

Projetos de Proteção e Combate a Incêndio: Segurança Como Requisito Fundamental

Firing Protection Designs: Safety as Fundamental Requirement

Aleska Kaufmann Almeida^{a*}; Celia Regina Gonçalves Franzoloso^a

^aCentro Universitário de Campo Grande, MS, Brasil.

*E-mail: aleskaufmann@hotmail.com

Resumo

Neste trabalho, objetivou-se demonstrar a necessidade de reformulação na metodologia de elaboração de Projetos de Proteção Contra Incêndios. Elucidou-se que a meta de tal projeto deve ser a segurança global da edificação e de seus ocupantes, o que somente é possível através de uma análise individualizada das necessidades do local. Constatou-se que a metodologia dos Códigos Prescritivos, atualmente utilizada no Brasil, é generalista e determina as recomendações de segurança a partir do tipo de ocupação e da finalidade da edificação. No entanto, com a nova redação dada à NR-23, observa-se que se está no caminho de adotar uma legislação unificada, demonstrando certa preocupação dos órgãos públicos em uniformizar as exigências de projeto.

Palavras-chave: Fogo. Medidas de Prevenção. Metodologia do Desempenho.

Abstract

In this work, we aim to demonstrate the need to reform the methodology of preparation of Fire Protection Designs. We explained that the goal of such a project should be the global security of the building and its occupants, which is only possible by an individualized analysis of the local needs. We concluded that the prescriptive codes methodology, currently used in Brazil, is generalist and determine the safety recommendations from the occupancy type and purpose of the building. However, with the new wording given to NR-23, we observe that we are on track to adopt a unified law, showing some concern for public agencies to standardize the design requirements.

Keywords: Fire. Preventive Maintenance. Performance-Based.

1 Introdução

A segurança no trabalho compreende o conjunto de medidas adotadas com o objetivo de assegurar a integridade física do trabalhador. Tais medidas objetivam a redução de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais. Estudos referentes ao assunto visam à obtenção de um ambiente de trabalho ideal, ou seja, livre de todos os riscos.

Um dos conjuntos de medidas que se destaca é o que trata da prevenção e combate a incêndios, que, conforme Melhado (1989) abrange as disposições que visam prevenir a eclosão ou reduzir o risco de alastramento do incêndio, evitar perigo para os ocupantes ou para a propriedade.

De acordo com a Fundacentro (1981) as técnicas de prevenção contra incêndios tratam das medidas de distribuição de equipamentos de combate a incêndio e dos materiais e estoques pertencentes à organização, visando impedir o surgimento de um princípio de incêndio, dificultar seu desenvolvimento e extingui-lo ainda na fase inicial.

Para Vargas e Silva (2003) os objetivos primordiais da segurança contra incêndio são minimizar o risco à vida humana e reduzir as perdas patrimoniais. Nesse contexto, entende-se como risco à vida, a exposição aos produtos da combustão (gases da combustão, chamas propriamente ditas,

calor irradiado e fumaças visíveis) por parte dos usuários da edificação sinistrada, bem como o eventual desabamento de elementos construtivos sobre os mesmos ou sobre os integrantes das equipes de combate ao fogo e resgate.

Segundo Ono (1997) as exigências de segurança contra incêndio aperfeiçoaram-se lentamente ao longo dos séculos. A ocorrência de incêndios catastróficos, em escala urbana, que prejudicaram muitas cidades desde a Idade Média, na Europa, na Ásia e na América do Norte, culminaram na preocupação pela abordagem mais científica do fenômeno dos incêndios ao final do século XIX, quando os incêndios urbanos passaram a ser controlados a partir de medidas de planejamento.

Com o advento da Revolução Industrial surgiram novos materiais e técnicas construtivas. Produtos sintéticos, derivados do petróleo, passaram a ser utilizados em larga escala nas empresas sem que houvesse a preocupação com relação ao comportamento deles em presença de fogo. Além disso, profundas modificações nos sistemas construtivos, caracterizadas pela utilização de áreas amplas, cobertas e sem divisórias, aumentaram o risco de incêndio nas edificações. De acordo com Mitidieri (1998), esses riscos levaram a ações com a finalidade de ampliar medidas de proteção contra incêndios e, para se obter aceitabilidade de segurança contra

incêndio, faz-se necessário estudo amplo e profundo dos fatores envolvidos.

Segundo Tavares (2008), os Códigos Prescritivos (códigos de incêndios) surgiram com a característica peculiar de serem baseados nas experiências do passado, ou seja, a ocorrência de desastres envolvendo incêndios levou o poder público, em todo o mundo, a pensar em maneiras mais efetivas de se prevenir e combater esses incêndios.

O Brasil é um dos países que adotam os códigos de incêndios baseados em experiências com desastres. Em nosso país ocorreram grandes acidentes que resultaram em perdas econômicas e sociais de grandes proporções e que levaram as pessoas a compreenderem o alcance catastrófico de um incêndio. Dentre os maiores acidentes citam-se os ocorridos na cidade de São Paulo, tendo o fogo atingido todos os andares dos edifícios Andraus em 1972 e Joelma em 1974. Conforme peritos da época, as principais falhas que contribuíram para que o episódio adquirisse grandes proporções deveriam-se à ausência de escadas de emergência, de paredes e portas corta-fogo, de sinalização de rotas de fuga, bem como a inexistência de saídas de emergência. Esse aparente descaso, segundo Tavares (2008), se deveu ao fato de que, até a década de 1950, a legislação de proteção contra incêndios existente resumia-se à localização e instalação de extintores, o que pode ser confirmado em consulta ao Decreto nº 35.639, de 16 de outubro de 1959, do Estado de São Paulo.

Na década de 1960, foram sancionadas a Lei nº 6.235, de 28 de agosto de 1961 e a Lei nº 8.563, de 31 de dezembro de 1964, nas quais constavam especificações que davam parâmetros para a instalação de hidrantes e extintores de incêndios nas edificações. Em 1978 surgem as Normas Regulamentadoras, dentre elas a NR-23 que dispõe sobre a Proteção contra Incêndios e expõe a necessidade da existência de medidas preventivas adequadas e de rotas de fuga. Entretanto, de acordo com Seito *et al.* (2008), somente em 1993, com o Decreto nº 38.069, foram aprovadas, para o Estado de São Paulo, as Especificações para instalações de proteção contra incêndios, que além de aumentar as exigências nas medidas já existentes em legislações anteriores, especificou temas como proteção estrutural, meios de fuga, meios de alerta, meios de combate a incêndios, além de enfatizar a proteção de edificações de grande altura e locais de reuniões de público.

Em janeiro de 2013, o Brasil foi tomado por forte comoção devido ao incêndio ocorrido na Boate Kiss, localizada na cidade de Santa Maria, RS. Noticiou-se que durante um show pirotécnico, a fagulha de um artefato (sinalizador) atingiu o teto da boate e incendiou a espuma do revestimento acústico. De acordo com a perícia técnica, o local não apresentava extintores adequados e suficientes, não era dotado de sinalização e vias de saída apropriadas à situação, e o revestimento acústico não era normatizado (CREA, 2013).

Obedecendo a metodologia empregada de Códigos Prescritivos, após o ocorrido em Santa Maria, o Governo do

Estado de São Paulo, por meio de Consultas Técnicas, alterou sua legislação vigente (Decreto Estadual nº 56.819/2011) “proibindo o uso de artefatos pirotécnicos no interior das edificações” (CT nº CCB-018/600/13) e determinando que haja “um maior controle dos tipos de materiais de acabamento e de revestimento em edificações de local de reunião de público” (CT nº CCB-017/600/13).

Conforme exposto, verifica-se, claramente, que os códigos e normas de segurança contra incêndios vigentes no país são baseados em falhas. Constata-se, também, que esses códigos e normas somente são reformulados a partir de um novo acidente.

Neste trabalho, objetiva-se demonstrar a necessidade de reformulação na metodologia de elaboração de Projetos de Proteção Contra Incêndios. Ilustra-se que a meta de tal projeto deve ser a segurança global da edificação e de seus ocupantes, o que só é possível através de uma análise individualizada das necessidades do local.

2 Desenvolvimento

2.1 Fundamentos do fogo

O fogo é o produto de uma reação química denominada combustão, que se caracteriza pelo desprendimento de luz e calor (NBR 13.860, 1997). São quatro os elementos que o compõem e que formam o tetraedro do fogo (Figura 1): combustível, comburente, agente ígneo (calor) e reação em cadeia.

Figura 1: Tetraedro do fogo



Fonte: Imagem Google.

O combustível é o elemento que alimenta o fogo e que serve de campo para sua propagação, podendo ser sólido, líquido ou gasoso. Faz-se necessário que os dois primeiros sejam transformados em gases pela ação do calor, a fim de formarem uma substância inflamável combinados com o comburente. Este, por sua vez, é o elemento ativador do fogo. O fogo, em ambiente rico em comburente oxigênio, tem suas chamas aumentadas, desprende mais luz e gera maior quantidade de calor (SANTA CATARINA, 2006).

Para Camillo Junior (2008) os materiais necessitam ser aquecidos até produzirem gases que, combinando com um comburente, formam uma mistura inflamável. Submetida a uma temperatura mais alta, essa mistura inflama-se, gerando maior quantidade de calor, que vai aquecendo novas partículas do combustível e inflamando-as de forma contínua e progressiva, gerando maior quantidade de calor.

Esse processo contínuo e progressivo é chamado reação em cadeia.

2.2 Segurança contra incêndio

A normatização internacional, ISO 8.421-1, define incêndio como a combustão rápida disseminando-se de forma descontrolada no tempo e no espaço. Os objetivos fundamentais da segurança contra incêndio são minimizar o risco à vida e reduzir a perda patrimonial. Os elementos estruturais e arquitetônicos devem impedir a propagação da chama em caso de incêndio, aumentando a probabilidade de sobrevivência dos ocupantes (FITZGERALD, 2003).

O sistema de segurança contra incêndio consiste em um conjunto de meios ativos (como detecção de calor e fumaça, chuveiros automáticos, brigada contra incêndio) e meios passivos (resistência ao fogo das estruturas, compartimentação e saídas de emergência). Tal sistema deve assegurar a fuga dos ocupantes sem que haja risco e garantir, tanto a minimização dos danos a edificações adjacentes e à infraestrutura pública, quanto a eficiência do combate a incêndio, quando necessário.

Seito *et al.* (2008) explicam que uma edificação segura é obtida através do balanceamento das medidas de proteção, prevenção e combate a incêndio, do gerenciamento e dos meios de escape. O gerenciamento abrange a manutenção dos sistemas e a administração da resposta às emergências, nelas inclusos o treinamento do pessoal e sua ação fundamental em locais de reunião de público.

As chamadas medidas de prevenção objetivam evitar incêndios (união do calor com combustíveis), e serão mais relevantes no projeto quanto maior a quantidade e mais fracionado o combustível (gases, vapores, poeira). Em síntese, são as medidas que trabalham o controle dos materiais combustíveis (armazenamento/quantidade) das fontes de calor (solda/eletricidade/cigarro) e do treinamento (educação) das pessoas para hábitos e atitudes preventivas. Já as medidas de proteção visam dificultar a propagação do incêndio e manter a estabilidade da edificação. Normalmente são divididas em proteções ativas e passivas, conforme trabalhem, reagindo ou não em caso de incêndio. Alguns exemplos de medidas de proteção passiva são as paredes e portas corta-fogo, os diques de contenção, os armários e contentores para combustíveis, afastamentos, proteção estrutural e ainda o controle dos materiais de acabamento utilizados na edificação. Como medidas de proteção ativas citam-se o sistema de ventilação (tiragem) de fumaça e o sistema de chuveiros automáticos (BRASIL, 1995).

O combate compreende tudo o que é usado para extinguir incêndios, desde equipamentos manuais (hidrantes e extintores) complementados por equipes treinadas, sistemas de detecção e alarmes, sistemas automáticos de extinção, corpo de bombeiros públicos e privados, condições de acesso à edificação pelo socorro público até reserva de água (e hidrantes públicos).

Normalmente constituído por medidas de proteção passiva, tais como escadas seguras, paredes, portas (corta-fogo), os meios de escape podem incluir proteção ativa, como sistemas de pressurização de escadas. Segundo Seito *et al.* (2008) os meios de escape dependem ainda dos sistemas de detecção, alarme e iluminação de emergência e, em alguns casos, de uma intervenção complementar de equipes treinadas para viabilizar o abandono, especialmente nos locais de reunião de público. Essa medida de proteção contra incêndio destaca-se das demais devido à sua importância fundamental para garantir a segurança e a sobrevivência dos ocupantes, visto que as equipes de resposta normalmente acessam a edificação e as vítimas por meios de escape.

As ações adotadas para que se alcance a segurança adequada em um edifício devem ser coerentes e implantadas de maneira conjunta. A metodologia que considera que essas ações constituem o sistema global de segurança contra incêndio, o qual é particular em cada edifício, é denominada Metodologia baseada no Desempenho (metodologia de Desempenho).

Buchanan (2001) esclarece que o projeto baseado no desempenho é um conceito que permite ao projetista ter a liberdade de adequar as exigências rígidas dos códigos às medidas e recursos mais convenientes a cada tipo de edificação, observando-se aspectos tais como tipo de ocupação e outras características construtivas

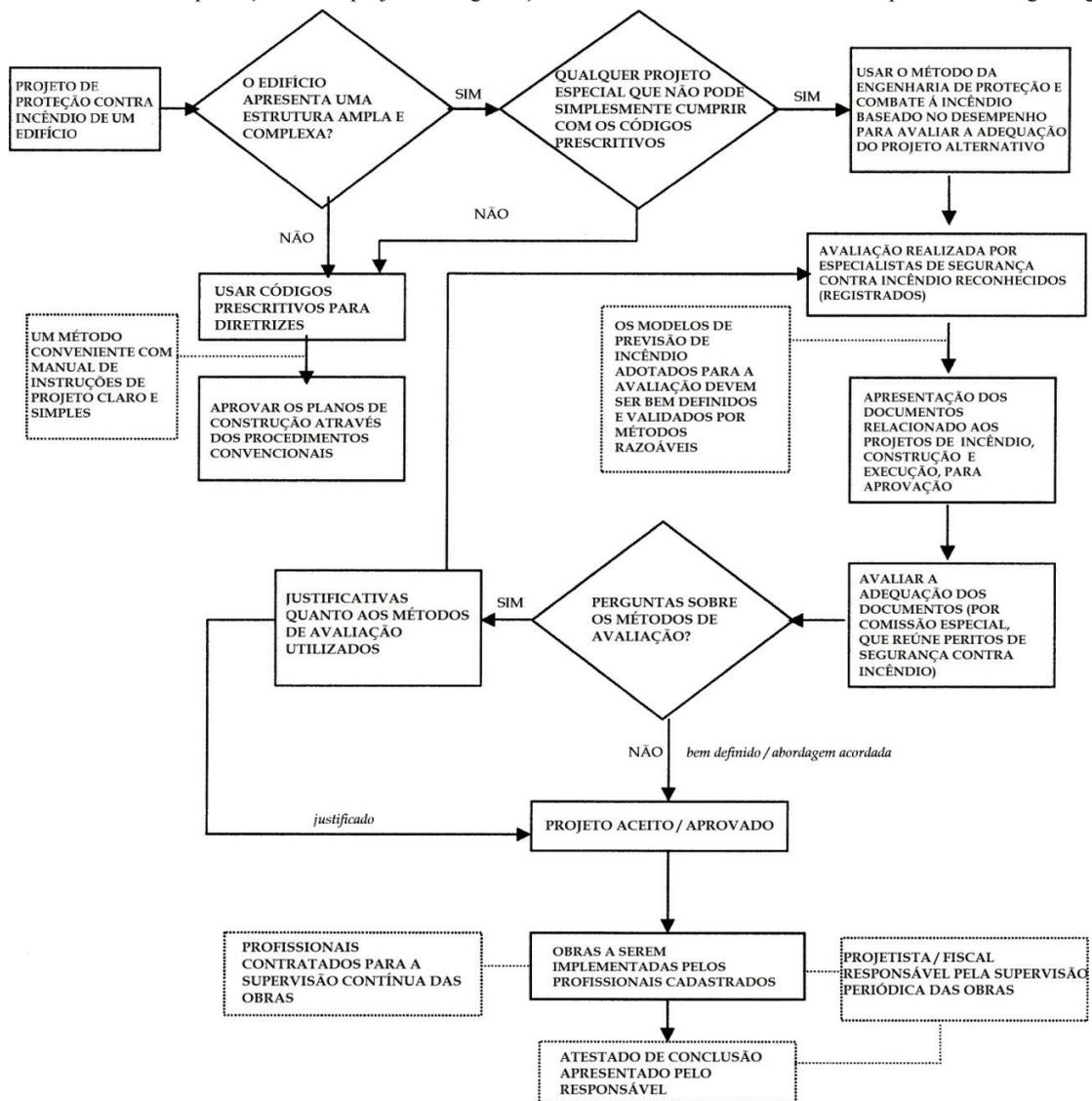
O conceito de Desempenho não é totalmente novo e já foi adotado na Austrália, Inglaterra, Nova Zelândia, Suécia, no Japão, no Canadá, na Finlândia, Noruega, Dinamarca, em Hong Kong, em Singapura, na África do Sul e nos Estados Unidos (MFB; CFA, 2011). Tal conceito possibilita ao projetista a liberdade de selecionar uma grande variedade de sistemas que atendam os requisitos de segurança. De acordo com Lo *et al.* (2008), a vantagem significativa da metodologia de projeto e construção baseada nos Códigos Prescritivos é que eles são fáceis de implementar e são aplicáveis a edifícios regulares. No entanto, com o rápido desenvolvimento da arquitetura, para lidar com as avançadas tecnologias construtivas e com a ousadia dos projetistas, mais e mais países estão abandonando a metodologia “uniformista” prescritiva para a implementação da metodologia de Desempenho. Por exemplo, nos Estados Unidos, a “Associação dos Engenheiros Especialistas em Proteção contra Incêndios” publicou o “Guia de Engenharia de Incêndio para Projeto e Construção de Edifícios Baseado no Desempenho”.

Em Hong Kong, as duas metodologias, Prescritiva e de Desempenho, são aceitas. O governo considera que a metodologia prescritiva deva ser seguida. No entanto, se o projetista desenvolver *design* inovador, fora do regime dos códigos prescritivos, deve ser adotada a metodologia de desempenho. Em Hong Kong, todos os projetos dimensionados com a metodologia de Desempenho deverão ser acompanhados de uma justificativa que comprove que o nível de segurança é o mesmo do que seria se fosse adotada a metodologia usual (LO *et al.*, 2008).

A metodologia de Desempenho baseia-se na adequação do sistema de segurança às características construtivas do edifício. Dessa forma, para a aprovação do projeto de

incêndio necessita-se de equipe de especialistas para avaliar se as soluções adotadas pelo projetista correspondem ao nível de segurança recomendado. Na Figura 2 pode-se observar fluxograma que demonstra passo a passo o procedimento de aprovação de um projeto de segurança contra incêndio baseado no Desempenho, em Hong Kong. Nessa região administrativa, há um especialista na área, denominado coordenador do projeto, designado pelo governo para acompanhar o projeto de incêndio desde a sua concepção até sua entrega. Esse profissional é responsável pela revisão dos planos de construção, supervisão das obras, e por garantir que as obras estejam em conformidade com códigos prescritivos dos edifícios de Hong Kong.

Figura 2: Procedimento de aprovação de um projeto de segurança contra incêndio com base no Desempenho em Hong Kong



Fonte: Lo *et al.* (2008).

A elaboração do projeto baseado no Desempenho possibilita ao profissional desenvolver um projeto dentro do aceitável e, ao mesmo tempo, exigido pelos códigos, porém com certa liberdade para projetar um sistema que seja mais

adequado a cada caso específico. No desenvolvimento de novos códigos, muitos países têm adotado níveis diferenciados de requisitos. Estes vão desde os mais altos níveis de exigências, existindo uma legislação que especifica todas as

metas de proteção, objetivos funcionais e eficiência requerida, até níveis baixos de proteção, existindo uma seleção de meios alternativos atentando para o atendimento das exigências (BUCHANAN, 2001).

Ilustra-se, na Figura 3, a relação hierárquica para projeto baseado no Desempenho.

Figura 3: Relação hierárquica para projeto baseado no Desempenho



Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar do conceito de Desempenho ser importante, este não é muito fácil de ser empregado, uma vez que a proteção contra incêndio é parte de um complexo sistema com interação de muitas variáveis, com muitas possibilidades de estratégias que não são simples de se avaliar em termos quantitativos, considerando-se ainda o leque de informações sobre o comportamento dos incêndios e outros aspectos relevantes (BUCHANAN, 2001).

2.3 Fases do incêndio

O projetista precisa ter em mente que não existem dois incêndios iguais e que, são vários os fatores que concorrem para seu início e desenvolvimento. O incêndio inicia-se, na sua maioria, em pequenas proporções. Seu crescimento depende do primeiro item ignizado, do comportamento, na presença de fogo, dos materiais localizados na proximidade do item ignizado e sua distribuição no ambiente. Outros contribuintes importantes para o desenvolvimento do incêndio são as condições climáticas do ambiente (temperatura e umidade relativa). A título de exemplo pode-se mencionar um local que esteja repleto de materiais combustíveis, de grande superfície específica e com aberturas entre os ambientes que facilitem a propagação do incêndio. Nesse caso o projetista deve se ater às medidas de combate a incêndio, de evacuação e de ventilação do local, uma vez que o ambiente em questão apresenta potencial para desenvolver um incêndio com facilidade.

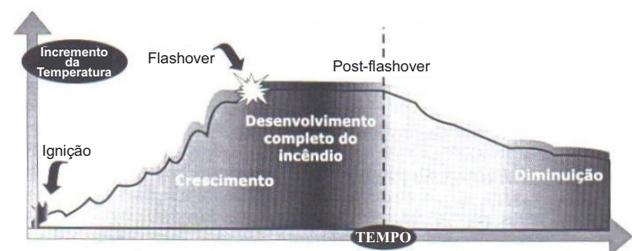
Durante o desenvolvimento do incêndio, ocorre geração de três produtos de combustão: o calor, a fumaça e a chama. No entanto, esses produtos também são fundamentais para o combate ao sinistro, uma vez que são utilizados para ativar o funcionamento, através de sistemas de detecção, de chuveiros automáticos, os *sprinklers*.

A variação de temperatura dos gases quente é encontrada impondo-se o equilíbrio térmico dentro do compartimento. A energia que é liberada pelo incêndio depende da quantidade e

do tipo de combustível presente, das condições de ventilação do ambiente e dos elementos de vedação (BURGESS, 2001). De acordo com Oliveira (2005), as fases do incêndio são: ignição, crescimento, desenvolvimento, desenvolvimento completo e diminuição (Figura 4). Conforme supracitado, o desenvolvimento de um incêndio depende de vários fatores, sendo que nem todos os eventos cumprem todas essas fases. Assim, autores como Mitidieri e Ioshimoto (1998) caracterizam a evolução do incêndio em três fases, a saber: a fase inicial (primeira fase), a fase de inflamação generalizada (segunda fase) e a fase de extinção (terceira fase).

Na Figura 4 representa-se a evolução típica de um incêndio em relação ao tempo, pertinente as cinco fases. O intervalo de maior crescimento da temperatura num incêndio compartimentado ocorre no período seguinte ao “flashover”, ponto esse onde todo material orgânico entra em combustão espontânea.

Figura 4: Fases do desenvolvimento de um incêndio



Fonte: Oliveira (2005).

2.2.1 Fase da ignição

De acordo com Mitidieri e Ioshimoto (1998), a probabilidade do surgimento de um foco de incêndio a partir da interação dos materiais combustíveis trazidos para o interior do edifício e dos materiais combustíveis integrados ao sistema construtivo caracteriza o risco do início do incêndio.

Essa é a fase em que os quatro elementos do tetraedro do fogo se juntam para iniciar a combustão. Neste ponto, o incêndio é pequeno e geralmente se restringe ao material que se incendiou primeiro (SANTA CATARINA, 2006). De acordo com Seito *et al.* (2008), a pré-ignição é dividida em duas outras fases: abrasamento e chamejamento. Na fase do abrasamento a combustão é lenta, sem chama e com pouco calor, mas com grande potencial de preencher o compartimento com gases combustíveis e fumaça. Essa combustão pode ter a duração de algumas horas antes do aparecimento das chamas. Devido à produção de pouco calor, a força de flutuação da fumaça e/ou dos gases gerados é pequena e seus movimentos serão determinados pelo fluxo de ar no ambiente. O chamejamento é a forma de combustão normalmente observada em um incêndio, com chama e fumaça, sendo mais rápido que a combustão por abrasamento.

De acordo com Oliveira (2005), a ignição do fogo é o princípio de qualquer incêndio, e ocorre quando um agente ígneo atua atingindo o ponto de inflamabilidade de um combustível presente, fazendo-o entrar em processo de combustão.

2.2.2 Fase de crescimento

A probabilidade de o incêndio passar da fase inicial para a fase de inflamação generalizada, isto é, a probabilidade de o foco de incêndio evoluir até atingir a inflamação generalizada caracteriza o risco do crescimento do incêndio (MITIDIERI; IOSHIMOTO, 1998).

Na fase de crescimento do incêndio ocorre a propagação do fogo para outros objetos adjacentes e/ou para o material da cobertura ou teto. A temperatura do compartimento se eleva na razão direta do desenvolvimento do calor dos materiais em combustão. Após a ignição, o calor produzido no foco inicial propaga-se e determina o aquecimento gradual de todo o ambiente. “Nesta fase, inicia-se a formação de uma coluna de gás aquecido sobre o combustível que queima. Enquanto essa coluna se desenvolve e sobe, ela começa a atrair e arrastar o ar ambiente para dentro dela” (OLIVEIRA, 2005). Em seguida, a coluna de ar e gases aquecidos sofre o efeito do teto e das paredes do espaço. Ao tocar o teto, os gases aquecidos se propagam horizontalmente até alcançar algum obstáculo, no caso, as paredes. Nesse momento a propagação inicia movimento vertical e descendente. Em tal estágio, o oxigênio contido no ar está relativamente normalizado e o fogo produz vapor d’água, dióxido de carbono, monóxido de carbono e outros gases.

2.2.3 Fase de desenvolvimento

A fase de desenvolvimento pode ocorrer mediante um crescimento gradual ou manifestar-se por dois fenômenos distintos, variando conforme o nível de oxigenação do ambiente (OLIVEIRA, 2005).

Em situação de oxigenação adequada, as condições do ambiente alteram-se muito rapidamente, à medida que o calor radiado atinge todas as superfícies combustíveis expostas. Isso acontece devido à capa de gás aquecido criada no teto da edificação durante a fase de crescimento, a qual irradia calor para os materiais situados longe da origem do fogo. Esse calor irradiado produz a pirólise dos materiais combustíveis do ambiente. Os gases produzidos durante esse período se aquecem até a temperatura de ignição, possibilitando a ocorrência de um fenômeno denominado ignição súbita generalizada ou *flashover*, ficando toda a área envolvida pelas chamas. Se, ao contrário, a oxigenação for inadequada, a queima se torna mais lenta e a combustão incompleta, pois não há oxigênio suficiente para sustentar o fogo. Grandes quantidades de calor e gases não pirolizados podem se acumular nos espaços não ventilados. Esses gases podem até atingir a temperatura de ignição, mas necessitam de oxigênio suficiente para se inflamar. Entretanto, o calor interior permanece e os gases inflamáveis, produtos da combustão, estão prontos para incendiar-se rapidamente. Se houver a oferta suficiente de oxigênio, esse ambiente explodirá. A essa explosão chamamos ignição explosiva ou *backdraft* (SANTA CATARINA, 2006).

2.2.4 Fase de desenvolvimento completo

A probabilidade de propagação do incêndio a partir da inflamação generalizada no ambiente de origem para outros ambientes e/ou edifícios adjacentes caracteriza o risco da propagação do incêndio (MITIDIERI; IOSHIMOTO, 1998).

De acordo com Seito *et al.* (2008), as principais características dessa fase incluem o aumento da temperatura do ambiente (valores acima de 1.100 °C), quando todos os materiais combustíveis entram em combustão, e ocorre propagação do incêndio por meio das aberturas internas, fachadas e cobertura da edificação.

Nesta fase, frequentemente, os incêndios se convertem em incêndios controlados pela falta de ventilação adequada, uma vez que, as chamas diminuem ou deixam de existir por falta de ar suficiente para mantê-las (as concentrações de oxigênio estão em torno de 8%). Na fase de desenvolvimento completo, o incêndio normalmente é reduzido a brasas e o ambiente torna-se completamente ocupado por fumaça densa (OLIVEIRA, 2005).

A geração de fumaça e de gases tóxicos, a redução da quantidade de oxigênio disponível e o calor desenvolvido em estágios mais avançados são fatos característicos das distintas fases do incêndio e que oferecem risco à vida humana.

A probabilidade de os fenômenos associados ao incêndio (fumaça, gases nocivos, calor e falta de oxigenação) provocarem lesões aos ocupantes do edifício, tanto os usuários como as pessoas envolvidas no salvamento e combate, define o risco à vida humana.

O risco à propriedade está presente desde o momento do início do incêndio e pode evoluir gradativamente, atingindo a inflamação generalizada no ambiente e a propagação do fogo para outros ambientes e edifícios vizinhos. A fumaça, os gases quentes e o calor danificam os materiais e equipamentos contidos na edificação, assim como a própria edificação (ou seja, seus elementos construtivos) e as edificações adjacentes. Portanto, o risco à propriedade é caracterizado pela probabilidade de ocorrência desses fatores. Quanto mais suscetível for o sistema construtivo à ação do incêndio, maior será o risco à propriedade. O colapso estrutural de partes do edifício pode implicar em danos às áreas não atingidas pelo fogo e também a edifícios vizinhos.

2.2.5 Fase de diminuição

Nessa fase, o incêndio diminui de intensidade e de severidade na proporção em que os materiais combustíveis estão se acabando (SEITO *et al.*, 2008). Novamente o incêndio torna-se controlado, agora por falta de material combustível. A quantidade de fogo e a temperatura podem diminuir, entretanto, as brasas podem manter a temperatura elevada durante algum tempo (SANTA CATARINA, 2006).

Para Oliveira (2005) esse estágio representa a decadência do fogo, ou seja, a redução progressiva das chamas até seu completo desaparecimento, quer por exaustão dos materiais

combustíveis que tiveram todo seu gás combustível emanado e consumido, quer pela carência de oxigênio ou mesmo pela supressão do fogo pela eficaz atuação de combatentes.

2.3 Projeto de incêndio eficaz

Harmathy (1984) definiu um edifício seguro contra incêndio como aquele em que há alta probabilidade de que todos os ocupantes sobrevivam a um incêndio sem sofrer qualquer ferimento e no qual os danos à propriedade serão confinados às vizinhanças imediatas ao local em que o fogo se iniciou. Para que tal segurança seja atingida, faz-se necessário a elaboração de um projeto que, se perfeitamente executado, possibilite a real prevenção e combate a possíveis incêndios.

Os requisitos principais que o projetista deve ter em mente para elaborar um projeto de incêndio eficaz são a evacuação segura por parte dos ocupantes, a entrada segura dos bombeiros e equipes de resgate, a prevenção de que o fogo se espalhe pelas propriedades vizinhas e proteger a estrutura dos efeitos do fogo (BUCHANAN, 1999).

Os requisitos funcionais que o projetista deve levar em consideração durante a elaboração de um projeto de incêndio eficaz estão ligados às etapas de seu desenvolvimento e aos riscos existentes em cada etapa. No Quadro 1, pode-se observar a relação entre os riscos presentes durante o sinistro e os objetivos que o projetista deve ter em mente para extingui-los ou minimizá-los.

Quadro 1: Relação entre os objetivos da segurança e as categorias de risco

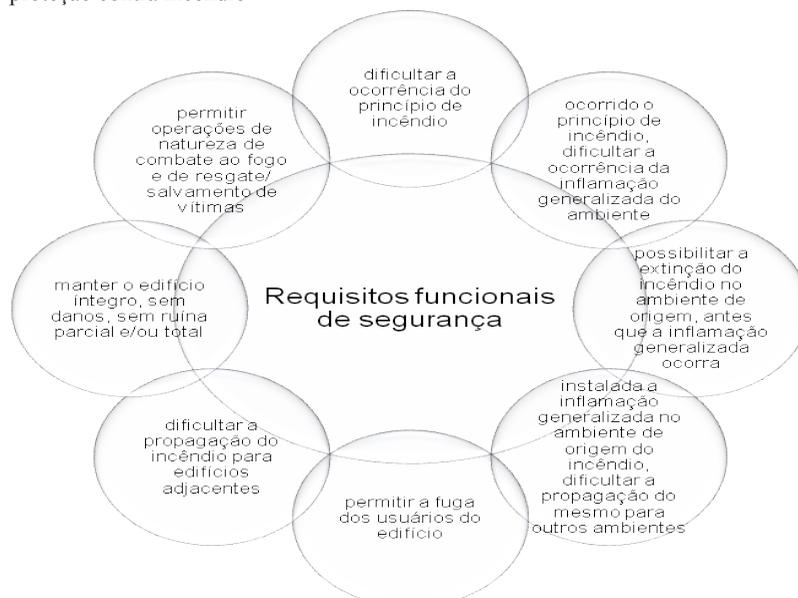
Categoria de risco	Objetivos gerais	Objetivos específicos
Risco de início do incêndio	- Redução de perdas humanas; - Redução de perdas econômicas; - Redução de perdas sociais.	- Segurança da vida humana; - Segurança da propriedade atingida.
Risco do crescimento do incêndio	- Redução de perdas humanas; - Redução de perdas econômicas; - Redução de perdas sociais.	- Segurança da vida humana; - Segurança da propriedade atingida.
Risco da propagação do incêndio	- Redução de perdas humanas; - Redução de perdas econômicas; - Redução de perdas sociais.	- Segurança da vida humana; - Segurança da propriedade atingida; - Segurança da propriedade adjacente.
Risco à vida humana	- Redução de perdas humanas; - Redução de perdas sociais.	- Segurança da vida humana.
Risco à propriedade	- Redução de perdas humanas; - Redução de perdas econômicas; - Redução de perdas sociais.	- Segurança da vida humana; - Segurança da propriedade atingida; - Segurança da propriedade adjacente.

Fonte: Mitidieri e Ioshimoto (1998).

Na Figura 5 demonstra-se a relação dos requisitos funcionais que, de acordo com Seito *et al.* (2008), devem ser contemplados no processo produtivo e no uso do edifício para

extinguir os riscos. A partir da garantia do atendimento aos requisitos funcionais obtém-se o chamado Sistema Global de Segurança Contra Incêndio.

Figura 5: Requisitos funcionais de segurança para obtenção de um projeto eficaz na proteção contra incêndio



Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com os requisitos apresentados, a segurança contra incêndio precisa ser considerada em todas as etapas de elaboração do projeto de uma edificação.

Segundo Seito *et al.* (2008), “grande parte da segurança contra incêndio dos edifícios é resolvida na fase de projeto, e se algum dos requisitos funcionais for desconsiderado, o edifício ficará suscetível a riscos de inconveniências funcionais, gastos excessivos e níveis de segurança inadequado”. Contudo, ressalta-se que parte considerável dos problemas com relação à proteção contra incêndio ocorre durante a fase de operação do edifício e depende da caracterização do tipo de ocupação, de usuário e das regulamentações prescritivas existentes.

As medidas de prevenção contra incêndio se destinam a prevenir a ocorrência do início do incêndio. Já as medidas de proteção contra incêndio são aquelas que visam à proteção da vida humana, da propriedade e dos bens materiais dos danos

causados pelo incêndio instalado no edifício. Posto isso, analisando o sistema global de segurança contra incêndio, as medidas de proteção se manifestam quando as medidas de prevenção falham, ocasionando o surgimento do incêndio.

As medidas de proteção contra incêndio compõem os elementos do sistema global, ou seja, limitação do crescimento do incêndio, limitação da propagação do incêndio, evacuação segura do edifício, precaução contra o colapso estrutural e rapidez, eficiência e segurança nas operações de combate e resgate (BERTO, 1991).

No Quadro 2 são apresentadas as principais medidas de prevenção e de proteção contra incêndio no âmbito do processo produtivo (dispostas com relação aos aspectos construtivos) e do uso dos edifícios (resultantes das fases de operação e manutenção do edifício).

Quadro 2: Sistema Global da Segurança contra Incêndio

Elemento	Principais medidas contra incêndio	
	Relativas ao processo produtivo do edifício	Relativas ao uso do edifício
Precaução contra o início do incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - Correto dimensionamento e execução de instalações de serviço; - Distanciamento seguro entre fontes de calor e materiais combustíveis; - Provisão de sinalização de emergência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Correto dimensionamento e execução de instalações do processo; - Correta estocagem e manipulação de líquidos inflamáveis e combustíveis e de outros produtos perigosos; - Manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos e instalações que podem provocar o início do incêndio; - Conscientização do usuário para a prevenção do incêndio.
Limitação do crescimento do incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos; - Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos.
Extinção inicial do incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - Provisão de equipamentos portáteis; - Provisão de sistema de hidrantes e mangotinhos; - Provisão de sistema de chuveiros automáticos; - Provisão de sistema de detecção e alarme; - Provisão de sinalização de emergência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos de proteção destinados à extinção inicial do incêndio; - Elaboração de planos para a extinção inicial do incêndio; - Treinamento dos usuários para efetuar o combate inicial do incêndio; - Formação e treinamento de brigadas de incêndio.
Limitação da propagação do incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - Compartimentação horizontal; - Compartimentação vertical; - Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos; - Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos destinados a compor a compartimentação horizontal e vertical; - Controle da disposição de materiais combustíveis nas proximidades das fachadas.
Evacuação segura do edifício	<ul style="list-style-type: none"> - Provisão de sistema de detecção e alarme; - Provisão de sistema de comunicação de emergência; - Provisão de rotas de fuga seguras; - Provisão do sistema de iluminação de emergência; - Provisão do sistema do controle do movimento da fumaça; - Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos destinados a garantir a evacuação segura; - Elaboração de planos de abandono do edifício; - Treinamento dos usuários para a evacuação de emergência; - Formação e treinamento de brigadas de evacuação de emergência.
Precaução contra a propagação do incêndio entre edifícios	<ul style="list-style-type: none"> - Distanciamento seguro entre edifícios; - Resistência ao fogo da envoltória dos edifícios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos (na envoltória do edifício); - Controle da disposição de materiais combustíveis nas proximidades das fachadas.
Precaução contra o colapso estrutural	<ul style="list-style-type: none"> - Resistência ao fogo dos elementos estruturais; - Resistência ao fogo da envoltória do edifício. 	---
Rapidez, eficiência e segurança das operações de combate e resgate	<ul style="list-style-type: none"> - Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos; - Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos.

Fonte: Berto (1991).

2.4 A elaboração de projetos de proteção contra incêndios e a legislação vigente

A 23ª norma regulamentadora do trabalho, cujo título é Proteção Contra Incêndios, em sua publicação na Portaria nº 3.214/78, estabeleceu sobre as medidas de proteção contra incêndios que deveriam dispor os locais de trabalho, visando à prevenção da saúde e da integridade física dos trabalhadores. Desde sua publicação, essa norma serviu de base para a elaboração de projetos de incêndio, orientando os profissionais quanto aos requisitos fundamentais para a segurança contra incêndio dos ambientes coletivos. Essa norma relacionava especificações quanto às classes de fogo, os tipos de extintores a serem utilizados em cada classe e sua inspeção periódica, exercícios de alerta, sinalização, meios de evacuação, dentre outras especificações.

A nova redação dada à NR23 pela Portaria nº 221, de 6 de maio de 2011, em seu item 23.1, delega competências fundamentais para ação dos órgãos do Corpo de Bombeiros Militar de cada estado e delega, para o empregador, a providência de treinar os empregados a utilizar equipamentos de combate ao incêndio, procedimentos de evacuação e sistema de alarmes. A nova redação mantém a obrigatoriedade da existência de saídas e vias de emergência sinalizadas, em números suficientes e desobstruídas. Galli, Silva e Casagrande (2012), afirmam que “as atualizações das normas regulamentadoras visam eliminar contradições normativas, e ilustra que a legislação tende a unificar-se”. No Brasil, cada estado possui um Corpo Militar de Bombeiros, e cada Corpo Militar de Bombeiros possui legislação específica e respectivas exigências de projetos.

No Estado de Mato Grosso do Sul, a normatização de proteção e combate a incêndio é regida pela Lei nº 1.092, de 6 de setembro de 1990. Na leitura dessa lei o projetista obtém a relação de documentos e as orientações necessárias para a elaboração do projeto, levando em consideração os critérios de segurança e objetivando minimizar as probabilidades de propagação do fogo para prédios vizinhos. Na Lei nº 1.092/90 estão descritas as exigências mínimas quanto à localização, arranjo físico e construção dos edifícios, bem como, meios de fuga, meios de alerta, sistema de combate a incêndio que possam ser utilizados pelos ocupantes de uma edificação.

De acordo com o Corpo Militar de Bombeiros de Mato Grosso do Sul, as medidas de proteção exigidas na Lei nº 1.092/90, devem seguir a recomendações técnicas de dimensionamento das Normas da ABNT, quando existentes. Dentre as referidas normas cita-se a NBR 9.077 (2001), que dispõe a respeito das Saídas de Emergência. Conforme já exposto, o correto dimensionamento das Saídas de Emergência é fundamental tanto para o abandono em segurança dos ocupantes do local, quanto para o acesso de auxílio externo para o combate ao fogo e a retirada da população. A NBR 9.077 (2001) adota a metodologia de dimensionamento das “Saídas de Emergência” de acordo com a ocupação da

edificação. Outras normas mencionadas pelo Corpo Militar de Bombeiros de Mato Grosso do Sul são a NBR 17.240 (2010), que dispõe sobre os “Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio” e a NBR 10.898 (1999), que aborda o “Sistema de Iluminação e Emergência”.

3 Conclusão

O êxito na obtenção da efetiva segurança contra incêndio é dependente do conhecimento prévio dos objetivos dessa segurança e dos requisitos funcionais a serem ali atendidos.

As ações adotadas para alcançar a segurança adequada em uma edificação devem ser coerentes e implantadas de maneira conjunta. Essas ações constituem o sistema global de segurança contra incêndio, o qual é particular a cada edifício. Sua concepção e seu desenvolvimento cabem a um profissional da área, o qual após análise de todos os aspectos da edificação esteja apto a aplicar os requisitos necessários para a obtenção da segurança global contra incêndio.

Conclui-se, ainda, que os Códigos Prescritivos são generalistas e determinam as recomendações de segurança a partir do tipo de ocupação e da finalidade da edificação. Observa-se que os projetos resultantes dessa metodologia, muitas vezes, não garantem a segurança dos ocupantes em caso de incêndio. Como não se trata de uma análise individualizada das necessidades do local, a mínima segurança exigida para um determinado tipo de ocupação pode exceder (economicamente) a segurança que seria necessária utilizando-se uma metodologia de desempenho.

O Brasil utiliza a metodologia dos códigos prescritivos. No entanto, com a nova redação dada à NR-23, observa-se que se está no caminho de adotar uma legislação unificada, demonstrando certa preocupação dos órgãos públicos em uniformizar as exigências de projeto. Tal fato, em muitos países culminou na adoção da metodologia baseada no desempenho.

Referências

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9.077. Saídas de emergência em edifícios*. Rio de Janeiro, 2001.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.898. Sistema de iluminação de emergência*. Rio de Janeiro, 1999.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13.860. Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndios*. Rio de Janeiro, 1997.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 17.240. Sistema de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndios - Requisitos*. Rio de Janeiro, 2010.
- BERTO, A.F. *Medidas de proteção contra incêndio: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. *Série Saúde & Tecnologia. Textos de apoio à programação*

- física dos estabelecimentos assistenciais de saúde*. Condições de Segurança Contra Incêndio. Brasília, MS, 1995.
- BUCHANAN, A.H. Implementation of performance-based fire codes. *Fire Safety J.*, v.32, 1999.
- BUCHANAN, A.H. *Fire engineering design guide*. Christchurch: University of Canterbury, 2001.
- BURGESS, I. *Structural steelwork eurocodes: introduction to EC3 fire engineering - Design of steel structures*. Sheffield: University of Sheffield, 2001.
- CAMILLO JÚNIOR, A.B. *Manual de prevenção e combate a incêndio*. São Paulo: Senac, 2008.
- CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul. *Relatório técnico: análise do sinistro na Boate Kiss*, em Santa Maria, RS. Porto Alegre: CREA-RS, 2013.
- FITZGERALD, R. *The anatomy of building fire safety. The framework center for fire safety studies*. Worcester: Polytechnic Institute, 2003.
- FUNDACENTRO. *Curso de engenharia do trabalho*. São Paulo: Fundacentro, 1981.
- GALLI, A.; SILVA, M.C.; CASAGRANDE JR., E.F. A importância da atualização das normas técnicas nas questões de saúde e a segurança dos trabalhadores. *Rev. Educ. Tecnol.*, n.11, p.22-45, 2012.
- HARMATHY, T.Z. Burning, pyrolysis, combustion and charoxidation. Need for clarifying terminology. *Fire Mater.*, v.8, n.4, p.224-226, 1984.
- ISO - International Standardization for Organization. ISO 8421 Part 1. *General terms and phenomena of fire*. Genève. Switzerland, 2000.
- LO, S.M. *et al. A simulation model for studying the implementation of performance-based fire safety design in buildings*. Automation in Construction, 2008. Disponível em <<http://www.elsevier.com/locate/autcon>>. Acesso em: 22 fev. 2014.
- MELHADO, S.B. *Edifícios de estrutura de aço: segurança contra incêndio e sistemas de proteção da estrutura*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- MFB & CFA. *Guideline 33. Performance Based Design within the Built Environment*. Version 2, January 2011.
- MITIDIERI, M. *Proposta de classificação de materiais e componentes construtivos com relação ao comportamento frente ao fogo*. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- MITIDIERI, M.; IOSHIMOTO, E. Proposta de classificação de materiais e componentes construtivos com relação ao comportamento frente ao fogo: reação ao fogo. *Boletim Técnico Escola Politécnica da USP*, 1998.
- NR-23 – Proteção contra Incêndios. Portaria nº 3.214, de julho de 1978. Disponível em: <<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/05/mtb/23.htm>>. Acesso em: 8 fev. 2014.
- NR-23 – Proteção contra Incêndios. Portaria nº 221, de 6 de maio de 2011. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 8 fev. 2014.
- OLIVEIRA, M. *Manual de estratégias, táticas e técnicas de combate a incêndio estrutural*. Florianópolis: Editograf, 2005.
- ONO, R. *Segurança contra incêndio em edificações: um sistema de coleta e análise de dados para avaliação de desempenho*. 1997. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros Militar. *Apostila do Curso de Formação de Bombeiro Combatente*. Florianópolis, 2006.
- SÃO PAULO. CT nº CCB-017/600/13 - Polícia Militar do Estado de São Paulo Comando do Corpo de Bombeiros Departamento de Segurança Contra Incêndio. Consulta Técnica. Disponível em: <<http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br>>. Acesso em: 16 fev. 2014.
- SÃO PAULO. CT nº CCB-018/600/13 - Polícia Militar do Estado de São Paulo Comando do Corpo de Bombeiros Departamento de Segurança Contra Incêndio. Consulta Técnica. Disponível em: <<http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br>> Acesso em: 16 fev. 2014.
- SÃO PAULO. Decreto nº 35.639, de 16 de outubro de 1959, do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/alesp/legislacao.html>> Acesso em: 8 fev. 2014.
- SÃO PAULO. Decreto nº 38.069, de 14 de dezembro de 1993, do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/alesp/legislacao.html>> Acesso em: 8 fev. 2014.
- SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 56.819, de 10 de março de 2011, do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/alesp/legislacao.html>> Acesso em: 8 fev. 2014.
- SÃO PAULO LEI nº 1.092, de 6 de setembro de 1990, do Estado do Mato Grosso do Sul. Disponível em: <<http://www.bombeiros.ms.gov.br/index.php?inside=1&tp=3&show=1451>>. Acesso em: 8 fev. 2014.
- SÃO PAULO LEI nº 6.235, de 28 de agosto de 1961, do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/alesp/legislacao.html>> Acesso em: 8 fev. 2014.
- SÃO PAULO. LEI nº 8.563, de 31 de dezembro de 1964, do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/alesp/legislacao.html>> Acessado em: 8 fev. 2013.
- SEITO, A.I. *et al. A segurança contra incêndio*. São Paulo: Projeto, 2008.
- TAVARES, R.M. Prescriptive codes VS. Performance-based codes: which one is the best fire safety code for the brazilian context? *Safety Sci. Monit.*, v.12, n.1, 2008
- VARGAS, M.R.; SILVA, V.P. *Resistência ao fogo das estruturas de aço*. Rio de Janeiro: IBS, 2003.