

# Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos

*Parameters for quality assurance of fire safety design in high-rise buildings*

---

**Rosaria Ono**

## Resumo

**E**ste artigo apresenta o desenvolvimento e os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo estabelecer diretrizes de projeto de segurança contra incêndio em edificações, envolvendo tanto aspectos conceituais como práticos. São esclarecidos conceitos, baseado nas exigências das regulamentações e normas, para que os projetistas possam discutir, argumentar e contribuir para o aprimoramento das medidas de segurança contra incêndio, podendo aplicá-las de forma adequada e integrada ao projeto arquitetônico.

**Palavras-chave:** Qualidade de projeto. Avaliação de desempenho. Segurança contra incêndio. Fogo.

## Abstract

*This article presents the development and results of a research project which aimed to establish design guidelines for fire safety in buildings, including both conceptual and practical issues. Some concepts are clarified, based on the requirements from fire codes and standards, in order to enable designers to discuss, argue and contribute for the improvement of the fire safety measures, as well as to apply them in an adequate and integrated way to building design.*

**Keywords:** Design quality. Performance evaluation. Fire safety. Fire.

**Rosaria Ono**  
Faculdade de Arquitetura e  
Urbanismo  
Universidade de São Paulo  
Rua do Lago, 876  
Cidade Universitária  
São Paulo - SP - Brasil  
CEP: 05508-080  
Tel.: (11) 3091-4571  
Fax: (11) 3019-4539  
E-mail: rosaria@usp.br

Recebido em 11/04/06  
Aceito em 25/01/07

## Introdução

A segurança contra incêndio, apesar de ser considerada um dos requisitos básicos de desempenho no projeto, construção, uso e manutenção das edificações, é pouquíssimo contemplada como disciplina no currículo das escolas de engenharia e arquitetura no país. Portanto, são raros os profissionais que consideram esse fator ao projetar uma edificação. Assim, esse requisito passa a ser tratado somente como um item de atendimento compulsório/ burocrático à regulamentação do Corpo de Bombeiros ou da Prefeitura local.

As regulamentações existem para garantir que o nível mínimo de segurança seja exigido e atendido. No entanto, nem sempre a exigência se traduz numa boa solução de projeto, principalmente se o projetista não domina os pressupostos que levaram à criação daquele requisito. Por outro lado, sem a compreensão conceitual das exigências, o arquiteto também não possui ferramentas para propor soluções alternativas de projeto que resultem numa edificação igualmente, ou até mais, segura e estética/funcionalmente satisfatória, tolhendo assim a liberdade criativa.

As regulamentações na área de segurança contra incêndio de edificações são, historicamente, de caráter prescritivo, ou seja, apresentam muitos requisitos específicos, que acabam por não permitir soluções alternativas.

Atualmente, discute-se, mundialmente, a questão dos códigos e regulamentações baseados em desempenho (*performance-based codes*) também entre os especialistas em segurança contra incêndio. O desenvolvimento tecnológico permite, hoje, a adoção de novos materiais e sistemas construtivos, novas alternativas e soluções técnicas, que não estão contempladas nos tradicionais códigos prescritivos, não existindo, muitas vezes, meios para sua avaliação, excetuando-se aquelas soluções que adotam parâmetros de desempenho, conforme aborda Puchovisky (1996).

Assim, é primordial a criação, no país, de uma massa crítica de profissionais que compreenda melhor as implicações que podem ter as medidas de proteção contra incêndio quando aplicadas de forma inadequada. São necessários profissionais que tenham uma leitura crítica das regulamentações existentes, sejam elas prescritivas ou baseadas no conceito de desempenho, de forma que se exija, cada vez mais, que estas sejam aprimoradas para atender às necessidades da sociedade.

Além da atuação profissional em projetos de edificações novas, onde o arquiteto tem grande

liberdade e poder de intervenção no espaço a ser criado, hoje, existe um segundo grande campo de atuação, que é a intervenção em espaços/edifícios existentes. Principalmente nos grandes centros urbanos, identificam-se edifícios com grande potencial de reuso, mas que necessitam ser adaptados para se adequarem às condições modernas de relações socioculturais, de trabalho e moradia. A questão da segurança contra incêndio não pode ser desprezada nessas adaptações, pois uma alteração de uso/ocupação pode aumentar ou diminuir o risco de incêndio de um local e ter conseqüências desastrosas.

As regulamentações de segurança contra incêndio têm se apresentado muito amenas em relação às exigências para edifícios existentes que estão particularmente vulneráveis a incêndios, pois muitos foram erguidos em épocas em que tais regulamentações de segurança contra incêndio não existiam. Torna-se necessária, também, a aplicação dos conceitos básicos de segurança contra incêndio nas adaptações, pois se verificou que muitos desses projetos realizados, até hoje, apresentam soluções ineficazes (ONO, 2002).

O projeto de segurança contra incêndio é abordado, neste trabalho, enfocando as questões inerentes aos edifícios de grande altura, já que, além de agregarem riscos adicionais à segurança de seus usuários, devido à dificuldade de abandono rápido, têm representado, historicamente, os incêndios mais catastróficos no país. A Tabela 1 apresenta os principais incêndios em edifícios altos registrados apenas na cidade de São Paulo nas últimas décadas.

Ressalta-se que as medidas de segurança contra incêndio introduzem um custo adicional à edificação, tanto em sua construção como durante o seu uso. Contudo, incorporando essas medidas já na concepção do projeto, é possível torná-las mais efetivas a um menor custo.

Observa-se ainda que o projetista tem responsabilidade civil sobre seu projeto, e qualquer prejuízo ao usuário gerado como possível conseqüência de erro ou negligência de projeto poderá ser contestado.

Finalmente, é importante lembrar que não há, no Brasil, informações técnicas voltadas ao tema e dirigidas aos arquitetos e estudantes de arquitetura, criando, assim, uma lacuna que o presente trabalho pretende começar a preencher, tanto com a sistematização das informações disponíveis no Brasil e no exterior como com a discussão de sua adequabilidade e importância.

Data do Incêndio	Edifício	Número de pavimentos	Andares atingidos	Vítimas fatais
13/01/1969	Grande Avenida	23	5° ao 18°	0
24/02/1972	Andraus	31	1° ao 29°	16
01/02/1974	Joelma	25	12° ao 25°	179
04/09/1978	Conjunto Nacional	26	1° ao 9°	0
09/04/1980	Secretaria da Fazenda	22	13° ao 14°	0
14/02/1981	Grande Avenida	23	1° ao 19°	17
03/06/1983	Scarpa	17	12° ao 13°	0
21/05/1987	Torres da CESP	21 e 17	Todos	2

Tabela 1 - Principais incêndios ocorridos em edifícios altos na cidade de São Paulo

## Contextualização histórica

A área de segurança contra incêndio ganhou impulso no país, especificamente no Estado de São Paulo, na primeira metade da década de 1970, quando ocorreram dois incêndios de grandes proporções na cidade de São Paulo e de repercussão internacional: no Edifício Andraus e no Edifício Joelma (Tabela 1).

Esses incidentes sensibilizaram autoridades e acadêmicos, o que resultou na criação do Laboratório de Ensaio de Fogo no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo em 1976 e numa extensiva compilação e sistematização de informações sobre segurança contra incêndio na FAUUSP, pelo Professor Teodoro Rosso, que preparava sua livre-docência nessa área.

O trabalho de Rosso (1975) resultou numa apostila intitulada “Incêndio e Arquitetura”, que serviu de base para a formação de duas gerações de pesquisadores na área de segurança contra incêndio, apesar de seu falecimento, sem defender a tese, em 1975. Tal fato possivelmente impossibilitou que se desse, naquele momento, o primeiro grande impulso para a integração entre a arquitetura e a segurança contra incêndio no meio acadêmico, com a inserção do tema no ensino e na pesquisa. No entanto, o Laboratório de Segurança de Fogo do IPT tem se mantido, desde então, atuante na área, ampliando sua capacitação técnico-laboratorial, gerando produção técnica e contribuindo para a formação de pesquisadores.

Outro fruto das grandes catástrofes foi o primeiro código de obras no país, que contemplava medidas amplas para assegurar o abandono seguro das edificações no município de São Paulo, promulgado em 1975 – a Lei Municipal 8.266/75, o Código de Edificações do Município de São Paulo.

Desde então, códigos, normas e regulamentações têm sido aprimorados visando à melhoria das condições de segurança contra incêndio das edificações, principalmente no âmbito do Estado de São Paulo, em movimento liderado pelo Corpo de Bombeiros e pelo corpo técnico da Prefeitura Municipal de São Paulo, assim como dos poucos pesquisadores de instituições de ensino e pesquisa. No entanto, pouca tem sido a participação dos atores principais dentro desse cenário: os arquitetos e engenheiros civis, responsáveis pela concepção dos espaços dos edifícios, pela especificação de seus materiais e pela execução das obras, que garantam, efetivamente, a inserção das medidas de segurança contra incêndio.

Analisando os incêndios catastróficos ocorridos no nosso país e no exterior, principalmente em edifícios de grande altura, verifica-se que o ponto nevrálgico é a vulnerabilidade das vias internas de circulação (horizontal e vertical) aos efeitos do incêndio (fumaça, calor e chamas). Um segundo aspecto a ser considerado, também relacionado à segurança da vida humana, é a rapidez com que o incêndio pode se propagar no interior do seu compartimento ou pavimento de origem, e sua capacidade de expansão para os pavimentos vizinhos, ou até para edifícios vizinhos. É importante lembrar que todas essas condicionantes estavam presentes no incêndio nos Edifícios Andraus e Joelma, e, em épocas menos remotas, nos edifícios Grande Avenida e Torres 1 e 2 da antiga CESP, a então companhia estatal de geração e distribuição de energia do Estado de São Paulo (Tabela 1).

Nesse contexto, é importante ressaltar que o projeto arquitetônico interfere tanto na segurança física das vias de circulação horizontal e vertical como na definição da geometria e dos componentes e sistemas construtivos adotados para a fachada dos edifícios, além dos materiais e produtos de acabamento/revestimento e

equipamentos mobiliários que compõem o interior dos edifícios. As medidas aqui citadas são denominadas medidas de proteção passiva contra incêndio, sendo aquelas que estão incorporadas à construção da edificação e que possuem e mantêm suas características numa situação de incêndio. Existem, ainda, aquelas medidas denominadas de “proteção ativa”, normalmente constituídas de instalações prediais (elétricas e hidráulicas, como detectores e alarmes de incêndio e sistema de chuveiros automáticos e hidrantes), que são acionadas, manual ou automaticamente, somente numa situação de emergência.

Normalmente, o arquiteto tem obrigação de definir as medidas de proteção passiva e também deve ter noções básicas dos princípios da proteção ativa, pois somente assim pode garantir que os sistemas não sejam instalados de forma inadequada, prejudicando o seu projeto de segurança contra incêndio como um todo. Neste artigo, enfocam-se as medidas de proteção passiva.

## Descrição do método de trabalho

Este artigo apresenta os resultados que correspondem a uma parte de uma pesquisa mais ampla, que abrange a realização de pesquisa teórica e bibliográfica (análise documental de dissertações e teses, publicações, periódicos e regulamentações), assim como da pesquisa prática (avaliação de projetos, visitas *in loco* e entrevistas com profissionais), objetivando a obtenção de um resultado de adequada fundamentação teórica, dirigida à aplicação prática dos requisitos funcionais relacionados à segurança contra incêndio. A seguir, apresenta-se a descrição apenas dos itens da pesquisa contemplados neste artigo.

## Definição dos conceitos básicos e dos parâmetros de projeto

Estruturar as diretrizes de projeto, definindo os conceitos básicos de segurança contra incêndio a serem abordados e destacando aqueles de maior importância e influência no projeto arquitetônico.

## Análise de projetos de edifícios de grande altura

Avaliar as soluções de projeto adotadas em edificações mais recentes, visando à segurança contra incêndio em edifícios de grande altura. Recolher contribuições no sentido de identificar as principais falhas cometidas em projeto, bem como

as boas soluções. As principais atividades desenvolvidas incluem:

- (a) levantamento de fontes de dados sobre edificações de grande altura nas cidades brasileiras e suas principais características (ano de construção, altura, área, localização, etc.);
- (b) seleção de edifícios com potencial para visita técnica e/ou análise de projeto;
- (c) elaboração de roteiro para avaliação na visita técnica e na análise de projeto;
- (d) contato e negociações para concessão das visitas;
- (e) obtenção de peças gráficas dos edifícios selecionados para visita ou análise de projeto;
- (f) visitas técnicas em edifícios selecionados; e
- (g) análise dos dados obtidos em visitas e em avaliação de projetos.

## Resultados

### Conceitos básicos e parâmetros de projeto

Considerando o amplo campo de atuação do arquiteto, dentro dos requisitos que definem a segurança contra incêndio nas áreas urbanas, onde se inserem os edifícios de grande altura, foram definidos, nesta pesquisa, os principais itens a serem considerados num projeto arquitetônico, desde o ponto de vista da escala urbana até o detalhamento do interior de um edifício específico. Os itens definidos e propostos, intimamente relacionados às diferentes fases de definição do processo projetual, são os seguintes:

- (a) no planejamento urbano:
  - distribuição de postos de bombeiros na cidade;
  - características e condições das vias públicas;
  - existência de equipamentos urbanos de apoio;
- (b) na implantação do edifício no interior do lote:
  - leis de zoneamento, que condicionam a geometria do edifício e o afastamento dos limites do lote;
- (c) no projeto paisagístico:
  - fatores que determinam a existência de obstáculos, ou não, para acesso ao edifício pelo exterior;
- (d) no projeto do edifício, quanto à proteção passiva, em que se determinam:
  - a facilidade de ocorrência de um incêndio e de sua propagação pelo interior e pelo exterior do edifício;

- a estabilidade estrutural;
- o abandono rápido e seguro dos ocupantes; e
- a facilidade de acesso seguro dos bombeiros para salvamento de pessoas e combate ao fogo.

Para que um edifício seja considerado seguro contra incêndio, deve-se, de antemão, verificar quais os objetivos dessa segurança e os requisitos funcionais a serem ali atendidos:

*Um edifício seguro contra incêndio pode ser definido como aquele em que há alta probabilidade de que todos os ocupantes sobrevivam a um incêndio sem sofrer qualquer ferimento e no qual danos à propriedade serão confinados às vizinhanças do local em que o fogo se iniciou. (HARMATHY, 1984).*

Considerando, então, que a segurança está associada ao risco de ocorrência de determinados eventos que proporcionam perigo às pessoas e aos bens, percebe-se que ela pode ser obtida a partir da isenção de tais riscos. Como a isenção total de riscos é, na prática, impossível, pode-se entender a segurança contra incêndio como o conjunto de medidas de proteção que devem estar compatibilizadas e racionalmente integradas.

### **Medidas de segurança contra incêndio**

É possível agrupar as medidas a serem tomadas para garantir a segurança contra incêndio em medidas de prevenção e medidas de proteção. As medidas de prevenção são aquelas que se destinam a prevenir a ocorrência do início do incêndio, isto é, controlar o risco do início do incêndio. As medidas de proteção são aquelas destinadas a proteger a vida humana e os bens materiais dos efeitos nocivos do incêndio que já se desenvolve. Em conjunto, essas medidas visam a manter o risco de incêndio em níveis aceitáveis.

Berto (1991) estabelece oito elementos que compõem as medidas de prevenção e proteção contra incêndio, relacionando-os às etapas de crescimento do fogo, a saber:

- (a) precaução contra o início do incêndio: o único composto de medidas de prevenção que visam a controlar eventuais fontes de ignição e sua interação com materiais combustíveis;
- (b) limitação do crescimento do incêndio: composto de medidas de proteção que visam a

dificultar, ao máximo, o crescimento do foco do incêndio, de forma que este não se espalhe pelo ambiente de origem, envolvendo materiais combustíveis presentes no local e elevando rapidamente a temperatura interna do ambiente;

- (c) extinção inicial do incêndio: composto de medidas de proteção que visam a facilitar a extinção do foco do incêndio, de forma que ele não se generalize pelo ambiente;

- (d) limitação da propagação do incêndio: composto de medidas de proteção que visam a impedir o incêndio de se propagar para além do seu ambiente de origem;

- (e) evacuação segura do edifício: visa a assegurar a fuga dos usuários do edifício, de forma que todos possam sair com rapidez e em segurança;

- (f) precaução contra a propagação: visa a dificultar a propagação do incêndio para outros edifícios próximos daquele de origem do fogo;

- (g) precaução contra o colapso estrutural: visa a impedir a ruína parcial ou total da edificação atingida. As altas temperaturas, em função do tempo de exposição, afetam as propriedades mecânicas dos elementos estruturais, podendo enfraquecê-los, até que provoquem a perda de sua estabilidade; e

- (h) rapidez, eficiência e segurança das operações: visa a assegurar as intervenções externas para o combate ao incêndio e o resgate de eventuais vítimas.

As medidas de proteção contra incêndio podem ser, por sua vez, divididas em duas categorias: as medidas de proteção passiva; e as medidas de proteção ativa. As principais medidas de proteção passiva e ativa são apresentadas no Quadro 1, classificadas em função dos objetivos da proteção definidos pelos elementos propostos por Berto (1998).

Verifica-se, conforme mostrado no Quadro 1, que as medidas passivas de proteção contra incêndio têm papel destacado na segurança contra incêndio das edificações. Dessa forma, é importante garantir que tais medidas apresentem o desempenho desejado numa situação de incêndio.

<b>Elemento</b>	<b>Medidas de proteção passiva</b>	<b>Medidas de proteção ativa</b>
Limitação do crescimento do incêndio	Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos Controle das características de reação ao fogo dos materiais e produtos incorporados aos elementos construtivos	Provisão de sistema de alarme manual Provisão de sistema de detecção e alarme automáticos
Extinção inicial do incêndio	-----	Provisão de equipamentos portáteis (extintores de incêndio)
Limitação da propagação do incêndio	Compartimentação vertical Compartimentação horizontal	Provisão de sistema de extinção manual (hidrantes e mangotinhos) Provisão de sistema de extinção automática de incêndio
Evacuação segura do edifício	Provisão de rotas de fuga seguras e sinalização adequada	Provisão de sinalização de emergência Provisão do sistema de iluminação de emergência Provisão do sistema do controle do movimento da fumaça Provisão de sistema de comunicação de emergência
Precaução contra a propagação do incêndio entre edifícios	Resistência ao fogo da envoltória do edifício, bem como de seus elementos estruturais Distanciamento seguro entre edifícios	-----
Precaução contra o colapso estrutural	Resistência ao fogo da envoltória do edifício, bem como de seus elementos estruturais	-----
Rapidez, eficiência e segurança das operações de combate e resgate	Provisão de meios de acesso dos equipamentos de combate a incêndio e sinalização adequada	Provisão de sinalização de emergência Provisão do sistema de iluminação de emergência Provisão do sistema do controle do movimento da fumaça

Quadro 1 - Medidas de proteção ativa e passiva

### Avaliação do desempenho das medidas de proteção passiva

#### Do planejamento urbano

Por mais que se tomem medidas preventivas e de proteção contra incêndio na própria edificação, elas podem falhar, e o incêndio, sair do controle. Nesse caso, poderá ser necessário contar com a intervenção do Corpo de Bombeiros, para evitar que o fenômeno se torne uma tragédia de grandes proporções.

O acesso à edificação é um ponto crítico nesse processo e deve ser entendido como o trajeto do posto de bombeiros até o local da ocorrência. As dimensões (largura e altura livre) das vias urbanas de acesso são fatores importantes a serem considerados no rápido deslocamento e na manobra dos equipamentos de combate, assim como as condições topográficas das vias e do entorno da edificação considerada. Nas grandes

cidades, outro fator a considerar é o tráfego pesado e os congestionamentos, que podem aumentar, significativamente, o tempo para o atendimento da ocorrência, denominado “tempo-resposta”. Neste trabalho a análise desse parâmetro foi realizada com base na Instrução Técnica nº 5 – Segurança contra Incêndios – Urbanística (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004).

#### Da implantação do edifício no interior do lote

Uma vez que o veículo de bombeiro chega ao local da ocorrência propriamente dito, ou seja, à entrada do lote ou do condomínio, ele pode enfrentar graves problemas, como a dificuldade de acesso e manobra em vias internas, que muitas vezes não estão dimensionadas para suportar veículos de grande porte.

A possibilidade de acesso da via até pelo menos uma das fachadas do edifício atingido utilizando os equipamentos dos bombeiros é sempre desejável,

pois permite que intervenções de combate ou salvamento pelo exterior sejam viabilizadas.

Além do colapso do edifício, o pior fenômeno que se pode esperar na evolução do incêndio é o da conflagração, nome dado ao fenômeno em que edifícios adjacentes são sucessivamente envolvidos no incêndio. A propagação do incêndio entre edifícios isolados pode ocorrer por meio dos seguintes mecanismos:

- (a) radiação térmica, emitida pelo edifício incendiado, através de: aberturas existentes na fachada; da cobertura; chamas que saem pelas aberturas na fachada ou pela cobertura; e, ainda, chamas desenvolvidas pela própria fachada, quando esta for composta de materiais combustíveis; e
- (b) convecção, quando os gases quentes emitidos pelas aberturas existentes na fachada ou pela cobertura do edifício incendiado atingem a fachada do edifício adjacente.

A avaliação da radiação térmica emitida pela fachada de uma edificação com paredes externas resistentes ao fogo dependerá, principalmente, das dimensões das aberturas por onde a radiação será transmitida e sua proporção em relação à fachada em questão, e da carga-incêndio existente no interior do edifício em chamas, que determinará a intensidade e a duração do incêndio.

Assim, a avaliação de desempenho dessa medida de proteção passiva deveria ser realizada com base no projeto arquitetônico apresentado e com comprovação por cálculos que permitiram a obtenção de valores de distanciamento seguro.

Como parâmetro foram adotadas as seguintes documentações técnicas: Instrução Técnica nº 6 – Acesso de Viatura na Edificação e Áreas de Risco e Instrução Técnica nº 7 – Separação entre edificações (isolamento de risco) (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004).

### **Do projeto paisagístico**

O projeto paisagístico no interior de um lote ou de uma área condominial deve considerar os equipamentos e mobiliários urbanos (postes, bancas de jornal, caixas de correio, cabines telefônicas, *outdoors*, etc.), assim como outras intervenções paisagísticas (como jardins, fontes e espelhos d'água e grandes esculturas), que podem ser tornar eventuais obstáculos, caso não se considere a facilidade de acesso dos veículos de combate e salvamento numa situação de emergência. Tais condições podem ser avaliadas numa análise do projeto paisagístico juntamente

com o projeto de implantação da edificação no lote.

### **Do projeto da edificação**

A compartimentação é uma medida de proteção passiva que visa à contenção do incêndio em seu ambiente de origem e é obtida pela subdivisão do edifício em células capazes de suportar a ação da queima dos materiais combustíveis nelas contidos, impedindo o rápido alastramento do fogo. Essa medida, adicionalmente, restringe a livre movimentação da fumaça e dos gases quentes no interior do edifício e tende a facilitar o abandono seguro dos seus ocupantes, assim como as operações de combate ao fogo. Daí a sua importância, discutida com profundidade por Costa et al. (2005) e também abordada na Instrução Técnica nº 09 – Compartimentação Horizontal e Compartimentação Vertical (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004).

A compartimentação horizontal se destina a impedir a propagação do incêndio no interior do próprio pavimento em que este se originou, de forma que grandes áreas de pavimento não sejam afetadas, e pode ser obtida através da composição dos seguintes dispositivos:

- (a) paredes corta-fogo para subdivisão de grandes áreas de pavimento, do piso ao teto ou à cobertura;
- (b) portas corta-fogo, nas aberturas das paredes corta-fogo destinadas à circulação de pessoas e de equipamentos; e
- (c) registros corta-fogo, nos dutos de ventilação e nos dutos de exaustão, entre outros, que transpassam as paredes corta-fogo; e
- (d) selos corta-fogo, nas passagens de cabos elétricos e em tubulações por paredes corta-fogo.

A compartimentação vertical se destina a impedir a propagação do incêndio entre pavimentos adjacentes e deve ser obtida de tal forma que cada pavimento componha um compartimento isolado em relação aos demais. Para isso é necessária a composição com:

- (a) fachadas cegas, abas verticais e abas horizontais com resistência ao fogo sob as aberturas na envoltória do edifício, que dificultam a propagação de chamas e dos gases quentes pelas aberturas nos pisos consecutivos da fachada;
- (b) enclausuramento de caixas de escadas através de paredes e portas corta-fogo, pois estas intercomunicam vários pavimentos, podendo se tornar um meio de propagação vertical de chamas, calor e fumaça internamente ao edifício;

(c) registros corta-fogo, nos dutos de ventilação, dutos de exaustão, entre outros, que intercomunicam os pavimentos;

(d) entrepisos corta-fogo; e

(e) selos corta-fogo, nas passagens de cabos elétricos e em tubulações entre os pavimentos.

A avaliação da compartimentação no projeto e na construção deve ser realizada pela verificação de sua existência e dos detalhes específicos de proteção de aberturas como portas, janelas, dutos e *shafts*. No entanto, é necessário, numa etapa anterior, certificar-se da eficácia do sistema construtivo proposto na composição da compartimentação, assim como o atendimento ao tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) dele. Tal avaliação é normalmente realizada mediante ensaios de resistência ao fogo das paredes e dos vedadores (portas, *dampers*, etc.) neles instalados.

Ao contrário do que ocorre com os ensaios de reação ao fogo, os ensaios de resistência ao fogo acompanham, mundialmente, uma curva padrão de elevação de temperatura a que o corpo-de-prova deve ser submetido no interior do forno de resistência ao fogo – o que permite a comparação de resultados de avaliação de desempenho realizados em laboratórios de várias partes do mundo.

Para a avaliação e a classificação da resistência ao fogo de elementos (portas, janelas, *dampers*, etc.) e sistemas construtivos de vedação horizontal ou vertical (paredes e pisos), são considerados os seguintes critérios:

(a) estanqueidade: permite avaliar se as chamas e os gases quentes desenvolvidos no interior do ambiente em combustão são liberados por fissuras ou aberturas no elemento construtivo, podendo expor as pessoas e os objetos que se encontram na face não exposta ao fogo aos efeitos do incêndio;

(b) isolamento térmico: permite avaliar se o calor transmitido por radiação e condução através da superfície do elemento construtivo pode ameaçar a segurança das pessoas e dos objetos que se encontram na face não exposta ao fogo aos efeitos do incêndio; e

(c) estabilidade: permite avaliar se o elemento ou sistema construtivo não perde seu caráter funcional (seja este portante ou simplesmente de vedação), ou seja, não apresenta ruína durante o tempo de ensaio.

Tais critérios são definidos nos seguintes métodos de ensaio:

(a) NBR 6479 – Portas e vedadores – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaios (ABNT, 1992); e

(b) NBR 10646 – Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio (ABNT, 1989).

As estruturas dos edifícios, em função dos materiais e da geometria que as constituem, devem ser dimensionadas de forma a possuírem resistência ao fogo compatível com a magnitude do incêndio a que possam vir a ser submetidas.

A avaliação das estruturas diante do fogo tem sido realizada, tradicionalmente, por ensaios de resistência ao fogo nos elementos estruturais específicos. Pode-se citar como exemplo o método de ensaio descrito na NBR 5628 – Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo (ABNT, 1980). No entanto, nas últimas décadas, o desenvolvimento de modelos computacionais de cálculo estrutural, associado aos modelos computacionais de estimativa da intensidade do fogo baseada na carga incêndio, tem possibilitado o cálculo e a avaliação dos elementos estruturais de forma mais expedita e com custos menores, como pode ser encontrado na NBR 14432 – Exigência de resistência ao fogo de elementos de construção de edificação – Procedimento (ABNT, 2000).

Ainda assim, os ensaios de resistência ao fogo não são totalmente dispensáveis, principalmente no caso da necessidade de caracterização de novos materiais e elementos em face do fogo, para efeito de pesquisa e de coleta de dados que podem ser introduzidos posteriormente nos modelos computacionais de cálculo.

Uma das grandes vantagens dos modelos computacionais é a possibilidade que eles apresentam de estimar as deformações que podem surgir na estrutura, considerando grandes trechos nas análises e não se limitando, geometricamente, às dimensões do forno de ensaio. Normas brasileiras têm sido desenvolvidas para tanto, como a NBR 14323 – Dimensionamento de estrutura de aço em situação de incêndio – Procedimento (ABNT, 1999) e NBR 15200 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio – Procedimento (ABNT, 2004).

As rotas de fuga ou saídas de emergência são projetadas para garantir a saída dos ocupantes de edifícios em situações emergenciais, de forma segura e rápida, de qualquer ponto até um local seguro, normalmente representado por uma área livre e afastada do edifício. Um projeto adequado deve permitir que todos abandonem as áreas de risco num período mínimo através das saídas.



Quanto maior o risco, mais fácil deve ser o acesso até uma saída, pois, dependendo do tipo de construção, das características dos ocupantes e dos sistemas de proteção existentes, o fogo e/ou a fumaça podem impedir rapidamente sua utilização. Para evitar tal inconveniência, a provisão de duas saídas independentes é fundamental, exceto onde o edifício ou o ambiente em questão apresentam dimensões tão pequenas ou são arranjados de tal forma que uma segunda saída não aumentaria a segurança dos ocupantes.

Além de permitir o abandono seguro dos edifícios pelos seus ocupantes, um bom projeto de saídas de emergência deve, também, proporcionar às equipes de salvamento e combate ao fogo um fácil acesso ao interior do edifício. Disso pode depender o sucesso das operações dessas equipes em salvar vidas e reduzir perdas patrimoniais.

O dimensionamento das partes que compõem as saídas depende da lotação das edificações e é definido de acordo com a classe de ocupação do local (que está relacionada ao seu risco) por normas, como a NBR 9077 – Saídas de emergência em edifícios (ABNT, 1993) e regulamentações.

A avaliação do desempenho das rotas de fuga se faz, portanto, mediante a análise do projeto de saídas de emergência e em conjunto com os dados relativos ao desempenho dos elementos construtivos que as compõem, quando se tratar de medidas de proteção passiva.

Uma das questões não abordadas neste artigo, devido à sua complexidade, é a avaliação de desempenho dos diferentes tipos de escadas de segurança (escadas abertas, simplesmente enclausuradas ou protegidas, com antecâmaras com ventilação natural por dutos ou aberturas diretas para o exterior e escadas pressurizadas com ou sem antecâmaras) no que se refere à segurança dos usuários, que não devem ficar expostos aos efeitos do incêndio, principalmente fumaça, calor e gases quentes. São poucos ainda os estudos nacionais que contemplam essa questão, como aqueles apresentados por Seito e Berto (1988) ou por Ono e Vittorino (1998).

Nos últimos 20 anos, estudos nesta área em outros países têm considerado o uso de modelos computacionais para estimar o tempo de abandono em edificações e para simular o crescimento de um incêndio no interior de uma edificação, tanto para avaliar projetos existentes ou analisar catástrofes que levaram a múltiplas mortes, como para considerar sua inserção em novos projetos de grande complexidade, como, por exemplo,

edifícios de grande altura e grandes estádios esportivos.

A quantidade de materiais combustíveis existente num compartimento tem relação direta com a intensidade que um incêndio pode alcançar nesse mesmo local, sendo, portanto, um grande definidor do risco de incêndio daquele ambiente e, conseqüentemente, um importante parâmetro para a definição dos sistemas de proteção contra incêndio compatíveis com esse risco. O termo técnico utilizado para definir a quantidade de material combustível denomina-se carga-incêndio. Parâmetros de carga-incêndio podem ser encontrados na Instrução Técnica nº 14 – Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004) e também no anexo da NBR 14432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento (ABNT, 2000).

Como medida de proteção passiva, o controle da carga-incêndio tem papel fundamental no projeto, à medida que se definem os elementos construtivos que serão empregados na construção da edificação. Os fabricantes deveriam estar aptos a fornecer o poder calorífico dos seus produtos, para que se possa estimar o que se pode denominar “carga-incêndio permanente ou fixa” do edifício projetado, priorizar aqueles que possuam índices menores ou nulos, ou prever outros sistemas de proteção que reforcem o projeto de segurança contra incêndio como um todo.

A avaliação da combustibilidade de materiais assim como da quantidade de calor liberado na sua combustão é realizada por meio de ensaios laboratoriais mundialmente conhecidos e denominados genericamente de Ensaio de Incombustibilidade e Ensaio de Determinação do Poder Calorífico, respectivamente.

Na etapa de especificação dos produtos de acabamento e revestimento que irão compor o projeto de um edifício, os produtos combustíveis, que no caso de um princípio de incêndio podem propagar as chamas rapidamente, podem ser incorporados inadvertidamente.

A escolha desses produtos deve considerar a sua contribuição na facilidade de ignição e no crescimento inicial do incêndio, e é necessário que se conheçam alguns critérios de avaliação para a seleção dos materiais que farão parte dos acabamentos interno e externo, e da vedação, entre outros. Entre os produtos, é necessário considerar o de acabamento e revestimento de piso, teto e forro, paredes e cobertura, incluindo materiais termoacústicos. O conjunto de ensaios de

caracterização dos produtos quanto à sua contribuição no crescimento do incêndio é denominado de Reação ao Fogo. Incluem-se nessa categoria os ensaios que determinam:

- (a) combustibilidade ou incombustibilidade;
- (b) quantidade de calor liberado na combustão;
- (c) velocidade de propagação superficial das chamas;
- (d) quantidade dos produtos da combustão (gases quentes, fumaça e fuligem); e
- (e) qualidade dos produtos da combustão, ou seja, efeitos como a densidade óptica, a toxicidade e a irritabilidade dos gases emitidos.

Num primeiro momento é necessário estabelecer se o produto pode contribuir no crescimento de um incêndio, determinando se ele é combustível ou incombustível. Caso seja classificado como incombustível, é possível afirmar que não emite gases combustíveis que podem alimentar um incêndio. No entanto, é necessário considerar que, quando a estes materiais são agregados outros, combustíveis ou com características desconhecidas, obtém-se um novo produto, que deve ser avaliado quanto ao seu desempenho ao fogo.

Caso o produto seja classificado, por ensaios laboratoriais, como combustível, passa a ser necessário determinar o quanto combustível é e quais os efeitos de sua combustão. Segue a necessidade de execução dos demais ensaios que determinam as outras características enumeradas acima.

Não existe ainda, no mundo, uma unanimidade sobre os melhores métodos de ensaio laboratoriais a serem adotados para avaliar o desempenho de materiais de acabamento e revestimento ao fogo. Tal discussão, mais que uma questão técnica, está vinculada às origens do desenvolvimento dos ensaios laboratoriais, que se deu de forma muito regional, existindo ensaios variados e diferentes em vários países do mundo (à exceção do ensaio de incombustibilidade), o que resulta numa certa resistência à adoção de novos ensaios, mesmo que padronizados. Uma discussão mais aprofundada sobre esse assunto pode ser encontrada em Mitidieri (1998), e o critério adotado no Estado de São Paulo foi estabelecido pela Instrução Técnica nº 10 – Controle de materiais de acabamento e revestimento (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004).

Entre os ensaios tradicionalmente realizados no Brasil, configuram:

- (a) NBR 9442 – Materiais de Construção – Determinação do índice de propagação superficial de chamas pelo método do painel radiante – Método de ensaio (ABNT, 1986);
- (b) ASTM E 662 – Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials (ASTM, 2005); e
- (c) ISO 1182 – Reaction to fire tests for buildings products – Non-combustibility test (ISO, 2002).

## **Avaliação dos projetos de edifícios de grande altura**

A opção por edifícios altos constituiu um critério inicial no processo de levantamento e seleção dos prédios a serem incluídos nas análises e se baseia em todas as particularidades e nos riscos adicionais que exigem soluções de segurança contra incêndio mais elaboradas.

Além da altura, outros critérios foram definidos a partir dos requisitos necessários para a viabilização do levantamento e de variáveis que atuaram no sentido de apurar as exigências em relação ao projeto de segurança contra incêndio, a saber:

- (a) risco acentuado pela atividade exercida;
- (b) grande concentração de pessoas – populações fixa e flutuante;
- (c) altura superior a 30 m, medida do piso mais baixo ao piso mais alto ocupado;
- (d) período de construção a partir de 1999; e
- (e) disponibilidade de material gráfico adequado e/ou visita técnica.

As análises realizadas a partir dos projetos de edifícios altos selecionados foram baseadas em alguns parâmetros de desempenho de segurança contra incêndio, que, por sua vez, consideraram todos os aspectos abordados na primeira parte deste artigo, visando à identificação das medidas de proteção passiva e à análise crítica da sua integração no projeto arquitetônico.

Os itens relacionados no Quadro 2 constituem o roteiro básico de procedimentos práticos proposto nesta pesquisa para as análises, com a identificação dos pontos a serem observados em cada momento.

O desenvolvimento das análises baseadas em material gráfico publicado em periódicos foi iniciado a partir de um estudo do conteúdo relativo a edifícios altos de diversas publicações nacionais, no qual se destacaram as revistas Projeto Design, a Finestra Brasil e a Techné. Sua escolha se deve à adequação do material gráfico aos objetivos do estudo, embora a segurança contra incêndio em si seja pouco ou quase nada abordada.

Adicionalmente, imagens digitalizadas também foram obtidas no sítio eletrônico Portal ArcoWeb (ARCOWEB, 2007), onde estão disponíveis fotos, desenhos técnicos e parte dos textos dos periódicos anteriormente citados. A amostra disponível nesse sítio eletrônico resultou em cerca de 60 edifícios altos recentes, atendendo aos requisitos necessários para a pré-seleção dos exemplos mais significativos para o estudo.

Uma das dificuldades encontradas ao longo desse processo de levantamento e análise foi a falta de informações e detalhes que possibilitassem uma avaliação mais apurada das medidas de segurança contra incêndio adotadas na amostra considerada.

Ao final do processo, realizou-se a análise de projeto de proteção passiva contra incêndio de seis edifícios altos, considerando-se a qualidade das informações e do material gráfico disponível. Além disso, foi possível a realização de visita em mais dois edifícios altos, que permitiram o acesso e a avaliação, em visitas técnicas acompanhadas. As principais características dos oito edifícios altos analisados são apresentadas na Tabela 2.

O estudo considerou as informações gráficas em plantas e cortes, sobre as quais foram realizadas as análises de projeto, segundo os requisitos e itens enumerados no Quadro 2.

Os principais resultados são apresentados no Quadro 3. O critério utilizado para a avaliação de cada item da proteção passiva contra incêndio nos projetos foram os seguintes:

(a) evidência clara da previsão do item no projeto e implantação eficaz na obra;

(b) implantação eficaz do item, mesmo que de forma não proposital (sem previsão no projeto), resultante de outras condicionantes;

(c) implantação parcial do item, de forma não proposital; e

(d) ausência completa do item no projeto e na obra.

Na Figura 1 apresenta-se um exemplo de análise da implantação de três torres de edifícios num lote, onde o projeto considera as possibilidades de acesso por várias vias públicas, de circulação no interior do lote e áreas de “patolagem” dos veículos de socorro. Este último consiste na operação de instalação de apoios de piso para fixação e equilíbrio dos veículos que possibilitem a extensão de plataformas ou auto-escadas. Essas áreas devem ser projetadas para suportar cargas especiais concentradas no piso.

A Figura 2 apresenta uma análise típica realizada em todas as plantas dos edifícios estudados, que inclui a medição das distâncias a percorrer dos pontos mais distantes do pavimento até uma saída de emergência segura (caixa de escadas de emergência).

Por sua vez, a Figura 3 ilustra uma análise da disposição das várias medidas de proteção passiva incorporadas ao projeto de um dos edifícios estudados, incluindo a questão da acessibilidade das rotas de fuga, as alternativas de saída, as possibilidades de compartimentação horizontal em função da área ocupada e identificação de *shafts* e dutos verticais com selagem corta-fogo instalada.

Requisitos	Itens verificados
Classificação, Uso e Ocupação	Data da construção Área construída e por pavimento-tipo Número de pavimentos Uso
Implantação no Lote	Acessibilidade do corpo de bombeiros à edificação Afastamento entre edificações e risco de propagação para edifícios adjacentes
Controle dos Riscos de Propagação Vertical	Presença e efetividade da compartimentação vertical externa Presença e efetividade da compartimentação vertical interna
Controle dos Riscos de Propagação Horizontal	Presença e efetividade da compartimentação horizontal Coerência da compartimentação horizontal com a acessibilidade às saídas de emergência
Rotas de Fuga	Distribuição das saídas de emergência verticais nos pavimentos Condições de acesso às saídas de emergência de qualquer ponto do pavimento Caminhamento livre de qualquer ponto do edifício até um local seguro Identificação dos pontos críticos e separação entre a circulação de emergência e os pontos de maior risco de propagação do incêndio Adequação dos acessos, das saídas e das áreas de descarga, e eventuais áreas de refúgio, quanto às suas propriedades de isolamento, dimensionamento e quantidade

Quadro 2 - Requisitos e itens a serem verificados na análise de projetos

Edifício (cidade)	Ano de construção	Área construída	Pavimentos	Uso
I (São Paulo)	2003	Total: 29.222 m <sup>2</sup> Tipo: 1.050 m <sup>2</sup>	12 pavimentos 4 subsolos	Escritórios
II (Curitiba)	2002	Total: 13.856 m <sup>2</sup> Tipo: 550 m <sup>2</sup>	27 pavimentos	Escritórios
III (São Paulo)	2003	Total: 20.890 m <sup>2</sup> Tipo: -- m <sup>2</sup>	15 pavimentos 3 subsolos	Escritórios
IV (Porto Alegre)	2002	Total: 8.853 m <sup>2</sup> Tipo: --- m <sup>2</sup>	13 pavimentos-tipo 1 subsolo	Escritórios
V (São Paulo)	2003	Total: 11.603 m <sup>2</sup> Tipo: 500 m <sup>2</sup>	12 pavimentos	Escritórios
VI (São Paulo)	2001	Total: 21.596 m <sup>2</sup> Tipo: 950 m <sup>2</sup>	19 pavimentos-tipo	Flat, consultórios, hospital-dia e centro de convenções
VII* (São Paulo)	2002	Total: 40.000 m <sup>2</sup> Tipos: variados	28 pavimentos 3 subsolos	Escritórios
VIII* (São Paulo)	1999	Total: 152.000 m <sup>2</sup> Tipo: 3.000 m <sup>2</sup>	37 pavimentos 5 subsolos	Escritórios

(\*) Edifícios que sofreram visita técnica.

Tabela 2 - Características dos edifícios analisados

Itens Verificados	Edifício							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
a.1 - Acessibilidade do corpo de bombeiros à edificação	B	B	B	C	C	C	A	A
a.2 - Afastamento entre edificações e risco de propagação para edifícios adjacentes	B	C	B	B	B	B	A	A
b.1 - Presença e efetividade da compartimentação vertical externa	A	A	C	C	A	A	A	A
b.2 - Presença e efetividade da compartimentação vertical interna	C	C	A	C	C	C	A	A
c.1 - Presença e efetividade da compartimentação horizontal, quando necessária	--	--	--	--	--	--	A	A
c.2 - Coerência da compartimentação horizontal com a acessibilidade às saídas de emergência	--	--	--	--	--	--	A	A
d.1 - Distribuição das saídas de emergência verticais nos pavimentos	C	C	C	C	C	C	A	A
d.2 - Condições de acesso às saídas de emergência de qualquer ponto do pavimento	C	C	C	C	C	C	A	A
d.3 - Caminhamento livre de qualquer ponto do edifício até um local seguro	--	--	--	--	--	--	A	A
d.4 - Identificação dos pontos críticos e separação entre a circulação de emergência e os pontos de maior risco de propagação do incêndio	D	D	C	D	D	C	A	A
d.5 - Adequação dos acessos, das saídas e das áreas de descarga e eventuais áreas de refúgio, quanto às suas propriedades de isolamento, dimensionamento e quantidade	C	D	C	C	A	C	A	A
Legenda: A: Evidência clara da previsão do item no projeto e implantação eficaz na obra. B: Implantação eficaz do item, mesmo que de forma não proposital (sem previsão no projeto), resultante de outras condicionantes. C: Implantação do item de forma pouco eficaz. D: Ausência completa de evidência do item no projeto e na obra. --: Não avaliado por indisponibilidade de informações.								

Quadro 3 - Resumo dos resultados da análise dos edifícios estudados



Adaptação: ARCOWEB. Disponível em: <[www.arcoweb.com.br/arquitetura/fotos/347/z.htm](http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/fotos/347/z.htm)> . Acesso em: 05 fev. 2007

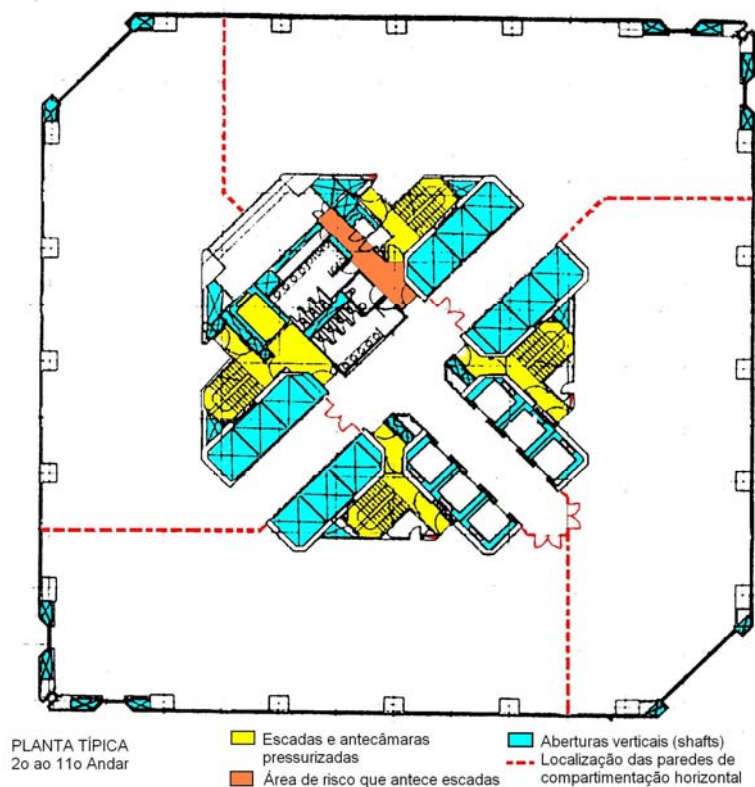
Figura 1 - Análise da implantação do Edifício VII



SOM - Sede de banco, São Paulo, SP

Adaptação: ARCOWEB. Disponível em: <[www.arcoweb.com.br/arquitetura/fotos/285/z.htm](http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/fotos/285/z.htm)> Acesso em: 05 fev. 2007

Figura 2 - Análise das rotas de fuga e distâncias a percorrer até uma saída vertical do Edifício VIII



Adaptação: OTMAR, 2002, p. 48

**Figura 3 - Análise da distribuição das medidas de proteção passiva do Edifício VII**

Dos itens verificados, é possível concluir que as medidas efetivas presentes com maior frequência entre os edifícios estudados são os itens a.1, a.2 do Quadro 3, relativos à implantação do edifício no lote, e b.1, relativo ao controle dos riscos de propagação vertical. Pode-se compreender que os dois primeiros itens acima citados têm relação direta com as questões de zoneamento, sendo medidas que, indiretamente, acabam por beneficiar a segurança contra incêndio. O terceiro item mais frequente, o mais bem avaliado na maioria das edificações, tem influência direta de um requisito de regulamentações estaduais e municipais.

A presença de compartimentação vertical interna (item b.2) é um item pouco atendido nos projetos e trata de um requisito em que a regulamentação deixa a desejar e que diz respeito à estanqueidade de um os maiores *shafts* existentes no edifício, representado pela caixa de elevadores. Poucos projetos consideram a compartimentação vertical desse elemento como item relevante, apesar de sua importância no controle da propagação vertical do incêndio pelo interior do edifício. Esse mesmo item (b.2) tem relação direta com outros itens (d.1 e d.2) do Quadro 3, da qual os últimos sofrem influência negativa, neste caso.

Outros itens, como o c.1, o c.2 e o d.3, não foram avaliados na maioria dos edifícios estudados, devido à falta de *lay-out* que permitisse uma análise adequada.

Por último, em relação aos itens d.4 e d.5, a análise da maioria dos edifícios não apresentou evidências claras sobre a sua consideração no projeto.

Os edifícios VII e VIII apresentaram uma qualidade de projeto de segurança contra incêndio excelente quando comparados aos demais edifícios. De certo modo, isso se justifica pela concepção do projeto, de origem norte-americana. É necessário ressaltar que a qualidade do projeto, nestes casos, não é uma consequência somente de exigências mais rigorosas de países como os EUA, mas também de um maior conhecimento do projetista sobre a essência do conceito inerente aos requisitos de segurança contra incêndio e de como inseri-los de uma forma mais eficaz e integrada ao projeto arquitetônico.

Fica evidente que a ausência do item avaliado ou o não-atendimento nos projetos dos edifícios analisados estão intimamente relacionados à falta de conhecimento das ferramentas básicas que podem potencializar as medidas de segurança contra incêndio na etapa de desenvolvimento do projeto arquitetônico.

## Considerações finais

Estes resultados representam a conclusão de duas das cinco etapas do projeto de pesquisa. Foram aqui identificadas as principais lacunas com relação às medidas passivas de segurança contra incêndio nos projetos de edifícios altos. Essas informações formam a base para a elaboração de diretrizes de projeto que fornecerão subsídios, tanto conceituais como práticos, sobre a segurança contra incêndio em edificações.

## Referências

ARCOWEB. Disponível em:

<<http://www.arcoweb.com.br>>. Acesso em: 05 fev. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo – NBR 5628**. Rio de Janeiro, 1980.

\_\_\_\_\_. **Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio – NBR 10636**. Rio de Janeiro, 1989.

\_\_\_\_\_. **Portas e vedadores – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio – NBR 6479**. Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **Saídas de emergência em edificações – NBR 9077**. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **Dimensionamento de estruturas de aço em situação de incêndio – Procedimento – NBR 14323**. Rio de Janeiro, 1999.

\_\_\_\_\_. **Exigência de resistência ao fogo de elementos de construção de edificação – Procedimento – NBR 14432**. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. **Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio – Procedimento – NBR 15200**. Rio de Janeiro, 2005.

AMERICAN ASSOCIATION FOR TESTING MATERIALS (ASTM). **Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials – ASTM E 662**. West Conshohocken, 2005.

BERTO, A. F. Gestão da segurança contra incêndio em edificações. In: **Questões Atuais de segurança contra incêndio**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1998. (Apostila).

BERTO, A. F. **Medidas de proteção contra incêndio**: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios. 1991. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Segurança contra Incêndios – Urbanística – Instrução Técnica nº 5**. São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_. **Acesso de viatura na edificação e áreas de risco – Instrução Técnica nº 6**. São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_. **Separação entre edificações (isolamento de risco) – Instrução Técnica nº 7**. São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_. **Compartimentação horizontal e compartimentação vertical – Instrução Técnica nº 9**. São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_. **Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco - Instrução Técnica nº 14**. São Paulo, 2004.

COSTA, C. N.; ONO, R.; SILVA, V. P. A. Importância da compartimentação e suas implicações no dimensionamento das estruturas de concreto para situação de incêndio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO – CBC2005, 47., Volume III. **Anais...** Trabalho 47CBC0539, 2005. p. III 1-26.

HARMATHY, T. Z. **Fundamentals of designing building for safety**. Ottawa: NRCC, 1984.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **Reaction to fire tests for buildings products – Non-combustibility test – ISO 1182**. Switzerland, 2002.

MITIDIERI, M. **Proposta de classificação de materiais e componentes construtivos com relação ao comportamento frente ao fogo**. 1998. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ONO, R. Reabilitação sustentável de edifícios na região central da cidade de São Paulo com ênfase na segurança contra incêndio. In: NUTAU'2002, São Paulo, SP. **Anais...** Brasil (CD-ROM).



ONO, R.; VITTORINO, F. Sistema de escadas em edifícios altos: avaliação de sua estanqueidade à fumaça em situação de incêndio. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU' 98 – Arquitetura e Urbanismo: Tecnologias para o Século XXI. **Anais...** Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. (CD-ROM).

OTMAR, R. (Ed.). **Botti Rubin Arquitetos Associados**: selected and current works. Mulgrave, Australia: The Images Publishing Group, 2002.

PUCHOVISKY, M. Developing performance-based documents one step at a time. **NFPA Journal**, v. 90, n. 1, p. 46-49, Jan./Feb. 1996.

ROSSO, T. **Incêndios e arquitetura**. São Paulo: FAUUSP, 1975.

SEITO, A. I.; BERTO, A. F. **Fumaça no incêndio: escadas de segurança**. Tecnologia de Edificações. São Paulo: Pini – IPT, 1988. p. 385-390.