



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**Planejamento para situações de emergência como
ferramenta no Gerenciamento dos Riscos de Incêndio.**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

KATIA MARIA ALVES DA SILVA

Orientadora: Prof^ª. Dayse Cavalcanti de Lemos Duarte, Ph.D.

RECIFE, MARÇO/ 2006.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Silva, Katia Maria Alves da
Planejamento para situações de emergência
como ferramenta no gerenciamento de riscos de
incêndio / Katia Maria Alves da Silva. – Recife : O
Autor, 2006.

98 folhas : il., fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal
de Pernambuco. CTG. Engenharia de Produção, 2006.

Inclui bibliografia, apêndices e anexos.

1. Engenharia de produção – Gerenciamento de
riscos. 2. Incêndios – Edifícios escolares. 3.
Segurança contra incêndios – Processos de
evacuação. I. Título.

658.5
628.922

CDU (2.ed.)
CDD (22.ed.)

UFPE
BC2006-326



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE

KÁTIA MARIA ALVES DA SILVA

**“Planejamento para Situações de Emergência como Ferramenta
no Gerenciamento dos Riscos de Incêndio”.**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: **GERÊNCIA DA PRODUÇÃO**

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a aluna KÁTIA MARIA ALVES DA SILVA **APROVADA**.

Recife, 29 de março de 2006.

Profª. DAYSE CAVALCANTI DE LEMOS DUARTE, PhD (UFPE)

Profª. VILMA MARIA VILLAROUCO SANTOS, Doutor (UFPE)

Prof. MAURÍCIO ROCHA DE CARVALHO, Doutor (UFPE)

PÁGINA DEDICATÓRIA

Gostaria de dedicar este trabalho a algumas pessoas especiais em minha vida.

A meu pai (in memória) pelo esforço em nos educar.

À minha mãe por sempre acreditar que a maior herança seria o acesso ao conhecimento.

Às minhas irmãs, que sempre estiveram presentes ao longo deste caminho.

À Beatriz Valentim, minha querida sobrinha, mesmo em sua inocência abriu mão de nossas brincadeiras para que eu pudesse estudar e concluir este trabalho.

A Sandro Rezende, obrigada pelo carinho e apoio.

A todos meu muito obrigada por tudo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo que ele tem me proporcionado.

À Dra. Dayse Duarte, por ter me aceito como sua orientanda, por me incentivar a crescer como pessoa e profissionalmente. Agradeço, sobretudo, a paciência durante o desenvolvimento desta dissertação de mestrado.

À minha família, pelo incentivo e apoio.

Às minhas grandes amigas nesta caminhada, por ordem alfabética: Andreza, Ana Maria e Helga, todo o meu agradecimento pelo incentivo e amor.

À Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAUPE, por ter incentivado e financiado este mestrado.

À Faculdade de Odontologia de Pernambuco – FOP / UPE.

Aos colegas e colaboradores do RISCTEC.

As alunas: Claudinha, Carla, Karenine, Marina Bianca e Pollyanna, por sempre acreditarem no meu trabalho.

A Jorge e Leonardo do laboratório de informática da FAUPE, pela paciência e apoio na elaboração e finalização da minha dissertação.

Aos Doutores Vilma Villarouco e Maurício Rocha por fazerem parte da banca examinadora de presente dissertação.

À UFPE e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção pela oportunidade de aprendizado.

RESUMO

Uma edificação segura contra incêndio pode ser definida como aquela em que há uma baixa probabilidade de início de incêndio e para a qual, em caso de incêndio, há uma alta probabilidade de que todos os seus ocupantes irão sobreviver. Para que uma edificação seja considerada segura, deve-se partir do princípio que será dada importância às medidas ou ações de segurança que estão ligadas ao desenvolvimento do incêndio como também o comportamento da edificação diante deste desenvolvimento.

Mas para isto se faz necessário estabelecer condições que propiciem este objetivo, como: os ocupantes serem capazes de escapar sob condições razoáveis de segurança sem se exporem às consequências dos produtos do incêndio (calor, fumaça e gases tóxicos) antes que estes se tornem prejudiciais à saúde do ocupante como também a possibilidade de um colapso total e ou parcial da edificação.

O presente trabalho tratou da contribuição das defesas passivas no sucesso ou não de uma evacuação. Através da realização de uma avaliação das condições das defesas ativas e passivas verificadas em Instituições de Ensino Superior da Cidade do Recife e na Cidade de Camaragibe Região Metropolitana do Recife, RMR foi possível traçar um panorama das condições atuais destas defesas. Também foi possível avaliar as reações dos ocupantes submetidos a uma simulação de uma situação de emergência realizada em uma das instituições de ensino superior estudadas sob o aspecto da contribuição das defesas passivas.

Palavras-chave: Incêndio, rotas de fuga, percepção do risco de incêndio, segurança contra incêndios.

ABSTRACT

A safe construction against fire can be defined as that one where it has low a probability of beginning of fire and for which, in fire case, it has one high probability of that all its occupants will go to survive. So that a construction is considered insurance, it must be left of the principle that will be given importance to the measures or actions of security that is on to the development of the fire as well as the behavior of the construction ahead of this development.

But for this if it makes necessary to establish conditions that propitiate this objective, as: the occupants to be capable to escape under reasonable conditions of security without if displaying to the consequences of the products of the fire (toxic heat, smoke and gases) before these if as well as become harmful the health of the occupant the possibility of a total collapse and or partial of the construction.

The present work dealt with the contribution of the passive defenses in the success or not of an evacuation. Through the accomplishment of an evaluation of the conditions of the active and passive defenses verified in Institutions of Superior Education of the City of Recife and in the City of Camaragibe Region Metropolitan of Recife, RMR was possible to trace a panorama of the current conditions of these defenses. Also it was possible to evaluate the reactions of the occupants submitted to a simulation of a situation of emergency carried through in one of the studied institutions of superior education under the aspect of the contribution of the passive defenses.

Keywords: Fire, routes of escape, perception of the fire risk, security against fires.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	13
3. METODOLOGIA	14
4. REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1 Histórico	16
4.2 Conceitos básicos de segurança contra incêndio	18
4.3 Processo de evacuação em edifícios	24
4.3.1 O incêndio	24
4.3.1.1 Comportamento de um incêndio	25
4.3.1.2 Classificação dos incêndios	31
4.3.1.2.1 Pela natureza dos materiais	31
4.3.1.2.2 Pela quantidade dos materiais	34
4.3.1.3 Fatores que influenciam a severidade de um incêndio	34
4.3.2 O edifício (defesas)	37
4.3.3 O ocupante	40
4.3.3.1 Resposta fisiológica aos efeitos do incêndio	40
4.3.3.2 Análise dos produtos da combustão	41
4.3.3.3 Comportamento do ocupante na evacuação	43
4.3.4 Análise dos tempos	45
4.3.4.1 ASET (tempo disponível para saída segura)	47
4.3.4.2 RSET (tempo necessário para saída segura)	48
4.3.5 A evacuação baseada em modelos computacionais	51
5.0 EXPERIMENTOS	52
5.1 Experimento 1 - Pesquisa nas Instituições de Ensino Superior	52
(IES)	
5.1.1 Objetivo	52
5.1.2 Coleta de dados	52
5.1.3 Resultados e análise dos dados	56

5.2 Experimento 2 - Procedimentos para o experimento sobre tempo de resposta das pessoas durante uma situação de emergência na Faculdade de Odontologia de Pernambuco - FOP	69
5.2.1 O experimento	69
5.2.2 Dados coletados	69
5.2.3 Equipamentos	70
5.2.3.1 Posições das câmaras	70
5.2.4 Equipe	70
5.2.4.1 Atribuições da equipe	70
5.2.4.2 Ações dos membros da equipe	71
5.2.5 Documentação	72
5.2.5.1 Documento de consentimento	72
5.2.5.2 Questionário	72
5.3 Resultados e análise dos dados	72
6.0 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	
ANEXOS	
APÊNDICES	

FIGURAS

- Figura 4.1 - Ações do Sistema Global de Segurança contra Incêndios
- Figura 4.2 - Exemplos de tipos de compartimentação
- Figura 4.3 - Definição de Incêndio
- Figura 4.4 - Curva típica do comportamento de um incêndio
- Figura 4.5 - Estágios do desenvolvimento de um incêndio
- Figura 4.6 - Estágios do comportamento de um incêndio em um ambiente fechado
- Figura 4.7 - Definição das condições perigosas
- Figura 4.8 - Processo de emergência em um incêndio
- Figura 4.9 - Gerenciamento de uma emergência
- Figura 5.10 - Curva de Gauss
- Figura 5.11 - Escada tipo protegida
- Figura 5.12 - Escada tipo enclausurada
- Figura 5.13 - Escada tipo a prova de fumaça
- Figura 5.14 - Comprometimento da saída com o giro da porta para dentro
- Figura 5.15 - Comprometimento da saída com o giro da porta para fora
- Figura 5.16 - Solução para abertura da porta sem comprometer a saída
- Figura 5.17 – Planta baixa do pavimento superior
- Figura 5.18 - Posicionamento das câmeras
- Figura 5.19 – Processo de decisão do ocupante
- Figura 5.20 - Participação em treinamentos
- Figura 5.21 - Período em que foi feito o treinamento
- Figura 5.22 - Entendimento do aviso
- Figura 5.23 – Grau de importância da atividade desenvolvida no momento da evacuação
- Figura 5.24 - Motivação para sair do local

TABELAS

- Tabela 4.1 - Vantagens e desvantagens dos códigos prescritivos e baseados no desempenho
- Tabela 4.2 - Principais medidas de prevenção e proteção contra incêndios
- Tabela 4.3 - Contribuição de algumas fontes de ignição para a indústria de processamento e o setor de estocagem

Tabela 4.4 - Classificação dos incêndios quanto a natureza dos materiais
Tabela 4.5 - Classificação dos incêndios pela quantidade de materiais
Tabela 4.6 - Contribuição dos fatores e sua severidade no incêndio
Tabela 4.7 - Dimensionamento dos meios de escape dos códigos estaduais
brasileiros
Tabela 4.8 - Associação do grau de risco à carga de incêndio
Tabela 4.9 - Causa de mortes em incêndios em edifícios
Tabela 4.10 - Efeitos do decaimento de oxigênio no ser humano
Tabela 4.11 - Efeitos da temperatura no corpo humano
Tabela 5.12 - Tipos de rotas de fuga
Tabela 5.13 - Tipos de materiais de acabamento nas rotas de fuga
Tabela 5.14 - Condições das rotas de fuga
Tabela 5.15 - Portas das saídas de emergência
Tabela 5.16 - Proteção das escadas
Tabela 5.17 - Quadro de ocupações e exigências
Tabela 5.18 - Sinalização de emergência
Tabela 5.19 - Sistema de iluminação de emergência
Tabela 5.20 - Proteção por sistema de detecção e alarme
Tabela 5.21 - Áreas de risco no interior da ocupação
Tabela 5.22 - Participação em treinamentos de emergência
Tabela 5.23 - Resultados do entendimento sobre o aviso dado
Tabela 5.24 - Respostas sobre a reação dos alunos no momento do aviso
Tabela 5.25 - Atividade desenvolvida no momento do aviso
Tabela 5.26 - Alternativas relacionadas com o incêndio
Tabela 5.27 - Tipo de risco oferecido pelo prédio da biblioteca
Tabela 5.28 - Reação do ocupante mediante uma situação de incêndio

EQUAÇÕES

Equação 1 - Energia liberada durante um incêndio

Equação 2 - Tamanho da amostra

1. INTRODUÇÃO

Uma edificação segura contra incêndio pode ser definida como aquela em que há uma baixa probabilidade de início de incêndio e para a qual, em caso de incêndio, há uma alta probabilidade de que todos os seus ocupantes irão sobreviver. Os obstáculos da arquitetura devem ser mínimos, ou seja, os elementos estruturais e arquitetônicos impedirão a propagação da chama em caso de incêndio. Como resultado, há uma alta probabilidade de sobrevivência dos ocupantes. (Fitzgerald, 2004).

Logo, é imprescindível e urgente o entendimento de como o incêndio se inicia e se propaga, bem como o comportamento dos ocupantes do edifício durante um incêndio. Dentro desse contexto, o atendimento aos requisitos de segurança das medidas ou ações, pode contribuir para o estudo sobre o sucesso ou não de um processo de evacuação, que tem como destaque a questão do tempo necessário para retirada das pessoas e o tempo de propagação do incêndio, antes do envolvimento do ambiente pelas chamas.

Para que uma edificação seja considerada segura, deve-se partir do princípio de que será dada importância às medidas ou ações de segurança que estão ligadas ao desenvolvimento do incêndio como também o comportamento da edificação diante desse desenvolvimento.

Segundo a National Fire Protection Association, NFPA 101 (2003, p.26) “a capacidade em evacuar edificações é definida como a habilidade dos ocupantes, residentes e funcionários isolados ou em grupo, evacuarem de um edifício ou mesmo se deslocarem de um local da edificação comprometida pelo fogo para outro local seguro”. O objetivo da segurança de vida é atingido quando os ocupantes de um local atingido pelo fogo chegam a um local seguro, ou seja, estejam livres dos produtos da combustão e do calor provenientes do incêndio. O tempo necessário para atingir os locais dimensionados para abrigar os ocupantes no caso de uma relocação dentro do próprio edifício comprometido pelo fogo, deverá levar em conta a eficiência dos sistemas de proteção existentes no edifício.

Para isso se faz necessário estabelecer condições que propiciem este objetivo, como: os ocupantes serem capazes de escapar sob condições razoáveis de segurança sem se exporem às conseqüências dos produtos do incêndio (calor, fumaça e gases tóxicos) antes que estes se tornem prejudiciais à saúde do ocupante; as operações de assistência e resgate dos ocupantes sejam realizadas sem riscos excessivos à segurança da vida e a adoção de procedimentos

que não comprometam a segurança dos ocupantes, bombeiros e vizinhança na possibilidade de um colapso total e ou parcial da edificação.

O presente trabalho tratará da contribuição das defesas passivas no sucesso ou não de uma evacuação. Através da realização de uma avaliação das condições das defesas ativas e passivas verificadas em instituições de ensino superior da Cidade do Recife e na Cidade de Camaragibe Região Metropolitana do Recife, RMR foi possível traçar um panorama das condições atuais destas defesas. Também foi possível avaliar as reações dos ocupantes submetidos a uma simulação (que chamaremos de experimento), de uma situação de emergência realizada em uma das instituições de ensino superior estudadas sob o aspecto da contribuição das defesas passivas. O documento de referência tomado como base foi o Código de Segurança contra Incêndio e Pânico para o Estado de Pernambuco (COSCI-PE), vigente desde 1997.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Análise do Planejamento de Emergências em situações de incêndio para ocupações educacionais.

2.2 Objetivos específicos

Tratar a questão da segurança contra incêndio em edifícios escolares enfocando o estudo do comportamento dos ocupantes mediante uma situação de emergência.

Estudar como as rotas de fuga podem comprometer o sucesso de uma evacuação.

3. METODOLOGIA

O presente estudo buscou responder aos seguintes questionamentos: de que forma se apresenta às rotas de fuga em Instituições de Ensino Superior (IES) na RMR; e de que forma seria a reação dos estudantes de uma biblioteca mediante uma situação de emergência em uma das IES estudadas.

Os procedimentos metodológicos adotados no trabalho foram divididos em quatro fases:

Fase 01 – Referencial teórico

Nesta fase apresentada no capítulo 4 foram abordados os seguintes aspectos:

- ✍ Histórico sobre os grandes incêndios e a utilização de códigos de segurança contra os incêndios;
- ✍ Estudo a partir de uma visão de desempenho das variáveis envolvidas em um incêndio;
- ✍ Os fatores que influenciam o sucesso de uma evacuação.

Fase 02 – Buscou-se responder aos questionamentos citados através da realização de 02 (dois) experimentos com o objetivo de coletar dados experimentais que pudessem contribuir para o estudo da segurança contra os incêndios no tipo de ocupação escolhida (escolar).

Experimento 01 (*aplicação de um checklist* em Instituições de Ensino Superior)

O objetivo desse experimento foi identificar as condições físicas das rotas de fuga existentes nas IES. O estudo das rotas de fuga é importante, pois o tempo gasto durante o percurso até se chegar a um local seguro, distante dos produtos da combustão e do calor, é determinante no sucesso ou não de uma evacuação, tendo como documento de referência o Código de Segurança contra Incêndio e Pânico para o Estado de Pernambuco (COSCIPE, 1997) ver seção 5.1. No experimento nas IES, os dados foram obtidos com a aplicação de um *checklist* que abordou aspectos como: As defesas ativas e passivas existentes nas Instituições.

Experimento 02

Com o objetivo de identificar o comportamento e a percepção dos usuários de uma biblioteca ante o risco de incêndio foi realizado um experimento (simulação de uma situação de emergência) na biblioteca da Faculdade de Odontologia de Pernambuco (FOP), uma vez

que, a contribuição do ocupante através de seu comportamento diante de uma situação de incêndio pode interferir no tempo gasto no momento de uma evacuação. No experimento da biblioteca da FOP, os dados foram obtidos a partir da aplicação de um questionário aplicado após o experimento e com o registro visual, ver com mais detalhe no capítulo 5.2.

Fase 03 – Análise dos dados obtidos com os experimentos.

Fase 04 – Elaboração de recomendações para futuros projetos de segurança contra incêndios

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Histórico

A descoberta do fogo foi sem dúvida um marco na história da humanidade. Está presente na indústria de transformação e de processamento. Mas este mesmo fogo que beneficia a vida pode em muitos casos destruí-la. De uma maneira simplista, alguns profissionais definem o incêndio como sendo um fogo não controlado.

O processo de industrialização, o surgimento de novos materiais e técnicas iniciadas com a segunda Grande Guerra modificaram a maneira de construir, conseqüentemente, o modo de viver do homem. A adoção de novas técnicas construtivas, novos materiais de construção e de acabamento como também as instalações e equipamentos de serviços nas edificações incorporaram uma grande quantidade de materiais combustíveis sem haver uma preocupação com a segurança contra os incêndios. Com isso foram introduzidos à edificação riscos de incêndio que até então não existiam. Como conseqüência teve grandes e graves incêndios de acordo com Mitidieri (1998) e citado em Silva (2003).

Devido à ocorrência de grandes incêndios, despertou-se a preocupação por parte do poder público internacional de abordar o assunto no sentido de tratá-lo de maneira efetiva no que diz respeito à prevenção e ao combate a incêndios.

A partir daí foram criados os chamados Códigos de Segurança Contra Incêndio como é o caso do Brasil, baseados em falhas e experiências do passado. Estes códigos são conhecidos como Códigos Prescritivos.

Os Códigos Prescritivos são representados pelos códigos de segurança contra incêndios tradicionais, onde é estabelecida uma série de prescrições generalistas que todos os edifícios com determinado tipo de ocupação devem cumprir para assegurar a segurança contra incêndio das edificações. Observamos que os projetos resultantes deste tipo de código, mesmo quando rigorosamente seguidas suas prescrições, muitas vezes não garantem a segurança devida aos ocupantes da edificação no momento de um incêndio, pois a mínima segurança exigida pelos códigos prescritivos para um determinado tipo de ocupação pode exceder a segurança que seria necessária em algumas edificações, ou em muitos casos, ser menor do que a mínima segurança necessária para outras (Meacham, 1997) como citado em Silva (2003).

No Brasil, os códigos prescritivos denominados de Códigos de Segurança Contra Incêndio e Pânico estadual, são diferentes e têm uma legislação própria. Destaque merece o código do Estado de São Paulo por apresentar em seu texto uma visão próxima aos Códigos Baseados no Desempenho. Hoje existe segundo Lopes (2006) uma preocupação nacional em

unificar os códigos de segurança brasileiros em um só. O Estado que “encabeça” esta discussão é o Estado de Pernambuco.

Ao contrário dos Códigos Prescritivos e sua postura “reativa”, os Códigos Baseados no Desempenho aparecem como alternativa em propor uma análise do desempenho dos agentes ou variáveis envolvidas no evento do incêndio, a saber: dinâmica do incêndio, edificação e ocupante como tratam as seções 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3.

Os Códigos Baseados no Desempenho são considerados dinâmicos, pois os objetivos desejados são claramente definidos e apresentada ficando a critério dos projetistas a liberdade para escolher a solução que irá satisfazer os objetivos especificados, acarretando uma maior flexibilidade no projeto, desde que o objetivo maior, a segurança seja alcançada segundo Buchaman (1999).

Apresentamos a seguir na Tabela 4.1 um quadro comparativo entre os Códigos Prescritivos e os Códigos Baseados no Desempenho adaptado de HADJSOPHOCLEOUS (1999)

Tabela 4.1 - Vantagens e desvantagens dos códigos prescritivos baseados no desempenho. Adaptado de HADJSOPHOCLEUS, (1999)

	VANTAGENS	DESvantagens
CÓDIGOS PRESCRITIVOS	Análise direta, i.e., interpretação direta com o estabelecimento nas normas e códigos.	Recomendações específicas sem que a intenção das mesmas seja declarada
	Não são necessários engenheiros com uma qualificação mais específica	A estrutura dos códigos existentes é complexa
		Não é possível promover projetos mais seguros e a um custo menor
		Pouco flexíveis quanto a inovações
		É assumida uma única maneira de assegurar a segurança contra os incêndios
CÓDIGOS BASEADOS NO DESEMPENHO	Estabelecimento de objetivos de segurança claramente definidos, ficando a critério dos engenheiros a metodologia para atingi-los.	Dificuldade em definir critérios quantitativos, i.e., critérios de desempenho.
	Flexibilidade para a introdução de soluções inovadoras, as quais venham a atender aos critérios de desempenho.	Necessidade de treinamento, especialmente durante os primeiros estágios de implementação.
	Harmonização com normas e códigos internacionais	Dificuldade para análise e avaliação
	Possibilidade de projetos mais seguros e com custo menor	Dificuldades na validação das metodologias usadas na quantificação
	Introdução de novas tecnologias no mercado	

A fase de implementação de um código baseado no desempenho segundo Silva (2003) é precedida por uma etapa de transição que se denomina código de equivalência. Este

código apresenta enfoques alternativos para a segurança contra incêndios onde as recomendações sugeridas nos códigos prescritivos são examinadas sob as cláusulas de equivalência presentes no código. Sob estas cláusulas os projetistas podem convencer as autoridades responsáveis pela aprovação dos projetos que apesar da diferença apresentada pelo projeto na ótica de desempenho, há cumprimento dos objetivos estabelecidos pelos códigos prescritivos, Bukowski (1995).

4.2 CONCEITOS BÁSICOS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

Os objetivos fundamentais da Segurança Contra Incêndio são de minimizar o risco à vida e a redução da perda patrimonial como diz Vargas e Silva (2003).

Neste trabalho o risco à vida foi tratado como: a exposição ao calor e aos produtos tóxicos do incêndio (fumaça e gases tóxicos) e o eventual desabamento de elementos construtivos sobre os ocupantes ou sobre a equipe de combate ao fogo. A perda patrimonial será entendida como a destruição total ou parcial da ocupação, dos estoques e/ ou documentos; dos equipamentos ou dos acabamentos da ocupação afetada pelo fogo ou mesmo a vizinhança.

De acordo com Mitidieri (1998, p. 53) “as ações adotadas para que se alcance uma segurança adequada devem ser coerentes e implantadas de maneira conjunta”. Tais ações fazem parte segundo ele, de um Sistema Global da Segurança Contra Incêndio em edifícios denominado por SGSCI onde tais ações são dependentes do tipo de ocupação i.e. residenciais, comerciais, hospitalares etc.. Estas ações têm um caráter preventivo ou de proteção ilustrado na Figura 4.1 a seguir .

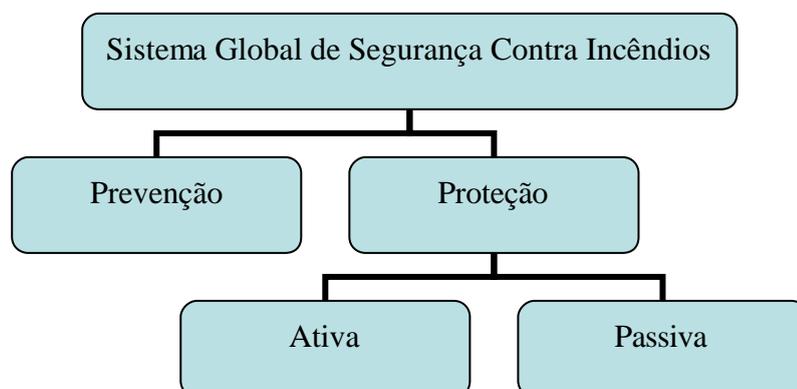


Figura 4. 1 – Ações do Sistema Global de Segurança Contra Incêndios(Carvalho,2001)

Baseados no desenvolvimento do incêndio, as ações adotadas no SGSCI devem atender aos seguintes requisitos de acordo com Mitidieri (1998):

1. Dificultar a ocorrência do princípio de incêndio, i.e. eliminar as fontes de ignição;
2. Ocorrido o princípio de incêndio, dificultar o comprometimento total do ambiente pelo fogo, fenômeno conhecido como “*flashover*” (ver seção 4.3.1.1);
3. Possibilitar a extinção do incêndio na sala de origem, antes que o “*flashover*” ocorra;
4. Instalado o “*flashover*” na sala de origem do incêndio, dificultar a propagação do mesmo para outros ambientes mantendo a integridade das barreiras;
5. Permitir a fuga dos ocupantes do edifício;
6. Evitar o comprometimento estrutural da edificação;
7. Permitir as operações de natureza de combate ao fogo e de resgate /salvamento de vítimas.

Baseado em Mitidieri (1998), Fitzgerald (2003) e Carvalho (2001), as medidas ou ações relativas a segurança contra incêndio em um edifício estão assim apresentadas:

“As **medidas de prevenção contra o incêndio** englobam todas aquelas associadas ao elemento precaução contra o início do incêndio, e destinam-se, exclusivamente, a prevenir a ocorrência do início do incêndio no sentido de limitar a probabilidade de ocorrência de um incêndio, ou seja, evitando as fontes de ignição. Engloba, por exemplo”:

? O estudo dos riscos de incêndio, derivados das atividades distintas exercidas pelo homem, como as desenvolvem e o meio onde são desenvolvidas;

? Analisar o local de armazenamento e forma de manuseamento de substâncias inflamáveis ou combustíveis;

? A utilização das instalações elétricas, de gás e aquecimento;

? Considerar os diversos materiais que podem ser atingidos pelo fogo, como também todos os aspectos que podem estar vinculados à origem ou causa dos incêndios;

? A prevenção contempla também a difusão e formulação de normas e regulamentações, de caráter geral, ou dirigida ao meio técnico profissional, com o objetivo de mudar atitudes e comportamentos diários, no sentido de evitar a ocorrência de incêndios.”

“As **medidas de proteção** contra incêndios são aquelas que se destinam a proteger a vida humana e os bens materiais dos efeitos nocivos do incêndio que já se desenvolve no edifício. Este tipo de medida será necessário na proporção em que as medidas de prevenção

das fontes de ignição venham a falhar, permitindo o surgimento do incêndio. Estas medidas compõem os seguintes elementos do SGCSI”:

- ? Limitação de propagação do incêndio;
- ? Precaução contra a propagação entre edifícios;
- ? Evacuação segura do edifício;
- ? Precaução contra o colapso estrutural;
- ? Rapidez, eficiência e segurança das operações de combate e resgate”.

*“Engloba todos os sistemas, equipamentos, edifícios, ou outras estruturas destinadas a reduzir ou controlar o risco para pessoas ou bens, detectando, extinguindo ou contendo o incêndio, procurando reduzir sua severidade”.*Carvalho, 2001.

Ao analisarmos as medidas de proteção do SGSCI tais medidas se subdividem em dois grupos que se complementam chamadas por Fitzgerald (2001) de “defesas contra o fogo”.

De acordo com Fitzgerald (2003) às **defesas ativas** (ou proteção ativa) estão relacionadas com ações que estimulam a ativação ou percepção das condições de fogo, ou seja, atuam apenas depois da ignição ter ocorrido. Têm como objetivo facilitar o combate ao incêndio e sua extinção. Exemplos de tais medidas são:

- 1 - Detecção automática, alarme e sistema de notificação;
- 2 - Sistema automático sprinkler;
- 3 - Operações do corpo de bombeiros;
- 4 - Existência de uma brigada de incêndio;
- 5 - Sistemas automáticos especiais de supressão do fogo;
- 6 - Atividades dos ocupantes: detecção, alerta, notificação ao corpo de bombeiros, extinção do incêndio, evacuação;
- 7 - Características especiais: controle de fumaça, força de emergência, fechamento automático de dutos ou portas, sinalização de emergência.

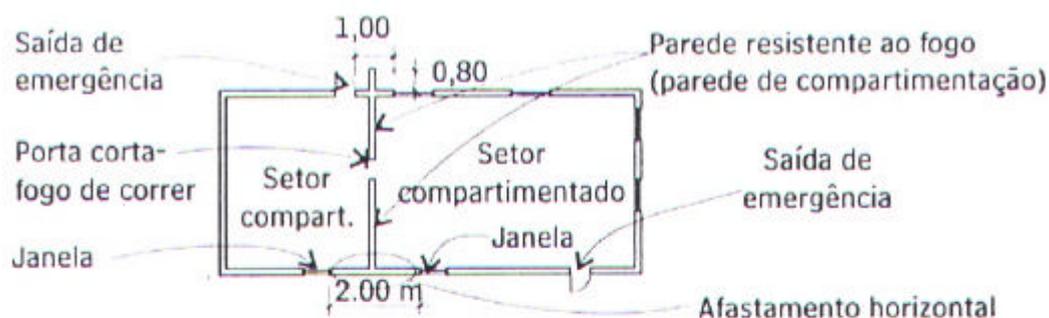
De acordo com Assis (2001), para o sucesso na detecção e extinção de um incêndio, faz-se necessário observar os seguintes aspectos:

1. Descobrir o foco de fogo logo que ele surja;
2. Dar imediato alarme;
3. Iniciar rápida ação de controle de extinção;

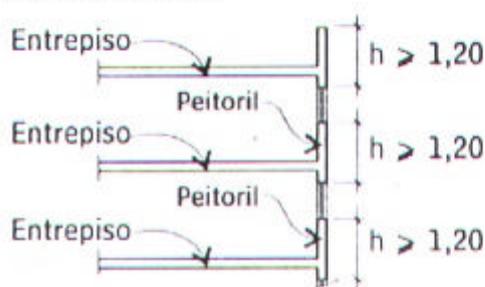
4. Manter contínua atuação sobre o fogo até sua extinção ou chegada do socorro eficiente. Assim, preservam-se os bens materiais e, sobretudo a vida humana que é princípio básico da segurança em edifícios.

Quanto às **defesas passivas** (ou proteção passiva) são definidas como componentes físicos inerentes à edificação na existência ou não de um incêndio, ou seja, de acordo com Carvalho (2001) são medidas que, não reduzindo a probabilidade de ocorrência de incêndio, nem atuando diretamente sobre um foco, limitam no entanto as suas conseqüências, retardando-lhes a propagação, dando tempo para a realização das operações de salvamento e combate, e assegurando a evacuação segura das pessoas. Exemplos de proteção passiva são: Proteção estrutural contra o fogo, existência de barreiras¹ para prevenir a propagação do calor e da fumaça para outros ambientes e a existência de um sistema de saídas (rotas de fuga). A proteção estrutural contra o fogo deve proporcionar um tempo de duração que a estrutura da edificação possa suportar sem entrar em colapso. A estrutura pode funcionar como barreira na prevenção contra o fogo. Exemplos disso temos as compartimentações horizontais e verticais na Figura 4.2 abaixo:

Compartimentação horizontal



Compartimentação vertical (Verga e peitoril)



Compartimentação vertical (Aba)

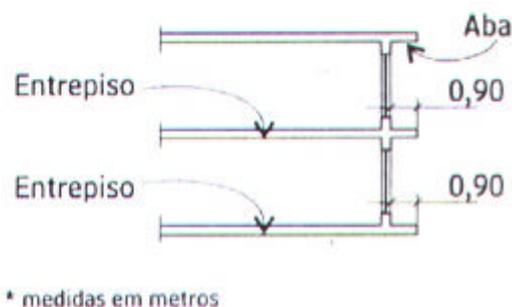


Figura 4.2 – Exemplos de tipos de compartimentação (Loturco,2004)

¹ Toda superfície que atrase ou impeça que os produtos da combustão se propaguem para espaços adjacentes ao comprometido pelo fogo (Fitzgerald,2003)

Os elementos construtivos que proporcionam a compartimentação vertical segundo Loturco (2004) são: as paredes corta-fogo, portas corta-fogo, vedadores corta-fogo, registros corta-fogo (damprs), selos corta-fogo e afastamento horizontal entre aberturas. As portas corta-fogo conforme especificado na Norma Brasileira, NBR 11742 e na NBR 11711 devem resistir a 02 (duas) horas de fogo.

No caso da compartimentação horizontal conforme o Capitão Silva, do Corpo de Bombeiros de São Paulo, citado em Loturco (2004), “pode servir como isolamento de risco ou simples divisão interna de ambientes é feita através de paredes e portas resistentes ao fogo”.

De um modo geral, as ações de precaução destinam-se a prevenir a ocorrência do início do incêndio. Já as ações de proteção, visam a proteção à vida humana, à propriedade e aos bens materiais, dos danos causados pelo incêndio. As medidas de proteção são adotadas quando as ações de prevenção falham ocasionando o incêndio.

Para entender melhor o Sistema Global da Segurança Contra Incêndio (SGSCI), Berto (1991), citado em Mitidieri (1998) apresenta as medidas que fazem parte do SGSCI relacionados com os aspectos:

Os aspectos construtivos de que trata o SGSCI estão relacionados ao processo produtivo de edifício ou às defesas passivas de que trata Fitzgerald (2003).

Os aspectos de uso do edifício estão relacionados com a operação e manutenção do edifício.

Em Berto (1991) são apresentadas na Tabela 4.2, a associação dos aspectos construtivos os de uso do edifício com as principais medidas de prevenção e proteção de que trata Mitidieri (1998).

Tabela 4.2 - Principais medidas de prevenção e proteção contra incêndios(Berto,1991)

ELEMENTO	PRINCIPAIS MEDIDAS DE PREVENÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	
	Relativas ao processo construtivo do edifício	Relativas ao uso do edifício
Prevenção 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 de processo. - correto armazenamento e manipulação de líquido inflamáveis e combustíveis e de outros produtos perigosos. - manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos e instalações que podem provocar o início do incêndio. - conscientização de utilizadores na prevenção incêndio.
Limitação do	- controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados nos elementos	- controle da quantidade de materiais combustíveis trazidos para o interior do

crescimento do incêndio	<p>construtivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados nos elementos. 	edifício.
Extinção inicial do incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - instalação de equipamentos portáteis do combate – extintores. - instalação de sistema de hidrantes / c arretéis. - instalação de sistema <i>de sprinklers</i>. - instalação de sistema de detecção e alarme. - instalação de sinalização de emergência. 	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção preventiva e corretiva de equipamentos de proteção destinados à extinção inicial do incêndio. - elaboração de planos para a extinção inicial do incêndio. - treinamento dos ocupantes para intervir no 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 nos elementos construtivos. - controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados nos elementos construtivos 	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção preventiva e corretiva de equipamentos de proteção passiva destinados a garantir 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"> - instalação de sistema de detecção e alarme. - instalação de sistema de comunicação de emergência. - implementação de rotas de fuga seguras. - instalação de sistema de iluminação de emergência. - instalação de sistema de controle de fumaça. - controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados nos elementos construtivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção preventiva e corretiva de equipamentos de proteção destinados a garantir a evacuação segura. - elaboração de planos para evacuação do edifício. - treinamento dos ocupantes para intervir no combate inicial ao incêndio. - formação e treinamento de brigadas de incêndio.
Prev. contra a propagação do incêndio entre edifícios	<ul style="list-style-type: none"> - distanciamento seguro entre edifícios. - resistência ao fogo da envolvente exterior do edifício. - controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados nos elementos construtivos (incorporados na <i>envolvente exterior</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> - controle da disposição de materiais combustíveis nas proximidades das fachadas.
Prevenção contra o colapso estrutural	<ul style="list-style-type: none"> - resistência ao fogo dos elementos estruturais do edifício. - resistência ao fogo da envolvente do edifício. 	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção preventiva e corretiva da proteção dos elementos estruturais e de fachada.
Rapidez, eficiência e segurança da operação de combate e resgate	<ul style="list-style-type: none"> - previsão de acessos para equipamentos de combate às proximidades do edifício (viaturas de bombeiros). - previsão de equipamentos portáteis de combate. - existência de sistemas de hidrantes e arretéis. - existência de meios de acesso seguros da equipe de intervenção ao interior do edifício. - existência de sistema de controle de fumaça. - existência de sinalização de emergência. 	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção preventiva e corretiva de equipamentos de proteção destinados ao combate. - elaboração de planos de combate ao incêndio. - formação e treinamento de brigadas de incêndio. - disposição na entrada do edifício de informações úteis à intervenção dos bombeiros.

Dentre as medidas de prevenção e proteção contra os incêndios em um edifício, o item relacionado com a evacuação segura do edifício (vide tabela 4.2) descreve medidas que contribuem sem dúvida para redução dos tempos envolvidos em uma situação de emergência de incêndio.

A existência de vias de evacuação em um edifício em chamas é segundo Klaene & Sands (2006), fundamental para salvar vidas. Essa medida deve incluir também a criação de vias ou rotas alternativas para os ocupantes e bombeiros.

4.3 Processo de evacuação em edifícios

Em uma emergência de incêndio os ocupantes, na maioria dos tipos de ocupação não recebem um treinamento de como se comportarem durante a mesma. No caso do Brasil, com exceção do tipo de ocupação como hospitais, indústrias que desenvolvem um programa específico de segurança, nos casos comuns os ocupantes de edifícios segundo Wu (2001) tentam escapar como é possível.

Segundo o conceito da NFPA 101 (2003) de que a evacuação é “a capacidade em evacuar edificações, a habilidade dos ocupantes, residentes e funcionários isolados ou em grupo, evacuarem de um edifício ou mesmo se deslocarem de um local da edificação comprometida pelo fogo para outro local seguro”. Podemos abordá-la dentro de uma visão de desempenho (vide seções: 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3) onde o estudo das variáveis envolvidas em um incêndio contribuem significativamente no sucesso ou não de uma evacuação.

De acordo com Wu (2001) existem 03 (três) tipos de estratégias de emergência ou planos de emergência usados em modelos matemáticos, a saber:

- ✍ **Evacuação:** quando o alarme é acionado e os ocupantes saem do edifício;
- ✍ **Não-evacuação:** os ocupantes da sala de origem evacuam o edifício, outros permanecem em salas com proteções especiais aguardando o auxílio da brigada de incêndio. Um exemplo desse tipo de estratégia é um hospital;
- ✍ **Evacuação Organizada:** quando os ocupantes da sala de origem e do piso/pavimento comprometido pelo fogo evacuam primeiro. Os ocupantes remanescentes são direcionados a evacuar em sequência orientados pela brigada de incêndio. Esse tipo de estratégia combina procedimentos da evacuação com a não-evacuação.

4.3.1 O incêndio

O incêndio pode ser responsável por perdas diretas e indiretas. Dentre as perdas diretas podemos citar a perda do patrimônio e as que se referem aos danos quanto às vidas

humanas. Quanto as perdas indiretas estão entre outras a paralisação das atividades no local do sinistro.

Abordaremos a seguir alguns conceitos importantes para o entendimento de um incêndio servindo de base para o estudo da evacuação em edifícios.

4.3.1.1 Comportamento de um incêndio

Segundo Souza (1996) o incêndio em um edifício pode ser caracterizado pela combustão dos materiais existentes no local, através de reações de oxi-redução em cadeia, processando de maneira extremamente rápida, produzindo calor e luz. A visão de Souza (1996), não leva em consideração os produtos da combustão, que são resultantes de uma queima incompleta. A energia liberada durante um incêndio é dada pela Equação 1:

$$Q_c = X \cdot A_f \cdot A_{Ne} \text{ (KW) onde,}$$

Q_c = energia liberada pelo incêndio (KW)

X = fator de eficiência da queima, ou seja, eficiência do incêndio

A_f = área do combustível queimada (m^2)

A_{Ne} = calor de combustão dos voláteis (Kg/g)

No contexto do presente trabalho, incêndio será considerado como calor e produtos da combustão: fumaça e gases tóxicos, como demonstrado na Figura 4.3:

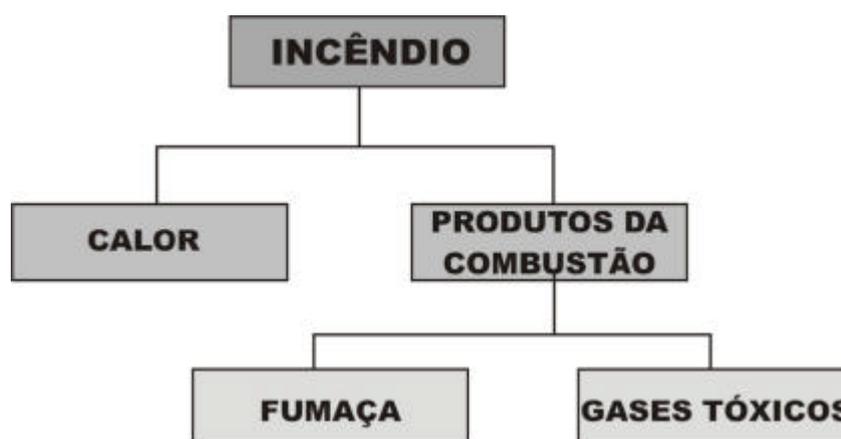


Figura 4.3 – Definição de incêndio (Duarte, 2001)

De acordo com Claret (1999) quando citado em Assis (2001) existem três formas de início da ignição:

? As acidentais: com chama-piloto de um fósforo ou de uma faísca elétrica;

? As intencionais: com uma ignição espontânea (auto-ignição), onde as chamas se desenvolvem espontaneamente em face do aumento de temperatura do ambiente;

? As espontâneas: com uma combustão espontânea de certa massa de um corpo combustível sólido, em geral decorrente da elevação da temperatura causada por processos químicos e /ou biológicos, ou ainda da oxidação de óleos internos e próprios da estrutura. Para esse caso, a combustão é do tipo sem chamas (fogo morto) iniciando-se no interior da massa.

A Tabela 4.2 relaciona a contribuição de algumas fontes de ignição para a indústria de processamento e o setor de estocagem (Zalosh, 2004).

Tabela 4.2 - contribuição de algumas fontes de ignição para a indústria de processamento e o setor de estocagem (Zalosh, 2004).

Fonte de ignição	Indústria	Estocagem
Cigarro	4%	6%
Espontânea	8%	7%
Solda e corte	11%	9%
Superfície aquecida	16%	6%
Chama aberta	15%	24%
Equipamento elétrico	33%	29%

Para que haja um incêndio, é necessário a existência simultânea de 03 (três) componentes que formam o conhecido triângulo do fogo:

- ? Fonte de calor;
- ? Um combustível;
- ? E o comburente (oxigênio)

De acordo com Marques (2006) as condições necessárias para combustão ou o fenômeno em cadeia são o calor para conduzir a mistura combustível até sua temperatura de ignição, além de uma fonte de ignição.

Para que as chamas possam se propagar efetivamente numa mistura combustível-comburente, deve existir uma composição que se apresente dentro de certos limites, denominada limites flamabilidade. Fora desses limites, a chama iniciada em um ponto se propaga por certa distância e se extingue.

A elevação da temperatura associa-se à perda de resistência mecânica de certos materiais tais como o aço e o concreto.

Abordaremos o comportamento dos incêndios em espaços com volume inferior a 100 m². Para espaços cujo volume não ultrapassa os 100 m² há uma probabilidade de se verificar o fenômeno *flashover* (i.e. inflamação ou envolvimento pelas chamas). No caso de ambientes com o volume superior a 100 m² um fenômeno denominado de *spreadover* será mais provável de acontecer. No *spreadover* a transferência de calor é realizada através dos pacotes combustíveis. Enquanto que no *flashover* o envolvimento do ambiente em chamas é fundamentalmente devido à radiação dos gases aquecidos no teto, conforme mencionado anteriormente.

O início do incêndio é declarado quando a mistura combustível e oxigênio estão suficientemente quentes e dentro dos limites de flamabilidade para que seja iniciado o processo de combustão. A figura 4.4 apresenta comportamento típico de um incêndio natural em um ambiente com volume até 100 m², tendo suas fases e características demonstradas também na figura 4.5.

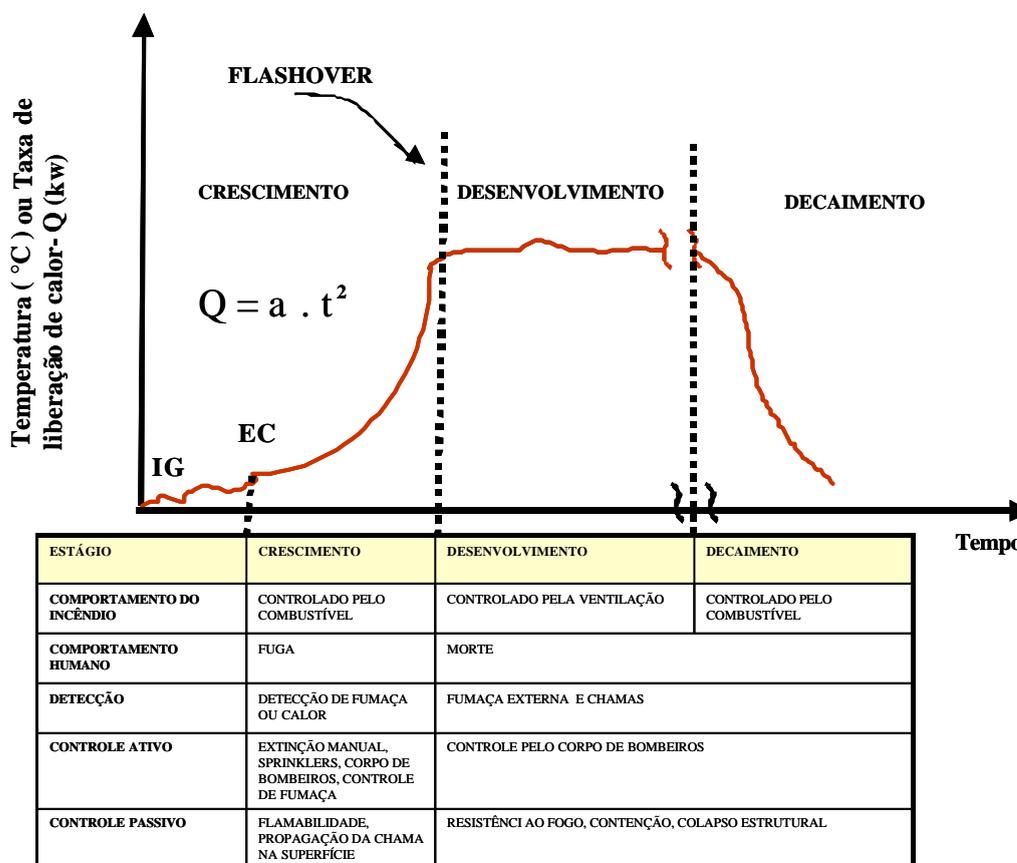


Figura 4.5. Curva típica do comportamento de um incêndio. Adaptado de Buchanan (2002), como citado em Silva (2003)

Fase inicial, ignição ou de crescimento: O incêndio está restrito a um foco o que chamaremos de sala de origem, ou seja primeiro material onde ocorreu a ignição e pelos possíveis pacotes ou materiais combustíveis² adjacentes. Nessa fase a temperatura do ambiente sofre um aumento gradual (Equação $Q = a \cdot t^2$), não influenciando no comportamento estrutural dos edifícios.

É nesta fase que são produzidos os gases tóxicos³, responsáveis como maior causa de incapacitação ou morte em um incêndio como diz Purser (1995)

Pré – Pós Flashover (desenvolvimento): Nessa fase grande parte do material combustível existente no ambiente está envolvido pelo fogo. Existe um aumento significativo de temperatura tornando o ambiente insustentável para sobreviver. Caracterizada por envolver grande parte do material combustível existente no ambiente. A temperatura sofre um acentuado aumento. O fogo propaga-se por radiação ou por contato direto. Em um determinado momento o incêndio generaliza-se em todo o compartimento. Este evento é conhecido como “flashover” ou inflamação generalizada, o que ocorre quando as temperaturas abaixo do nível do teto se situam entre os 450 °C e os 600 °C conforme definido por Carvalho (2001). A partir desse instante, as temperaturas sobem rapidamente. Deve ser ressaltado que a temperatura dos gases do teto necessárias para o *flashover* são função da altura do ambiente. Para fins de projeto, em geral são adotados os valores entre 550 °C e 600 °C.

Fase de extinção ou de arrefecimento (decaimento): inicia-se quando grande parte (cerca de 80%) do material combustível existente no ambiente já foi consumido, com uma diminuição progressiva das temperaturas, seja pela falta de combustível, de oxigênio ou pela intervenção da brigada de incêndio ou pelo Corpo de Bombeiros.

De acordo com Carvalho (2001) a probabilidade do surgimento de um foco de incêndio a partir da interação dos materiais combustíveis trazidos para o interior do edifício, por exemplo, determinados tipos de móveis, e os materiais combustíveis integrados ao sistema construtivo caracteriza m o risco de início do incêndio.

Quanto mais susceptível for o sistema construtivo à ação do incêndio, maior será o risco à propriedade, já que o colapso estrutural de partes do edifício podem implicar em danos às áreas não atingidas pelo incêndio e também a edifícios vizinhos.

A fase inicial e a Pré e Pós Flashover dependem segundo Carvalho (2001)

² Forma física do conteúdo combustível (i.e. objetos ou mobiliários)Silva, 2003

³ Produtos da combustão: fumaça e gases tóxicos

fundamentalmente da carga de incêndio⁴, uma vez que o oxigênio existe em quantidade suficiente nas duas fases mencionadas. A exemplo de Assis (2001) também não foi considerado o estado do material, visto que, a carga de incêndio é função da relação massa combustível e área do ambiente.

Durante a fase de desenvolvimento pleno do incêndio i. e. Pré e Pós Flashover, o incêndio poderá ser controlado por duas situações tendo como influência o oxigênio disponível no ambiente:

1. Ser controlado pela carga de incêndio : há oxigênio suficiente e a taxa de combustão depende apenas das características e da quantidade do material combustível;
2. Ser controlado pela ventilação : as aberturas de ventilação do compartimento comprometido pelo fogo são pequenas em relação à dimensão do incêndio, sendo a taxa de combustão condicionada pela quantidade de oxigênio disponível.

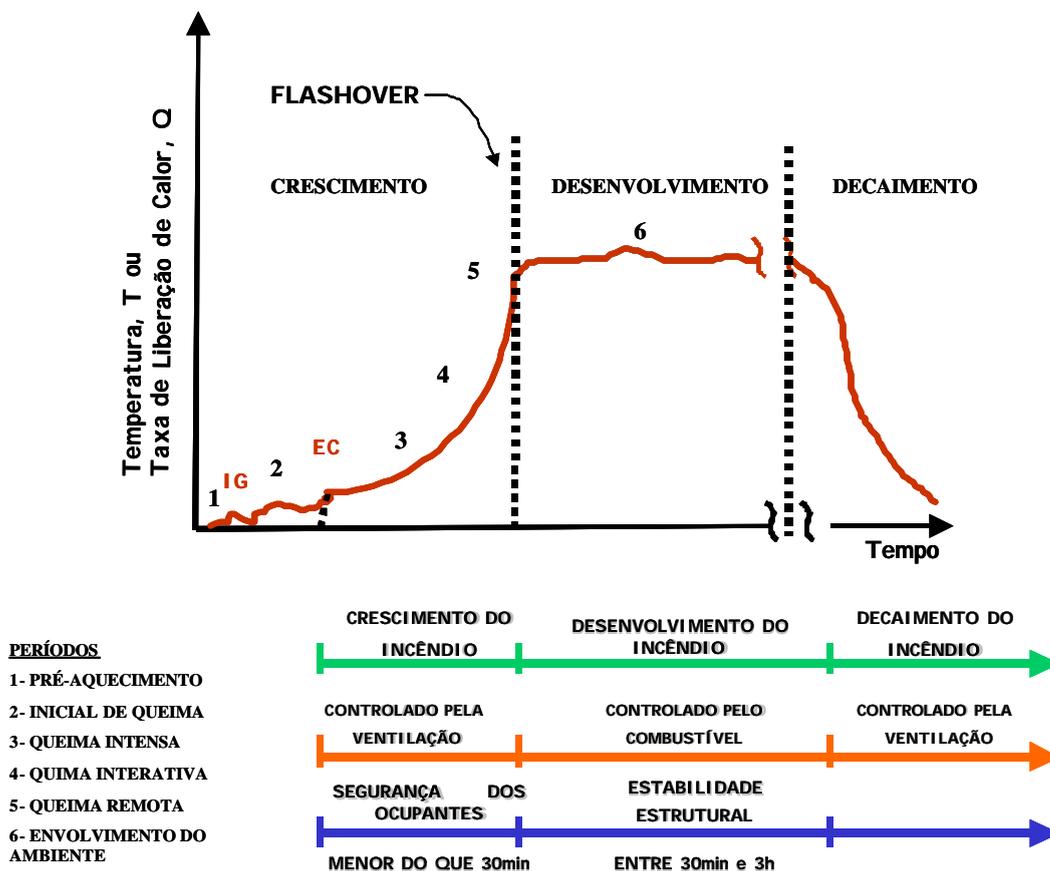


Figura 4.5: Estágios do desenvolvimento de um incêndio. Adaptado de DUARTE (2001)

⁴ Soma das energias caloríficas possíveis de serem liberados pela combustão completa de todos os materiais combustíveis contidos em um espaço, inclusive o revestimento das paredes, divisórias, pisos e tetos (Corpo de Bombeiros de São Paulo).

Para fins de projeto, os incêndios em ambientes fechados são controlados pela ventilação. Segundo Fitzgerald (2003), os estágios que caracterizam o comportamento de um incêndio em ambiente fechado estão exemplificados na figura 4.6 abaixo.

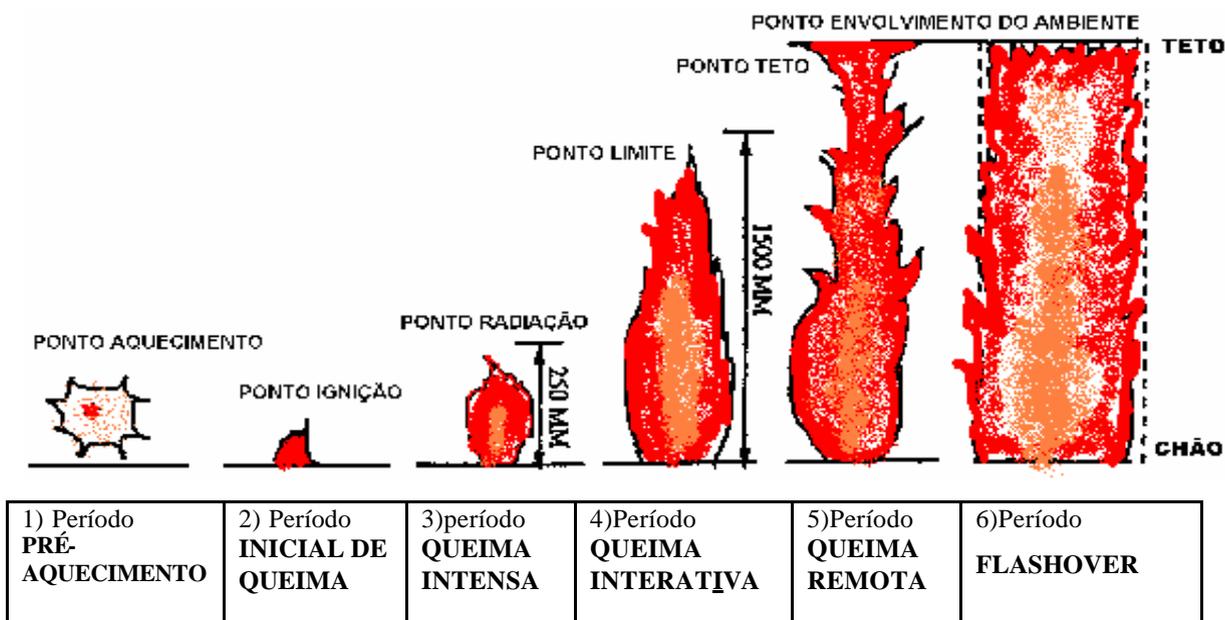


Figura 4.6 - Estágios do comportamento de um incêndio em ambientes fechados. Adaptado de FITZGERALD (2003)

Ponto de aquecimento: um aumento de temperatura é verificado. O processo de volatilização começa a ser acelerado. Em alguns materiais uma descoloração é visível.

Ponto de ignição: é o instante em que a primeira chama, ainda frágil, ocorre.

Ponto de radiação: este poderá ser considerado o ponto de estabelecimento da chama, podendo sua altura atingir 25cm (250mm) e uma potência de 20kW.

Ponto no limite: neste ponto a altura da chama poderá atingir 150cm (1500mm) e uma potência de 400kW. O ponto limite antecede o momento do *flashover* (i.e., *pré-flashover*).

Ponto no teto: quando a chama atingir o teto a potência poderá ultrapassar os 800kW. O ponto no teto é associado ao *flashover*.

Ponto de envolvimento do ambiente: neste ponto todo o ambiente estará envolvido em chamas.

Ainda com relação à figura 4.6, tem-se que considerar os estágios de desenvolvimento do incêndio. São eles: período de pré-aquecimento, período inicial de queima, período de queima intensa, período de queima interativa, período de queima remota e período de envolvimento do ambiente.

1- **Período de pré-aquecimento:** é aquele situado entre os pontos de aquecimento e o de

ignição. É o período de aquecimento e volatilização proveniente da condição de sobre-aquecimento até o momento de ignição.

2- Período inicial de queima: é o período entre o ponto de ignição e o de radiação. É o período durante o qual os primeiros indícios de chama ocorrem. Há uma tentativa de produzir substâncias, sobretudo radicais livres de H[•], OH[•] e outros, a fim de que a chama seja estabelecida.

3- Período de queima intensa: localizado entre o ponto de radiação e o ponto limite, neste período há o estabelecimento da chama. Esta, inicialmente com 25 cm de altura, atinge aproximadamente 150 cm, podendo sua potência atingir 400kW.

4- Período de queima interativa: é definido entre o ponto limite e o ponto do teto. Aqui, a chama ultrapassa o ponto limite (i.e. 150 cm) e continua crescendo. Em geral, isto é o resultado da interação entre pequenos pacotes combustíveis e um pacote maior.

5- Período de queima remota: é definido pelo período entre o ponto limite e o ponto de envolvimento do ambiente. Além do ponto limite, a chama assume a forma de um cogumelo que tende a se expandir pelo teto. Como resultado, pacotes combustíveis, mesmo distantes do ponto de ignição, sofrem ignição.

6- Período de envolvimento do ambiente: é definido pelo período entre o ponto de envolvimento do ambiente e o ponto de decaimento da chama, ou aquele em que o incêndio é controlado por sistema de proteção automático ou manual. Durante esse período todo o ambiente será envolvido em chamas, cuja energia poderá ultrapassar os 800KW.

4.3.1.2 Classificação dos incêndios

A classificação dos incêndios é feita a partir do grau de periculosidade que ele apresenta. Contudo, no presente estudo, a quantidade de materiais combustíveis envolvidos no evento do incêndio e o seu estado, são igualmente relevantes. Devem ser observados os tipos de materiais utilizados no revestimentos de pisos, paredes, tetos como também os dos móveis e das proteções das janelas como: cortinas e/ou persianas, Gomes (1998), propõe duas formas de classificação dos incêndios: pela natureza e pela quantidade de materiais combustíveis.

4.3.1.2.1 Classificação pela natureza dos materiais

De acordo com Marques (2006) nem todos os materiais quando entram em combustão apresentam as mesmas características. Da experiência do dia a dia obtém-se a noção de que um incêndio em uma madeira, um fósforo por exemplo, tem características que o

diferenciam de um incêndio em um combustível líquido, álcool por exemplo.

A diferença nasceu intuitivamente pela observação da cor da chama, da quantidade de calor liberado, pela maior ou menor facilidade empregada em sua extinção.

A partir de estudos sistemáticos de vários fogos, foi possível estabelecer conjuntos com características semelhantes aplicáveis a normas de extinção comuns, isto é, classificam-se os fogos segundo as suas características de forma a orientar o método de extinção adequado para cada caso.

Como foi mencionado na seção 4.3.1.1 a existência dos três elementos em simultâneo é fundamental para que ocorra um incêndio. Sendo assim, a ausência de um dos três elementos inviabiliza o incêndio. Também sabemos que ao se retirar um dos três elementos o incêndio se extinguirá conforme Marques (2006).

Baseado nisso, se estabelecem os processos de extinção característicos ampliados a um quarto conceito. Os processos de extinção do incêndio são:

Tabela 4.3 – Processos de extinção (Marques, 2006)

PROCESSO	ATUAÇÃO	APLICAÇÃO
Dispersão	Remove da combustão a situação que mantém em presença simultânea com os dois outros elementos do triângulo do fogo	Aplicado sobre fogos da classe A
Asfixia	Diminui a proporção de oxigênio	
Arrefecimento	Diminuição da temperatura	Classe A e B
Inibição	Interrompe a reação em cadeia da combustão	

A partir da descoberta de alguns agentes extintores, cuja ação não pode ser explicada sob a ótica do conhecido triângulo do fogo em virtude de não atuar em nenhum dos componentes, estes produtos atuam sobre a reação química da chama, de forma direta. Esta reação é denominada de reação em cadeia. O uso do conceito de reação em cadeia para explicar a extinção pelos novos agentes extintores pós e halons levou à criação do tetraedro do fogo.

A classificação dos incêndios descrito por Gomes (1998), apresenta as seguintes características baseadas na natureza dos materiais combustíveis:

Tabela 4.4 - Classificação dos incêndios quanto à natureza dos materiais(Gomes, 1998)

Classes Incêndios	Descrição
Classe A	Fogo em sólidos combustíveis mais comuns e de fácil combustão, tais como algodão, fibras, madeira, papel, tecidos e similares;
Classe B	Fogo em líquidos inflamáveis e petrolíferos (álcool, gasolina, graxas, vernizes e similares);
Classe C	Fogo em equipamentos elétricos energizados (motores, circuladores de ar, aparelhos de ar condicionado, televisores, rádios e outros similares).
Classe D	Fogo em materiais pirofóricos e suas ligas assim como o alumínio em pó, zinco, magnésio, potássio, titânio, sódio e zircônio.

O que é mais perigoso: 10 Kg de madeira sólida, em ripa ou em poeira de madeira? Em outras palavras, peças do mobiliário de madeira sólida queimam por um período de tempo longo. Porém, atualmente, o mobiliário poderá conter plástico, e como resultado a chama se propagará rapidamente. Ou melhor, uma carga de incêndio elevada não necessariamente constitui um perigo.

O potencial de crescimento do incêndio descrito por Fitzgerald (2003) está associado a variáveis que influenciam o crescimento do incêndio no ambiente comprometido pelo fogo, a saber:

? Dimensionamento e aberturas: esta variável está associada ao volume, pé-direito (altura do ambiente) e à quantidade e dimensões das aberturas (portas, janelas, “rasgos”);

? Revestimento interior: diz respeito ao tipo de material utilizado no revestimento das paredes e pisos. Segundo Souza (1996) uma fácil ignição dos materiais de revestimento das paredes pode levar à maior facilidade de ocorrência do *flashover* no ambiente:

? Conteúdo: está relacionada com os tipos, tamanhos e distribuição dos pacotes combustíveis, como também a localização desses pacotes com relação as “barreiras”;

? Ignição: esta última variável está associada ao tamanho e localização da ignição dos materiais combustíveis existentes no local.

4.3.1.2.2 Classificação pela Quantidade dos Materiais

A classificação dos incêndios feita a partir da quantidade dos materiais combustíveis está segundo Assis (2001) diretamente relacionada ao produto entre a quantidade de materiais combustíveis e o seu poder calorífico e é definida como carga de incêndio específica ou densidade de carga de incêndio, a divisão da carga pela área de piso do compartimento. Assim, a classificação de acordo com a carga de incêndio terá a seguinte configuração, apresentada da tabela 4.5:

Tabela 4.5 - Classificação do incêndio pela quantidade de materiais (Assis, 2001)

Grau de risco	Descrição	Carga de Incêndio
Risco leve ou risco 1	Fogo em pequena carga de incêndio, cujo desenvolvimento se faz com fraca liberação de calor.	Até 270 MJ/m ²
Risco médio ou risco 2	Fogo em média carga de incêndio, cujo desenvolvimento se faz com moderada emissão de calor.	De 270 a 540 MJ/m ²
Risco pesado ou risco 3	Fogo em grande carga de incêndio, com elevada liberação de calor.	Acima de 540 MJ/m ²

Para fins de projeto, Quintiere (1998) determina que o valor da energia liberada pelo incêndio deve estar na faixa de 100KW e 50 MW.

4.3.1.3 Fatores que influenciam a severidade de um incêndio

De acordo com Souza (1996), a determinação da duração do incêndio mostra-se na medida em que se identifica quanto tempo um determinado ambiente estará submetido ao incêndio. Para esta identificação, pesquisados têm proposto expressões que dependem por sua vez do:

- ? Potencial calorífico: é a energia térmica total que pode ser liberada por unidade de área, na combustão completa de todos os materiais nele contidos;
- ? Dimensões e alturas dos vãos de ventilação e;
- ? Das características geométricas do ambiente.

Só a duração do incêndio não é capaz de refletir o potencial danoso do mesmo. Então se utiliza o conceito de severidade que de uma maneira simplista descreve Souza (1996) é definida como “a consideração conjunta dos vários fatores que condicionam o aquecimento dos componentes construtivos durante a ocorrência do incêndio”. Acreditamos que quando Souza (1996) menciona “componentes construtivos” devemos também levar em consideração os materiais de fabricação dos objetos incorporados como: móveis, tapetes, cortinas, etc..

Em Vargas e Silva (2003) é apresentada uma tabela 4.6 que trata dos fatores que influenciam a severidade de um incêndio, relacionados com o incêndio, a vida e o patrimônio.

O risco de início de um incêndio como tratado em Vargas e Silva (2003), sua intensidade e duração estão associadas a:

- ✍ Tipo de ocupação e quantidade de material combustível (mobiliários equipamentos e acabamentos);
- ✍ Forma do edifício: quantidade de pavimentos e quantidade de ambientes sem compartimentação;
- ✍ Dimensões e posições das janelas e;
- ✍ Propriedades térmicas dos materiais constituintes das paredes e do teto.

Quanto mais isolantes forem esses materiais, menor será a propagação do incêndio para outros ambientes, no entanto, o ambiente de origem do incêndio será mais severo;

- ✍ Existência de um sistema de segurança contra incêndio. A probabilidade de início e propagação de um incêndio é reduzida em edifícios onde existem detectores de fumaça, sistema de chuveiros automáticos, brigada contra os incêndios, compartimentação adequada, etc.

Tabela 4.6 Contribuição dos fatores e sua severidade no incêndio(Vargas e Silva,i,2003)-

Fatores	Influência na:		
	Severidade do incêndio	Segurança da vida	Segurança do patrimônio
Tipo, quantidade e distribuição da carga de incêndio	A temperatura máxima de um incêndio depende da quantidade, tipo e distribuição do material combustível no edifício.	O nível do enfumaçamento, toxidade e calor dependem da quantidade, tipo e distribuição do material combustível no edifício.	O conteúdo do edifício é consideravelmente afetado por incêndios de grandes proporções
Características da ventilação do compartimento	Em geral, o aumento da oxigenação faz aumentar a temperatura do incêndio e diminuir sua duração.	A ventilação mantém as rotas de fuga livres de níveis perigosos de enfumaçamento e toxidade.	A ventilação facilita a atividade de combate ao incêndio por evacuação da fumaça e dissipação dos gases quentes.
Compartimentação	Quanto mais isolantes forem os elementos de compartimentação (pisos e	A compartimentação limita a propagação do fogo, facilitando a desocupação da	A compartimentação limita a propagação do fogo, restringindo as perdas.

	paredes), menor será a propagação do fogo para outros ambientes, mas o incêndio será mais severo no compartimento.	área em chamas para as áreas adjacentes.	
Resistência ao fogo das estruturas	A resistência ao fogo das estruturas de aço, por serem incombustíveis, não afeta a severidade do incêndio. Às vezes o desmoronamento de parte da edificação (coberturas, por exemplo) aumenta a oxigenação e reduz a duração do incêndio.	A resistência ao fogo das estruturas tem pequeno efeito na segurança à vida em edifícios de pequena altura ou área, por serem de fácil desocupação. No caso de edifícios altos é essencial prevenir a resistência ao fogo, indicada na legislação ou em normas, para garantir a segurança ao escape dos ocupantes, às operações de combate e à vizinhança.	A resistência ao fogo dos elementos estruturais é fundamental para garantir sua estabilidade. Geralmente, o custo da estrutura, mas o colapso estrutural pode trazer consequências danosas às operações de combate ou à vizinhança. Nesse caso há imposições legais ou normativas de resistência. Se o risco for mínimo, a verificação de resistência pode ser dispensada.
Rotas de fuga seguras		Rotas de fuga bem sinalizadas, desobstruídas e seguras estruturalmente são essenciais para garantir a evacuação e dependem do tipo de edificação. Em um edifício industrial, térreo, aberto lateralmente, a rota de fuga é natural. Em um edifício de muitos andares pode ser necessário escadas enclausuradas, elevadores de emergência, etc.	
Reserva de água	Água e disponibilidade de pontos de suprimento são necessárias para extinção do incêndio, diminuindo os riscos de propagação e seus efeitos à vida e ao patrimônio.		
Detecção de calor ou fumaça	A rápida detecção do incêndio, apoiada na eficiência da brigada contra incêndio e corpo de bombeiros, reduzem o risco da propagação do incêndio.	A rápida detecção do início do incêndio, por meio de alarme, dá aos ocupantes rápido aviso da ameaça antecipando a desocupação.	A rápida detecção do início de um incêndio minimiza o risco de propagação, reduzindo a região afetada pelo incêndio.
Chuveiros automáticos	Projeto adequado e manutenção de sistema de chuveiros automáticos são internacionalmente reconhecidos como um dos principais fatores de redução do risco de incêndio, pois contribuem, ao mesmo tempo, para a compartimentação, e detecção, a detecção e a extinção.	Chuveiros automáticos limitam a propagação do incêndio e reduzem a geração de fumaça e gases tóxicos.	Chuveiros automáticos reduzem o risco de incêndio e seu efeito na perda patrimonial.
Hidratantes e extintores	Hidratantes, extintores e treinamento dos usuários da edificação, para rápido combate, reduzem o risco de propagação e seus efeitos à vida e ao patrimônio.		
Brigada contra incêndio bem treinada	A presença de pessoas treinadas para prevenção e combate reduz o risco de início e propagação de um	Além de reduzir o risco de incêndio, a brigada coordena e agiliza a desocupação da edificação.	A presença da brigada contra incêndio reduz o risco e as conseqüentes perdas patrimoniais decorrentes de

	incêndio.		um incêndio.
Corpo de Bombeiros	Proximidade, acessibilidade e recursos do Corpo de Bombeiros aperfeiçoam o combate ao incêndio, reduzindo o risco de propagação.	Em grandes incêndios, o risco à vida é maior nos primeiros instantes. Dessa forma deve haver medidas de proteção independentes da presença do Corpo de Bombeiros. Um rápido e eficiente combate por parte do CB reduzem o risco à vida.	Proximidade, acessibilidade e recursos do Corpo de Bombeiros facilitam as operações de combate ao incêndio, reduzindo perdas estruturais e do conteúdo.
Projeto de engenharia de incêndio	Um projeto de engenharia de segurança contra incêndio deve prever um sistema de segurança adequado ao porte e à ocupação da edificação, de forma a reduzir o risco de início e propagação de um incêndio, a facilitar a desocupação e as operações de combate. Dessa forma reduz a severidade do incêndio, as perdas de vidas e patrimoniais.		

Em destaque temos o papel das rotas de fuga como diz Almas (2002) “uma variável comprometedora no tempo de uma evacuação”, ratificando sua importância na segurança da vida.

4.3.2 O Edifício

As condições físicas que os edifícios devem possuir para garantir que seja considerado seguro como trata Loturco (2004) a baixa probabilidade de iniciar o incêndio e alta probabilidade de fuga segura dos ocupantes estão associados aos meios e condições apresentados pelo edifício que possa garantir a segurança esperada. Os meios e condições mencionados são os mesmos descritos quando tratamos na seção 4.2 deste trabalho dos conceitos básicos de segurança contra os incêndios.

Os sistemas e dispositivos de evacuação nos códigos vigentes no Brasil, os meios de escape são baseados conforme a Tabela 4.7 a seguir:

Tabela 4.7 - Dimensionamento dos meios de escape dos códigos estaduais brasileiros (autora, 2005)

Códigos	PE (1997)	RJ (1975)	CE (1985)	GO (1993)	SP (2001)	NFPA (2003)
Meios de escape baseados em	Nas classes de ocupação	Número de ocupantes	Número de ocupantes	Número de ocupantes + manual (*)	Na ocupação, a altura e carga de incêndio (**)	Tipo de ocupação e conteúdo do perigo

(*) Possuir manual de segurança e plano de escape. Seus responsáveis providenciarão periodicamente a distribuição e instrução sobre os mesmos e estabelece a ocupação escolar explicitamente;

(**) Classificação das edificações e áreas de risco quanto à carga de incêndio, vide tabela 4.8:

De acordo com o exposto com a tabela 4.7, o Estado de PE considera apenas o tipo de ocupação como referência para dimensionar os meios de escape. Nos estados do Rio de Janeiro e Ceará os meios de escape são dimensionados a partir do número de ocupantes, independente do tipo de risco oferecido pela ocupação. No estado de Goiás, o número de ocupantes do edifício é levado em consideração no dimensionamento dos meios, mas destacamos a obrigatoriedade em apresentar um manual de segurança e um plano de escape para os edifícios ressaltando sua existência para ocupações escolares.

No código do Estado de São Paulo, os meios de escape são dimensionados levando-se em consideração o tipo de ocupação, sua altura e a carga de incêndio, cujos valores estão demonstrados na tabela 4.8, considerações também adotadas pela NFPA 101 (2003).

Tabela 4.8 - Associação do grau de risco à carga de incêndio(Corpo de Bombeiros –SP)

Risco	Carga de Incêndio MJ / m ²
Baixo	Até 300 MJ / m ²
Médio	Entre 300 e 1.200 MJ / m ²
Alto	Acima de 1.200 MJ / m ²

O Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico para o Estado de Pernambuco – COSCI-PE define como meios destinados ao escape seguro dos ocupantes os seguintes itens:

- ? Acessos: corredores, passagens, vestíbulos, antecâmaras, balcões, varandas e terraços:
- ? Escadas de emergência;
- ? Áreas de descarga;
- ? Áreas de refúgio;
- ? Portas;
- ? Rampas;
- ? Elevadores de emergência;
- ? Helipontos

Os sistemas e dispositivos para evacuação das edificações classificadas no COSCI-PE serão exigidos como tratado no Artigo 142 em função de sua classe de ocupação e destina-se a:

I - possibilitar que sua população possa abandoná-las, em caso de sinistro, no menor espaço de tempo possível, e protegida em sua integridade física;

II - permitir o fácil acesso de auxílio externo, para o combate ao sinistro e meio para a retirada da população.

De acordo com os Artigos 143 e 144 sistemas e dispositivos de evacuação devem dotar as edificações de um caminamento seguro e protegido, dos pontos mais afastados até as saídas de emergência, em cada pavimento, e destas até as áreas de descarga.

Art. 144. As disposições serão aplicadas às edificações que se enquadrarem nas situações previstas - Quadro de ocupação de exigência, constante do presente Código. (ANEXO 3) para este trabalho será considerado o ANEXO 1

No Artigo 145 os acessos são os caminhos a serem percorridos pela população do pavimento de uma edificação para alcançar a saída de emergência, e podem ser constituídos de:

- I** - corredores;
- II** - passagens;
- III** - vestíbulos;
- IV** - antecâmaras;
- V** - balcões;
- VI** - varandas;
- VII** - terraços.

§ 1º Entende-se como **antecâmara** o recinto que antecede a caixa da escada à prova de fumaça, com dispositivo que garanta ventilação efetiva e exaustão de gases e fumaça para o exterior.

§ 2º Entende-se como **balcão** a parte da edificação em balanço, em relação à parte perimetral do prédio, tendo pelo menos uma face aberta para o exterior ou para uma área de ventilação.

§ 3º Entende-se como **terraço** o espaço descoberto sobre uma edificação ou ao nível de um de seus pavimentos acima do térreo.

§ 4º Entende-se como **varanda** a parte da edificação que não está em balanço, limitada pela parede perimetral do edifício, tendo pelo menos uma face aberta para o exterior ou para uma área de ventilação.

§ 5º Os balcões, as varandas e os terraços podem compor uma antecâmara, desde que antecedam a caixa de escada à prova de fumaça e garantam ventilação e exaustão dos gases e fumaça para o exterior da edificação.

O COSCI-PE (1997) exige a instalação de elevadores de emergência para todas as edificações classificadas que tenha mais de 20 (vinte) pavimentos, Artigo 188. Para mais informações sobre este tipo de meio de escape, consultar o Artigo 187 do Código.

Os Helipontos são considerados um recurso adicional e complementar, como trata o Artigo 211 do Código.

As larguras dos meios de escape são dimensionadas em função do número de Unidades de Passagem, considerada a largura mínima necessária para a passagem de uma fila de pessoas. No que diz respeito às recomendações sobre as Unidades de Passagem o COSCI-PE (1997).

4.3.3 O Ocupante

4.3.3.1 Resposta fisiológica dos efeitos de um incêndio no ocupante

A susceptibilidade (ver seção 4.3.3.2) dos ocupantes depende da combinação de diversos fatores como diz Silva (2004): agilidade, altura, peso, condições de saúde, efeitos de drogas, medicação ou álcool.

Segundo a Society of Fire Protection Engineers - SFPE os limites das condições perigosas estão associados às concentrações máximas de produtos tóxicos do fogo ou à intensidade de um parâmetro físico do fogo que pode ser tolerado sem causar incapacitação.

A literatura pertinente menciona os parâmetros ou critérios das condições perigosas como trata Fitzgerald (2003):

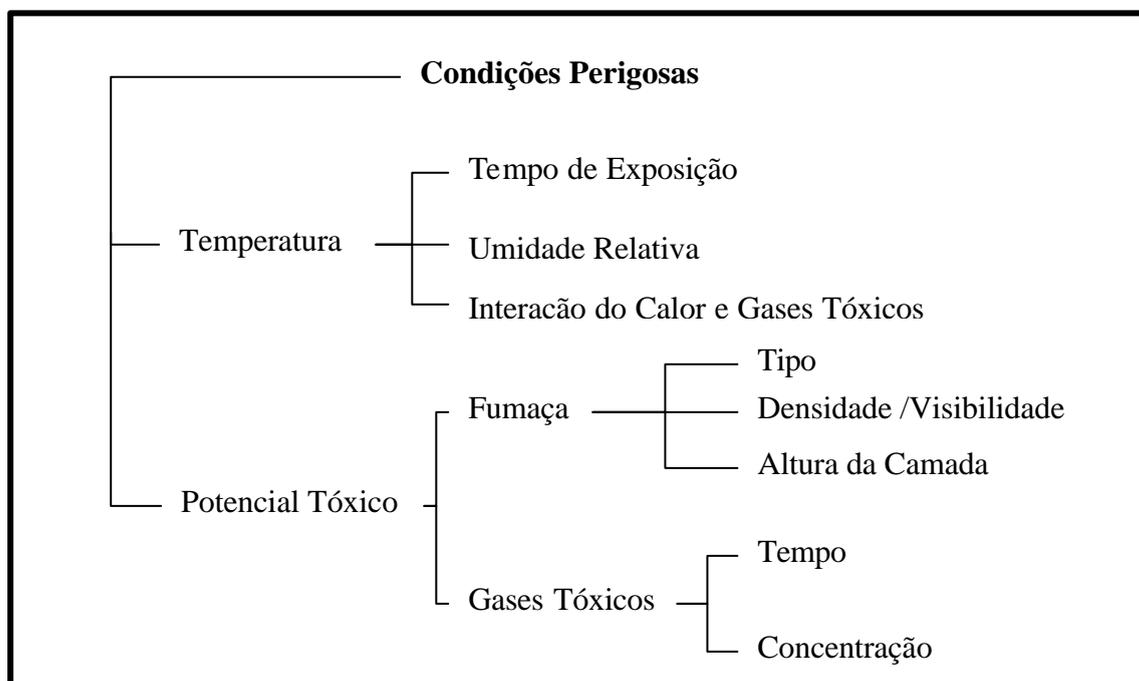


Figura 4.7 – Definição das condições perigosas (autora, 2005)

A recomendação a respeito das limitações de visibilidade como base para as condições perigosas para a análise tem razões, como trata Fitzgerald (2001):

✎ Normalmente o obscurecimento pela fumaça se move dentro do espaço antes de uma toxicidade excessiva ou quando as condições perigosas de calor ocorrerem. Portanto, quando a visibilidade da fumaça é usada como um critério ou parâmetro, a análise da toxicidade e das condições do fluxo de calor não é necessária;

✎ O obscurecimento pela fumaça é o critério mais freqüente citado na literatura para definir as condições perigosas, uma vez que, a visibilidade pioraria antes de os gases tóxicos tornarem-se um problema para a segurança da vida.

4.3.3.2 Análise da toxicidade dos produtos da combustão

A morte em um incêndio é geralmente provocada pela fumaça ou pelo calor, conforme pode ser observado na tabela 4.10:

Tabela 4.10 – Causas de mortes em incêndio de edifícios (Plank, 1996)

País	Calor e Fumaça	Outras Causas
França	95%	5%
Alemanha	74%	26%
Países Baixos	90%	10%
Reino Unido	97%	3%
Suíça	99%	1%

Os produtos tóxicos da fumaça são reconhecidos como maior causa de incapacitação ou morte em um incêndio. O tempo e a concentração dos produtos são usados para estimar o tempo de incapacitação ou morte de acordo com Purser (1995).

Devemos considerar diz Purser (1995) os efeitos do fogo nas vítimas em três fases:

1ª Esta fase é caracterizada pelo aumento do fogo antes da vítima ser afetada pelo calor ou fumaça;

2ª A segunda fase é o período em que a vítima é exposta à fumaça, ao calor e a produtos tóxicos e onde os fatores fisiológicos, efeitos irritantes e narcóticos acometem as vítimas comprometendo a capacidade de escapar. Durante esta fase, cada fator como a

natureza tóxica dos produtos do fogo e a dinâmica de sua produção tornam-se críticos aumentando a importância em escapar;

3ª A terceira e última fase é caracterizada pela morte da vítima, que pode ser causada por muitos fatores de toxicidade e queima ou um número de outros fatores.

Os efeitos tóxicos dos produtos do fogo são portanto, mais importante durante a 2ª e a 3ª fases do aumento do fogo.

As duas maiores determinantes para uma vítima escapar são:

- ✍ O ponto no qual a incapacitação por produtos tóxicos é alcançada;
- ✍ Como esses produtos afetam a capacidade de escapar durante o tempo disponível entre a ignição e o desenvolvimento das condições perigosas.

De acordo com Purser (1995) para se determinar os parâmetros básicos dos efeitos no indivíduo dos produtos tóxicos produzidos pelo fogo, é necessário se quantificar a exposição. Atualmente o grau de toxicidade é determinado por cada fator como a concentração de produtos tóxicos no corpo e o período de tempo durante o qual a concentração tóxica é mantida.

Em muitos casos, a morte não ocorre imediatamente à exposição dos produtos tóxicos, mas como resultados da “prisão” no fogo, por causa da irritação e pelo obscurecimento pela fumaça, impedindo o escape, ou pela causa da incapacitação causada pelos gases narcóticos.

Os gases narcóticos (asfixiantes) causam incapacitação principalmente por efeitos no sistema nervoso central e no sistema cardiovascular. Os efeitos nas vítimas pelos gases narcóticos apresentam sinais similares aos efeitos da intoxicação por álcool, como letargia ou euforia, fraca coordenação motora seguida de rápida inconsciência e morte pela continuidade da exposição.

Os dois maiores gases narcóticos do fogo são: monóxido de carbono (CO) e ácido cianídrico (HCN). O CO está presente em toda extensão do fogo. O HCN é sempre quando materiais com hidrogênio são envolvidos pelo fogo. A combinação do CO com a hemoglobina no corpo forma a carboexhemoglobina (COHb), que resulta na narcose tóxica reduzindo a quantidade de oxigênio estocado para os tecidos do corpo, particularmente os tecidos do cérebro.

Os produtos irritantes do fogo são, ao contrário dos efeitos narcóticos, causam a incapacitação e são mais difíceis para determinar. Durante a exposição, a mais importante forma de incapacitação é as irritações sensoriais, que causa efeitos doloridos nos olhos e nas vias respiratórias, nos pulmões, edemas e inflamações.

Os sistemas respiratório e nervoso humano funcionam na proporção do oxigênio no ar, de 21%. Quando o percentual de oxigênio decai, os efeitos fisiológicos ocorrem no ser humano, podendo variar extremamente de acordo com a idade e condições globais do indivíduo segundo Silva (2003). Silva (2003) e Custer (1974) relacionam os principais efeitos do decaimento de oxigênio no ser humano, indicado na tabela 4.11:

Tabela 4.11 - Efeitos do decaimento de oxigênio no ser humano. (Custer, 1974)

Percentual de O ₂	Tempo	Efeitos
21 - 17	Indefinido	Diminuição do volume respiratório, perda de coordenação, dificuldade de raciocínio.
17 - 14	2 horas	Pulso acelerado, tontura.
14 - 11	30 minutos	Náusea, vômitos, paralisia.
9	5 minutos	Perda de consciência
6	1 – 2 minutos	Morte

Segundo a NFPA (1959) os efeitos da temperatura no corpo humano podem acarretar os seguintes efeitos conforme tabela 4.12:

Tabela 4.12 - Efeitos da temperatura no corpo humano (Silva, 2003)

Temperatura	Efeitos
Inferiores a 50 ^o C	Produzem grande desconforto na boca, nariz e esôfago.
Acima de 65 ^o C	São incapacitantes
Acima 100 ^o C	Mortes por hipertermia

4.3.3.3 Comportamento do ocupante durante um processo de evacuação

Durante uma situação de incêndio, o comportamento dos ocupantes deverá ser levado em consideração como sendo complexo e dinâmico quanto o próprio incêndio segundo Silva (2003). De acordo com a NFPA 101(2003), alguns fatores podem comprometer o processo de evacuação no momento da resposta à fuga, tais como:

- ? Sensibilidade;
- ? Reatividade;
- ? Mobilidade e;
- ? Susceptibilidade dos ocupantes.

A sensibilidade do ocupante no processo de evacuação está relacionada com os sentidos da audição, visão e olfato, os quais funcionam como receptores no momento do incêndio e servem como “*sinais*” para uma possível evacuação.

O fator da reatividade relaciona-se com o nível de interpretação dos “*sinais*” descritos acima e que levam o ocupante a tomar determinadas decisões no momento do incêndio ou mesmo durante a evacuação.

Mobilidade é a velocidade que o ocupante desenvolve ao percorrer as rotas de fuga no sentido de chegar às saídas de emergência.

O último fator é a susceptibilidade que está associada ao comprometimento do estado físico do ocupante e aos produtos tóxicos da combustão como; calor, fumaça e gases tóxicos.

De acordo com Proulx (2001) o comportamento humano diante de uma situação de incêndio pode ser estudado a partir do impacto simultâneo ou não de fatores causados pelas características dos ocupantes, do edifício e do incêndio. Estes fatores são:

1 . Os relacionados com os ocupantes:

? **Perfil:** Gênero, idade e limitações físicas permanentes ou temporárias;

? **Conhecimentos e experiências:** Familiaridade com o edifício, experiências passadas com incêndios, participação em treinamentos de segurança contra incêndios ou outros treinamentos de emergência;

? **Condição no momento do evento:** Estar sozinho ou acompanhado, ativo ou calmo, em alerta, estar sob uso de alguma droga ou medicação;

? **Personalidade** se o ocupante é uma pessoa que se deixa influenciar por outras pessoas, se tem a capacidade de liderança ou autoridade com sentimento de negatividade ou se é uma pessoa ansiosa e preocupada;

? **Função do ocupante no edifício:** Ser visitante, empregado ou proprietário.

2. Os fatores relacionados com o edifício são:

? **Tipo de ocupação,** normalmente classificados pelos códigos de segurança;

? **A arquitetura:** Número de pavimentos, suas respectivas áreas, localização das saídas e escadas, *layout*, altura do edifício e qualidade na visibilidade dos acessos;

? **O tipo de atividade desenvolvida no edifício:** Trabalhando, dormindo, comendo, comprando, assistindo a um *show*, um jogo ou filme, etc. e;

? **Existência de dispositivos de segurança:** Existência de sinais de alarme: sim, que tipo, qualidade na audibilidade dos mesmos, localização, número, existência de comunicação de voz, plano de emergência, existência de área de refúgio.

3. O último fator está relacionado com o incêndio assim discriminado:

? **Sinais visuais:** Chama fumaça (cor, espessura), comportamento da chama e/ ou fumaça ao tocar no piso, parede e teto;

? **Sinais olfativos:** Cheiro da queima dos materiais como consequência da inalação de fumaça e gases tóxicos;

? **Sinais audíveis:** Quebra ou rachaduras de materiais, vidros quebrando e objetos caindo e;

? **Outros sinais:** Com a elevação da temperatura, o calor sentido pelo ocupante também é considerado como um fator no estudo do comportamento do ocupante.

Os fatores acima descritos podem alguns ter impacto maior que outro, uma vez que, as pessoas percebem diferentes sinais de fogo e sua interpretação da situação mudará rapidamente influenciando seu comportamento. A dificuldade em prever o comportamento dos ocupantes está no número de características mencionadas: são misturas de diferentes padrões de comportamento de acordo com cada situação.

4.3.4 Análise dos tempos

Num processo de evacuação ou relocação de pessoas em um edifício sob condições de emergência, o tempo é o aspecto principal. A quantidade de tempo gasta no processo determinará o sucesso ou não da capacidade de evacuar, juntamente com o tempo de propagação da chama na edificação o qual é função das defesas ativas e passivas.

Segundo Cooper (1983), as condições de segurança da vida em uma edificação incendiada, são equivalentes à capacidade dos ocupantes de sair em segurança dos espaços ameaçados.

Usando este princípio de equivalência e levando para o conceito de saídas seguras, a segurança da vida pode ser alcançada nos projetos de edifícios que levam em consideração os tempo disponível e requerido pelos ocupantes para a saída ou mesmo sua relocação até um espaço seguro, bem como a adoção de barreiras passivas no sentido de evitar a propagação da chama, ou seja, a não propagação do incêndio além da sala de origem.

O tempo de evacuação segundo Vargas e Silva (2003), de uma edificação em uma situação de incêndio é função de:

- ✍ a forma da edificação (altura, área, saídas, etc.);
- ✍ a quantidade de pessoas ;
- ✍ a mobilidade das pessoas (idade, estado de saúde, etc.).

De acordo com Proulx (2001) as autoridades competentes e a sociedade devem esforçar-se em educar o público para reconhecer os sinais de alarme de fogo no sentido de associá-lo à saída urgente do local comprometido, conforme descreve a relação:

Sinal de alarme de incêndio = Sair imediatamente do local comprometido pelo fogo

Ainda segundo Proulx (2001) a chave para reduzir o atraso no tempo de uma evacuação está em providenciar informações proporcionando o entendimento dessas informações o quanto mais cedo possível para os ocupantes da edificação ou local comprometido pelo fogo sejam capazes de sair em segurança. Ele ressalta que o primeiro passo para isto é a instalação de alarmes de sinal de incêndio nas edificações e que o reconhecimento do sinal seja rápido .

Como o sucesso ou não de uma evacuação está relacionado com o tempo, o conhecimento e previsão deste é sem dúvida o ponto de partida para o entendimento de todo o processo de uma evacuação.

O sucesso de uma evacuação pode ser apresentada da seguinte maneira:

$$\text{ASET} (t_{cp} - t_{det}) > \text{RSET}$$

Tempo disponível > Tempo necessário

Onde:

ASET - Available Safe Egress Time (tempo disponível para saída segura)

t_{cp} - Tempo de início das condições perigosas (está relacionado com os limites de tenabilidade dos produtos do incêndio)

t_{det} - Tempo de detecção /alarme (dependerá das propriedades dos dispositivos de alarme e da detecção disponível e sua interação com o fogo produzido no ambiente)

RSET - Required Safe Egress Time (Tempo requerido /necessário para saída segura) Soma do tempo que decorrente do início da ignição ao alarme com o tempo necessário para evacuação.

Segundo o Guide to Human Behavior in Fire da SFPE (2002), estimar o tempo disponível envolve a análise das condições perigosas, o tempo que a camada de fumaça chega a uma certa altura, ou o tempo antes que os efeitos do evento resultem na incapacitação dos ocupantes.

Na análise do tempo é necessária estimar o tempo que levariam as pessoas para serem notificadas que poderia ser um incêndio, o tempo que as pessoas levariam para realizar as atividades de “pré-movimento”, como por exemplo, alertar outras pessoas, reunir os membros da família, etc. e o tempo que as pessoas levariam para chegar a um local seguro, SFPE (2002).

De acordo com Etrusco (2002) dentro do modelamento do incêndio, o ASET pode ser calculado em função da:

- a) a altura do colchão de fumaça, a partir do teto;
- b) a distância da visibilidade;
- c) a temperatura do colchão de fumaça.

O ASET(tempo disponível) é uma função direta da dinâmica do fogo dos materiais, já que depende do modelamento do início e desenvolvimento do incêndio, como também do movimento de seus produtos(calor, fumaça e gases tóxicos).

4.3.4.1 Tempo disponível para o escape seguro (ASET)

O tempo disponível para o escape depende diretamente da produção de fumaça do incêndio e também da existência ou não de um sistema de controle.

A produção de fumaça é um fator importante na análise da evacuação, pois compromete a integridade física dos ocupantes, sua mobilidade, reduz a visibilidade, e todo o processo de evacuação.

Para que a garantia de um sistema de controle de fumaça seja adequado, são necessários cálculos para avaliação das propriedades geradas em variados locais da

edificação.

Alguns pontos devem ser levados em consideração na elaboração de um projeto de segurança contra incêndio:

- ? avaliação da quantidade de ar externo que se mistura aos produtos da combustão;
- ? local da concentração de fumaça(massa, volume e temperatura),
- ? tipo de incêndio (calor, fumaça, taxas de liberação);
- ? influência do vento;
- ? movimento interno do ar.

4.3.4.2 Tempo necessário para o escape seguro (RSET)

O tempo necessário para o escape é composto por várias parcelas. Considerando que a ignição ocorre no instante de referência, temos:

t_{det} o tempo de detecção ocorrerá após x segundos (dependerá das características físicas

do sistema de detecção e de sua localização em relação à fonte de calor ou de fumaça);

? **alarme** - x segundos até que o alarme seja acionado;

? **pré-movimento** - intervalo de tempo entre o acionamento do alarme e o primeiro movimento em direção a uma saída de emergência;

? **movimento** - tempo que a população da edificação gasta até a passagem através da saída.

Resulta em:

$$T_{\text{escape total}} = t_{det} - ? \text{ alarme} - ? \text{ pré-movimento} - ? \text{ movimento}$$

A aplicação da equação acima só poderá ser feita após uma análise da população da edificação. Esta análise poderá ser realizada através do conhecimento e adoção

dos parâmetros a seguir:

- ? capacidade da ocupação;
- ? características dos ocupantes e tempo de pré-movimento;
- ? características do movimento.

A capacidade da ocupação de um compartimento/local é definida como o número máximo de pessoas que podem ocupá-lo simultaneamente. Em um projeto, a capacidade pode ser determinada dividindo-se a área de piso utilizável por um fator de ocupação de pessoas, por unidade de área.

A organização e a mobilidade dos ocupantes em direção às saídas de emergência exercem um papel importante no tempo necessário para o escape.

Em relação à mobilidade alguns fatores também devem ser considerados.

- a) o número e a localização de pessoas que se deslocam com alguma dificuldade, a uma velocidade menor que a média da população ocupante (ex: pessoas portadoras de deficiência);
- b) adoção de procedimentos de emergência (plano de evacuação, por exemplo).

De acordo com a SFPE (2002) as características do movimento se apresentam da seguinte maneira:

- ? a densidade;
- ? a velocidade,
- ? o fluxo.

A densidade está associada ao número de pessoas em uma área, em deslocamento no sentido de ir embora do local afetado pelo fogo.

A velocidade do movimento está diretamente ligada ao ritmo em que as pessoas se deslocam.

E quanto ao fluxo é definido como o número de pessoas que passam num ponto em um determinado tempo.

Quando o alarme de incêndio é ativado, deve prover tempo suficiente para que os ocupantes se movimentem com segurança antes que as condições perigosas comecem a acontecer, ou seja, a produção de calor, gases tóxicos e fumaça. Se os ocupantes não se

movimentarem este tempo diminui.

O tempo é o aspecto básico num processo de evacuação. Utilizando-se o conceito de linha do tempo, a figura 4.8 abaixo citadas no Guide to Human Behavior in Fire da SFPE (2002), mostra as interferências entre as respostas ou comportamento dos ocupantes durante um processo de evacuação:

REAÇÃO DO OCUPANTE MEDIANTE UMA AÇÃO DE EMERGÊNCIA



Figura 4.8 – Processo de emergência em um incêndio

Quando os sinais visíveis de fumaça ou de fogo, ou resultado de alarmes de incêndios são assimilados pelos sentidos humanos o processo de validação dos sinais é iniciado e continua durante todo o evento.

GERENCIAMENTO DE UMA EMERGÊNCIA



Figura 4.9 – Gerenciamento de uma emergência

A interpretação do sinal de alarme como uma indicação de ocorrência de um incêndio pelos ocupantes é dependente do tipo de sinal emitido pelo sistema de alarme como diz Ramachandran (1991); Proulx and Sime (1991); Proulx and Fahy (1997) como citado em Proulx & Fahy (1997); conclusões tiradas a partir de estudos feitos em laboratórios, outro em um treinamento no metrô de Londres.

O tempo de pré-movimento pode ser também dependente do período do dia segundo Proulx & Fahy (1996). O tempo de pré-movimento medido em um edifício de apartamentos de média altura foi de 10 minutos no treinamento de incêndio durante o dia, e, cedo da manhã em um edifício de apartamento alto este tempo foi de 15 minutos para a maioria dos ocupantes e de quase 5 horas para outros como relata Proulx & Fahy (1996).

4.3.5 A evacuação baseada em modelos computacionais

Segundo Klote & Milke (2002) existem 03 (três) tipos de modelos de evacuação disponíveis:

- ? Os de simulação;
- ? Os de otimização;
- ? E os de avaliação de risco.

Os modelos de simulação de evacuação predizem os movimentos e o comportamento dos ocupantes pela avaliação da distribuição do fluxo pelas rotas de fuga existentes. A distribuição do fluxo entre as rotas de fuga pode ser determinada pela consideração ao comportamento dos ocupantes durante a evacuação.

No caso dos modelos de otimização, eles reduzem o tempo de evacuação considerando uma distribuição ideal dos ocupantes nos vários fluxos em direção às saídas de emergência. Este modelo não considera o fator comportamental dos ocupantes.

Os modelos de avaliação de risco quantificam o risco a que os ocupantes do edifício estão expostos pela análise dos perigos do fogo, combinado com uma análise elementar da evacuação. Este tipo de modelo precisa, para ser aplicado, de muitos intervalos de tempo para indicar a probabilidade de vários cenários e seus resultados.

5.0 EXPERIMENTOS

5.1 Pesquisa nas Instituições de Ensino Superior – IES

O princípio fundamental da segurança em edifícios é a segurança de seus ocupantes. Para isso se faz necessário dispor de rotas de fuga seguras no edifício no momento de uma possível evacuação.

Em Pernambuco, existem segundo o Instituto Nacional de Educação e Pesquisas Educacionais – INEP, 32 Instituições de Ensino Superior com um total de 72.319 alunos e professores de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1999). Justifica-se assim a necessidade deste estudo, já que a segurança contra incêndio tem como princípio fundamental a proteção da vida humana dos ocupantes das instituições.

No decorrer do presente estudo, foi desenvolvida uma pesquisa em Instituições de Ensino Superior com o objetivo de avaliar as condições das rotas de fuga em algumas Instituições.

A partir da determinação da amostra para a pesquisa, as Instituições foram escolhidas levando-se em consideração a facilidade no acesso para visitar as Instituições e conseqüentemente aplicar o *checklist* (APÊNDICE 1) elaborado pelas pesquisadoras.

A pesquisa desenvolvida em 10(dez) Instituições de Ensino Superior (IES) no período de 03/05 a 26/05 de 2005, localizadas 09 (nove) na Cidade do Recife e 01 (uma) na Cidade de Camaragibe, ambas na da Região Metropolitana do Recife. Nessa última, foi realizado um experimento na biblioteca desta Instituição cujo objetivo foi avaliar a percepção ao risco de incêndio do usuário da biblioteca, conforme descrito no capítulo 5.2..

5.1.1 Objetivo

A pesquisa nas IEP's teve como objetivo avaliar as condições físicas das rotas de fuga encontradas nessas Instituições e foi relevante para estimar o tempo de desenvolvimento do incêndio na edificação, indiretamente, a partir da análise das barreiras ou defesas ativas.

5.2.2 Coleta de dados

Com o objetivo de avaliar as condições das rotas de fuga, foi elaborado um *checklist* baseado no COSCIPE (1997) e em Ono (1997) com os itens referentes a:

- ? Medidas de proteção passiva;
- ? (Medidas de proteção ativa equipamentos e sistemas de segurança instalados);
- ? Equipamentos e medidas para a ação dos bombeiros;
- ? Itens especiais (garagem, elevadores, pára-raios. Fornecimento e armazenamento de gás GLP – cozinha / cantina).

5.1.2.1 Obtenção da amostra

Aqui estão alguns conceitos básicos para a compreensão do problema da amostragem. São eles:

- a) **Universo ou população:** É um conjunto definido de elementos que possuem determinadas características.
- b) **Amostra:** Subconjunto do universo ou população, por meio do qual se estabelecem ou se estimam as características desse universo ou população.

Segundo Gil (1999) como citado em Silva (2003) os tipos de amostragem podem ser classificados em dois grandes grupos:

- a) **Amostragem probabilística:** rigorosamente científica e se baseia nas leis da estatística. Os tipos mais usuais são: aleatória simples, sistemática, estratificada, por conglomerado e por etapas.
- b) **Amostragem não – probabilística:** não apresenta fundamentação matemática ou estatística, dependendo unicamente dos critérios do pesquisador. Os tipos mais usuais são: por acessibilidade, por tipicidade e por cotas.

Para que uma amostra represente com fidedignidade as características do universo, deve ser composta por um número suficiente de casos. Esse número, por sua vez, depende dos seguintes fatores: extensão do universo, nível de confiança estabelecido, erro máximo permitido e percentagem com a qual o fenômeno se verifica.

Amplitude do Universo

A extensão da amostra tem a ver com a extensão do universo que pode ser

classificado em finito e infinito. Universos finitos são aqueles cujo número de elementos não excede a 100.000. Universos infinitos, por sua vez, são aqueles que apresentam elementos em número superior a esse. São assim denominados porque, acima de 100.000, qualquer que seja o número de elementos do universo, o número de elementos da amostra a ser selecionada será rigorosamente o mesmo.

Nível de confiança estabelecido

De acordo com a teoria geral das probabilidades, a distribuição das informações coletadas a partir de amostras ajusta-se geralmente à curva “normal” (curva de Gauss), que apresenta valores centrais elevados e valores externos reduzidos, conforme indica a figura 5.10.

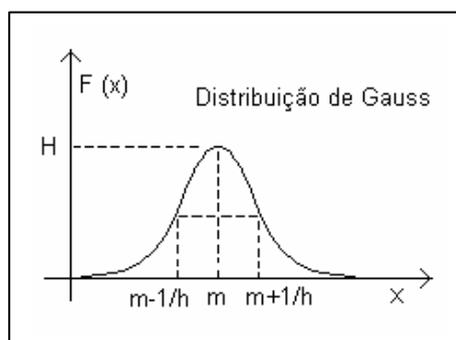


Figura 5.10 - Curva de Gauss

O nível de confiança de uma amostra refere-se à área da curva normal definida a partir dos desvios-padrão em relação à sua média. Numa curva normal, a área compreendida por um desvio padrão, à direita e um à esquerda da média corresponde a aproximadamente 68% de seu total. A área compreendida por dois desvios, por sua vez, corresponde a aproximadamente 95,5% de seu total. Por fim, a área compreendida por três desvios corresponde a 99,7% de seu total. Isso significa que, quando na seleção de uma amostra são considerados dois desvios-padrão, trabalha-se com um nível de confiança de 95,5%. Quando são considerados três desvios-padrão, o nível de confiança passa a ser de 99,7%.

Erro Máximo Permitido

O resultados obtidos numa pesquisa elaborada a partir de amostras não são rigorosamente exatos em relação ao universo de onde foram extraídas. Esses resultados apresentam sempre um erro de medição, que diminui na proporção em que aumenta o

tamanho da amostra. O erro de medição é expresso em termos percentuais e nas pesquisas sociais trabalha - se usualmente com uma estimativa de erro entre 03 e 10%.

Porcentagem com que o Fenômeno se Verifica

A estimação prévia da porcentagem com que se verifica um fenômeno é muito importante para a determinação do tamanho da amostra. Por exemplo, numa pesquisa cujo objetivo é verificar qual a porcentagem de protestantes que residem numa cidade, a estimativa prévia desse número é bastante útil. Se for possível afirmar que essa porcentagem não é superior a 10%, será necessário um número de casos bem menor do que numa situação em que a porcentagem estivesse próxima de 50%, ou seja, quando não há informações referentes ao aspecto que está sendo pesquisado.

Cálculo do Tamanho da Amostra

O cálculo do tamanho de uma amostra pode exigir o concurso de procedimentos estatísticos bastante especializados. Esses, todavia, têm sempre o seu fundamento, nas fórmulas básicas para o cálculo do tamanho da amostra de populações infinitas e finitas. A fórmula para o cálculo do tamanho da amostra (eq. 2) é representada por:

$$n = \frac{s^2 p \cdot q \cdot N}{e^2 (N-1) + s^2 p \cdot q}$$

Onde:

n = tamanho da amostra

s² = nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão. (02

desvios= nível de confiança 95% e 3 desvios 97,5%)

p = porcentagem com a qual o fenômeno se verifica (não há informação: 50%)

q = porcentagem complementar (50%)

N = tamanho da população (31)

e² = erro máximo permitido (3 a 10 %) Para a determinação da amostra da pesquisa em Instituições de nível superior, em 31 instituições, usou-se um nível de confiança de 95% (02 desvios padrão) e um erro máximo de 8.1% .

Para determinação da amostra da pesquisa cujo objetivo foi avaliar as condições físicas das rotas de fuga existentes nas IES's pesquisadas, aplicando-se os valores acima mencionados à eq. 2 obtêm-se a seguinte amostra:

n = 10 instituições pesquisadas, 09 (nove) Instituições na Cidade do Recife e 01 (uma) na Cidade de Camaragibe, onde foi realizado o experimento)

Devemos ressaltar que, em 01 (uma) Instituição pesquisada foram selecionados 02(dois) edifícios para a aplicação de *checklist* em função das suas características físicas, tais como, quantidade de pavimentos e números de escadas.

5.1.3. Resultados e análise dos dados

Durante a apresentação e análise dos resultados obtidos pela pesquisa, as IES's serão denominadas por letras maiúsculas do nosso alfabeto no sentido de resguardar o nome das Instituições pesquisadas. Devemos ressaltar que na Instituição denominada de **J** foram pesquisados 02(dois) edifícios.

5.1.3.1. Tipos de rotas de fuga

A pesquisa foi desenvolvida a partir da aplicação de um *checklist* baseado no COSCIPE (1997) e Ono (1997) (APÊNDICE 1) . Os resultados obtidos com *checklist verificam* os seguintes tipos de rotas de fuga existentes nas instituições conforme tabela a seguir 5.13:

Tabela 5.13 – Tipos de rotas de fuga

IES	Itens	Grandes corredores (em extensão)	Escadas/ externas	Rampas	Escadas / internas	Rampas
A		X			X	
B		X			X	
C		X				
D		X				
E		X		X		
F		X			X	
G		X		X		
H		X				
I		X			X	
J		X X			X	

Percentual (%)	100	18,18	45,45
-------------------	-----	-------	-------

Fonte: Autora, 2005. Adaptado do COSCIPE (1997) e Ono (1997)

Tomando-se como base a tabela 5.13 acima, verificamos que em 100% das IES's possuem grandes corredores como rotas de fuga que variam entre 0,80 e 3,96m de largura. Isto é um dado que nos chama a atenção, uma vez que as condições físicas desses corredores podem comprometer o movimento das pessoas em direção às saídas de emergência no momento de uma evacuação.

Notamos também a existência de escadas e rampas como tipos de rotas de fuga. As escadas encontradas nas IES's serão analisadas a seguir na seção 5.1.3.5. No caso das rampas foram em sua maioria para interligar uma pequena diferença de piso (no máximo 20 cm) com exceção Instituição “ E” , onde a rampa externa existente possui uma inclinação muito acentuada comprometendo a circulação das pessoas. A construção dessa rampa deve-se à necessidade do edifício de adaptar-se à Lei Federal nº 1098/2000 Art. 24 parágrafos 1º e 2º incisos, quando se refere à acessibilidade de portadores de dificuldades de locomoção.

5.1.3.2. Tipos de materiais de acabamento nas rotas de fuga

De acordo com Fitzgerald (2003) o tipo de material utilizado nos revestimentos influencia no comportamento dos incêndios. Em virtude disso a pesquisa procurou identificar em quais áreas da parte construtiva das IES's haveria maior probabilidade de ocorrência de crescimento do potencial do incêndio.

Tabela 5.14 - Tipos de materiais de acabamento nas rotas de fuga

Itens IES	Piso		Parede		Teto	
	Combustível	Incombustível	Combustível	Incombustível	Combustível	Incombustível
A		X		X		X
B		X		X		X
C		X		X		X
D		X		X		X
E		X		X		X
F		X		X	Em uma das circulações	X
G		X		X	Em uma das circulações	X

H	Em algumas áreas	X		X		X
I		X		X		X
J	Escada da biblioteca	X X		X		X

Fonte: Autora, 2005. Adaptado do COSCIPE (1997) e ONO (1997)

Na Instituição “F” e “G” foi encontrado em uma das circulações o teto de material combustível (policarbonato). Com referência aos tipos de materiais dos pisos as Instituições “H” e “J” apresentaram os materiais: madeira e borracha, considerados materiais combustíveis que propagam as chamas rapidamente aumentando o tempo para atingir o *flashover*, i.e. inflamação generalizada do ambiente.

5.1.3.3. Condições das rotas de fuga

A literatura presente estima que o tempo de resposta dos ocupantes em emergências de incêndio é influenciado dentre outros, por fatores como: layout do edifício e a disposição e constituição das rotas de fuga como diz Almas (2002).

As condições das rotas de fuga foram avaliadas na pesquisa com o objetivo de identificar “barreiras” ou obstáculos capazes de retardar o tempo resposta dos ocupantes como trata Almas (2002).

A tabela 5.15 sintetiza as condições das rotas de fuga (grandes corredores, escadas e rampas) avaliadas, bem como apresenta os problemas encontrados nestas rotas.

Tabela 5.15 - Condições das rotas de fuga

Itens IES	Totalmente desobstruídas	Parcialmente obstruídas	Totalmente obstruídas	Largura (m) - circulações	Problemas encontrados
A	X			1,85	
B		X		3,96	Existência de objetos: jarros, lixeiras, etc; Desníveis no piso; Sentido da abertura das portas
C		X		1,87	Existência de objetos: jarros, lixeiras, etc;
D		X		1,80	Desníveis no piso; Falta de sinalização
E		X		1,64	Existência de pilares na circulação

F		X		0,80–4,00	Existência de objetos: jarros, lixeiras, etc; Desníveis no piso; Sentido da abertura das portas; Largura das circulações; Falta da sinalização
G		X		2,00	Sentido da abertura das portas; Falta da sinalização
H	X			2,73	
I		X		1,50	Existência de objetos: jarros, lixeiras, etc; Sinalização insuficiente
J		X		1,50	Existência de objetos: jarros, lixeiras, etc; Falta da sinalização
Percentual (%)	18,18	72,72			

Fonte: Autora, 2005. Adaptado do COSCIPE (1997) e ONO (1997)

De acordo com a tabela 5.15, observamos que em nenhuma das IES's pesquisadas as rotas de fuga estavam totalmente obstruídas.

Apenas nas IES's "A" e "H" as rotas de fuga estavam totalmente desobstruídas. Já nas outras IES's com 72,72% apresentaram-se parcialmente obstruídas.

Também podemos notar na tabela 5.15 que a existência de objetos como: jarros, lixeiras, etc., aparecem como um problema preocupante, pois se considerarmos este problema como uma "barreira" ou obstáculo no momento da evacuação, estas Instituições terão uma diminuição no tempo resposta de seus ocupantes ao necessitarem evacuar estas Instituições.

Analisando a questão das dimensões relativas às larguras das circulações, escadas e das portas das IES's pesquisadas baseando-se no COSCIPE (1997), Art. 179 que trata dos Sistemas e Dispositivos para Evacuação de Edificações.

Com referência ao Art. 179, Parágrafo 2º e 3º inciso II – os dados relativos às larguras das circulações descritos na tabela 5.15 as Instituições "F", "I" e "J" não atendem aos critérios estabelecidos pelo COSCIPE (1997) descritos acima. Talvez o não cumprimento desses critérios possa ser justificado pelo fato dessas Instituições terem sido construídas antes da vigência do código de referência.

4. Portas das saídas de emergência

Um dos itens avaliados pela pesquisa foi o que trata das portas das saídas de emergência relativos, às circulações e compartimentos (salas, bibliotecas, etc). Foram avaliados os itens como largura, tipo e sentido da abertura como também o material com o qual estas portas foram fabricadas. A tabela 5.16 demonstra os resultados obtidos:

Tabela 5.16 - Portas das saídas de emergência

Itens IES	Largura (metro)	Tipo		Sentido da abertura
		Giro	Correr	
A	1,50			
B	2,00			Para dentro do ambiente
C	2,00			
D	2,00			
E	1,64			
F	1,74 – 2,00			Para fora do ambiente apenas na biblioteca
G	2,00			Para dentro do ambiente
H	0,80 – 1,00			Para dentro do ambiente
I				Para fora do ambiente nas salas de aula
J	1,80 – 4,00			

Fonte: Autora, 2005. Adaptado do COSCIPE (1997) e ONO (1997)

As portas das saídas de emergência das IES's com exceção do edifício da biblioteca da IES "F" fazem conexão com o estacionamento, dentro do lote, ou para acessos dentro da própria IES. As dimensões das portas das saídas de emergência variavam de 0,80 a 4,00m. Os tipos de portas encontradas foram do tipo "giro" e "correr".

As IES's "F" e "I" atendem ao requisito da norma em seu Art. 175, que recomenda a abertura das portas das salas e compartimentos no sentido do trânsito de saída. As outras IES's não atendem ao referido Artigo.

As portas tipo corta-fogo existentes nas IES's "F" e "I" atendem ao Art. 177. Na IES "B" o auditório da Instituição não está de acordo com os Arts. 175 e 178, pois a porta do auditório não tem o sentido de abertura para fora e não possui ferragem ou dispositivo antipânico.

A pesquisa também mostrou que na IES's "D" e "F" nos acessos principais dessas Instituições, existem catracas de controle de entrada e saída na IES "F" e porta giratória com detector de metal na IES "D", comprometendo o fluxo do movimento dos ocupantes em direção às saídas finais da ocupação.

Quanto aos materiais de fabricação das portas, o COSCIPE (1997) estabelece critérios apenas para a escada enclausurada, escada a prova de fumaça, antecâmaras e paredes corta fogo no que se refere as portas e as ferragens das mesmas, não estabelecendo critérios para as portas comuns das saídas de emergência relativos a seus materiais constituintes.

5.1.3.5. Proteção das escadas

Como parte integrante das rotas de fuga, as escadas têm um papel importante no momento da evacuação. De acordo com o COSCIPE (1997) os Artigos 151, 152 e 153,155 que tratam das escadas estão assim descritos:

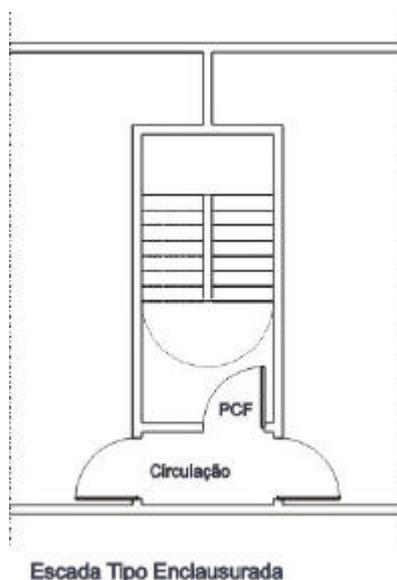
§ 2º Entende-se por escada enclausurada aquela cuja caixa é envolvida por paredes corta-fogo e dotada de portas corta-fogo.

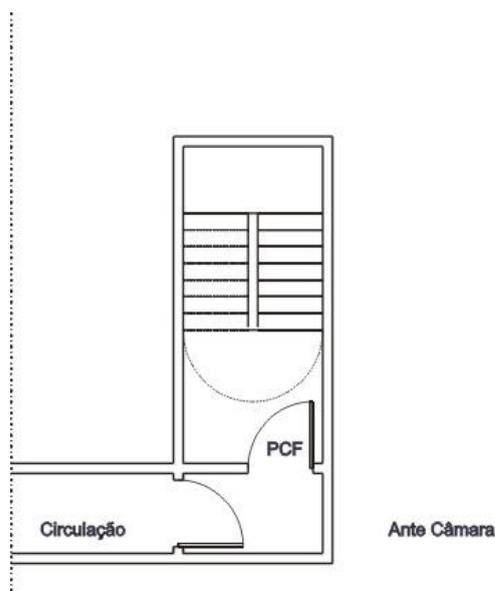
§ 3º Entende-se por escada a prova de fumaça à escada enclausurada precedida de antecâmara, de modo a evitar, em caso de incêndio, a penetração de fogo e fumaça. A seguir temos exemplos dos tipos de escadas encontradas na pesquisa:

Figura 5.11 - Escada tipo protegida



Figura 5.12 - Escada tipo enclausurada





Escada Tipo a Prova de Fumaça

Figura 5.13 - Escada tipo a prova de fumaça

Tabela 5.18 - Proteção das escadas

IES	Tipo	Comum	Protegida	Observações
	A	X		Atende ao requisito de constituição física, mas não atende ao de existência de corrimão em todos os lados.
	B	X		Idem "A"
	C		X	Não atende ao requisito de quantidade de escadas em função do nº de pavimentos; Idem "A"
	D	X		Atende aos requisitos de constituição física de existência de corrimão em todos os lados
	E	X		Não atende aos requisitos de quantidade de escadas e tipo de escada. Idem "A"
	F	X	X	Idem "D"
	G	X		Idem "D"
	H	X		Não atende ao requisito de constituição física, pois o material encontrado foi combustível; Possui corrimão em todos os lados
	I		X	Atende ao requisito de constituição física; Não possui corrimão em todos os lados; Não possui corrimão intermediário pois o comprimento do degrau ultrapassa 2,50m
	J		X X	Não atende ao requisito de constituição física, pois o material encontrado foi combustível (biblioteca);

			Não possui corrimão em todos os lados (no edifício de salas de aula);
Percentual (%)	58,33	41,66	

Fonte: Autora, 2005. Adaptado do COSCIPE (1997) e ONO (1997)

De acordo com o COSCIPE para o tipo de ocupação escolar deverá atender as seguintes exigências:

Tabela 5.19 - Quadro de ocupação de exigência (COSCI-PE, 1997)

CLASSE DE OCUPAÇÃO	ltura (m)	Nº Pav	larme	Área < 750 m ² por pavimento			Área > 750 m ² por pavimento		
				Nº de Escadas	Tipo da Escada	Área de Refúgio	Nº de Escada	Tipo da Escada	Area Refúgio
K	té 06	té 02	--	1		--	2		--
	7 a 20	3 a 08	IM	2	I	--	2	I - III	--
	de 20	de 08	IM	2	II	--	2	V	--

De acordo com a pesquisa e analisando as Tabelas 5.18 e 5.19 anteriores, verificam que o número de pavimentos das IES's não ultrapassou os 08 (oito) pavimentos. Encontramos nas IES's "E", "I" e "J" as áreas por pavimento superiores a 750 m² e nas outras IES's as áreas por pavimento foram inferiores a 750 m².

Não foram observados na pesquisa os tipos de escadas III e IV.

5.1.3.6. Sinalização de emergência

A sinalização de emergência é tratada em Tomina & Ono (1996) como uma medida de fundamental importância, sendo uma das funções da sinalização de emergência, é indicar os caminhos a serem seguidos para que seja possível atingir a saída final da ocupação, ou mesmo relocar-se do ambiente comprometido pelo fogo.

O COSCIPE (1997) trata do Sistema de Sinalização de Saídas de Emergência nos seguintes artigos:

Os resultados obtidos com o a aplicação do *checklist* demonstrou que:

Tabela 5.20 - Sinalização de emergência

Itens IES	Existe	Não existe	Em conformidade com a norma	Sem conformidade com a norma
A		X		
B	X		X	
C		X		
D		X		
E		X		
F	X			X
G		X		
H		X		
I	X			X
J		X		
Percentual (%)	27,27	72,72		

Fonte: Autora, 2005. Adaptado do COSCIPE (1997) e ONO (1997)

Em análise da Tabela 5.20 verificamos que apenas a Instituição “B” atende ao requisito da existência de sinalização nas saídas de emergência. As instituições “F” e “I” possuem sinalização, mas não estão em conformidade com a norma do CB. E nas outras Instituições restantes, a sinalização simplesmente não existe, não tendo assim um caráter educador para com os ocupantes no sentido de orientá-los no momento de uma evacuação, comprometendo assim sua integridade física.

5.1.3.7. Iluminação de emergência

A questão relativa ao sistema de iluminação de emergência como parte integrante das rotas de fuga, existente ou não nas instituições, teve como resultados os seguintes dados demonstrados na tabela :

Tabela 5.21 - Sistema de iluminação de emergência

Itens IES	Existe	Não existe	Conforme norma	Sem conformidade com a norma
A		X		
B	X		X	
C		X		
D	X		X	
E		X		
F	X			X
G	X			X
H		X		
I	X			X
J		X X		
Percentual (%)	50	60	20	30

Fonte: Autora, 2005. Adaptado do COSCIPE (1997) e ONO (1997)

De acordo com o Art. 189 do COSCIPE (1997):

Parágrafo único Para efeito de cálculo de dimensionamento do número de pessoas para as edificações, segundo sua classe de ocupação, deverá ser empregados os dados da TABELA 1 - CÁLCULO DA POPULAÇÃO, constante do Anexo A ao presente Código (ANEXO 2).

Os dados obtidos na pesquisa estão descritos na tabela 5.21. Todas as IES's pesquisas demonstram que em 54,54% das IES's pesquisadas o sistema de iluminação de emergência não existe. Entre as 05 (cinco) IES's que possuem este tipo de sistema, apenas 02 (duas) as IES's "B" e "D" estavam de conformidade com a norma.

5.1.3.8. Proteção por sistema de detecção e alarme

Segundo Assis (2001), o sucesso na detecção e extinção de um incêndio, está entre outros aspectos o de dar imediato alarme para que seja possível o ocupante saírem em segurança. E de acordo com Proulx (2001) a chave para reduzir o tempo em uma evacuação está em informar os ocupantes o mais cedo possível.

O sistema de detecção e alarme de incêndio, automático e sob comando é aquele formado por componentes eletroeletrônicos, que possibilita uma identificação e uma localização rápida do incêndio ainda na sua fase inicial, conforme trata o COSCIPE (1997) nos Artigos 134 a 139.

Dos sistemas de prevenção e combate a incêndios, a pesquisa analisou o item referente aos sistemas portáteis e transportáveis – os extintores de incêndio.

Conforme a tabela 5.21 os resultados que a pesquisa demonstrou foram:

Tabela 5.21 - Proteção por sistema de detecção e alarme

Itens IES	Existe	Não existe	Conforme norma	Sem conformidade com a norma
A		X		
B	X		X	
C		X		
D		X		
E		X		
F	X			X
G		X		
H		X		
I		X		
J		X X		

Fonte: Autora, 2005. Adaptado do COSCIPE (1997) e ONO (1997)

Apenas as Instituições “B” e “F” possuíam o sistema de detecção e alarme e só o sistema da Instituição “B” estava conforme a norma. Na Instituição “F” o sistema existia, mas não em conformidade com a norma.

Nas Instituições “C”, “I” e um prédio da “J”, este tipo de sistema era exigido em razão do número de pavimentos, mas o sistema não existia. Nas demais Instituições o sistema não era exigido em função da altura do pavimento e/ ou do local de proteção de acordo com o ANEXO1.

5.1.3.9. Áreas de risco no interior da ocupação

A pesquisa também contemplou a identificação de áreas de risco elevado no interior do edifício apresentados assim:

- ? Presença de depósito de GLP em 06(seis) cantinas das instituições;
- ? Presença de subestação e centrais de força elétrica / geradores em 02 (duas) instituições;
- ? Não foi encontrada a existência de centrais de ar condicionado.

Também foi abordado pela pesquisa um item denominado de item especial relativo a : botijões de gás e centrais de gás. Em 04 (quatro) instituições as cantinas são abastecidas por botijões, onde 03(três) se localizam fora do local e 01(um) dentro da cantina. A central de gás foi encontrada em 02 (duas) instituições e estavam fora do local, em conformidade com as normas.

Tabela 5.22 - Áreas de risco no interior da ocupação

Itens IES	Botijões	Central de gás	Dentro da ocupação	Fora da ocupação	Observações
A					Cantina desativada
B	X			X	
C	X		X		
D	X			X	
E					Cantina fora da ocupação
F	X			X	
G		X		X	
H		X		X	
I					Cantina fora da ocupação
J					Cantina não usa GLP

Fonte: Autora, 2005. Adaptado do COSCIPE (1997) e ONO (1997)

Ao tratar da avaliação das condições físicas das rotas de fuga nas Instituições de Ensino Superior (IES's) selecionadas para a pesquisa, entendidas como diz Tomina e Ono (1996) “meios estruturais através dos quais seja dotado de um caminho seguro a partir de qualquer ponto da ocupação até uma saída final”, o que a pesquisa mostrou foi que as defesas dos edifícios das IES's apresentam infrações consideradas pelo Corpo de Bombeiros/PE de leve a grave.

No que diz respeito às condições encontradas nas rotas de fuga relacionadas com a existência ou não de “barreiras” ou obstáculos que podem comprometer a passagem por estas rotas, nota-se, por exemplo, a existência de objetos que podem causar acidentes e um retardo no tempo dessas pessoas até chegar ao local seguro, como também a falta de sinalização de emergência que indicaria o caminho a tomar no momento da evacuação.

No item avaliado sobre portas das saídas de emergência, os dados demonstram que o fato das portas do tipo “giro” abrirem contra o sentido do fluxo de saída podem causar um congestionamento no momento da saída conforme demonstram as figuras 5.14 e 5.15. Uma boa solução seria a adoção da situação demonstrada na figura 5.16.

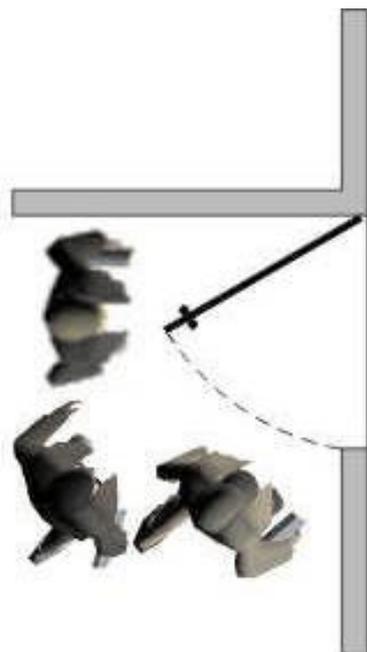


Figura 5.14 - Comprometimento da saída com o giro da porta para dentro

Figura 5.15 - Comprometimento da saída com o giro para fora

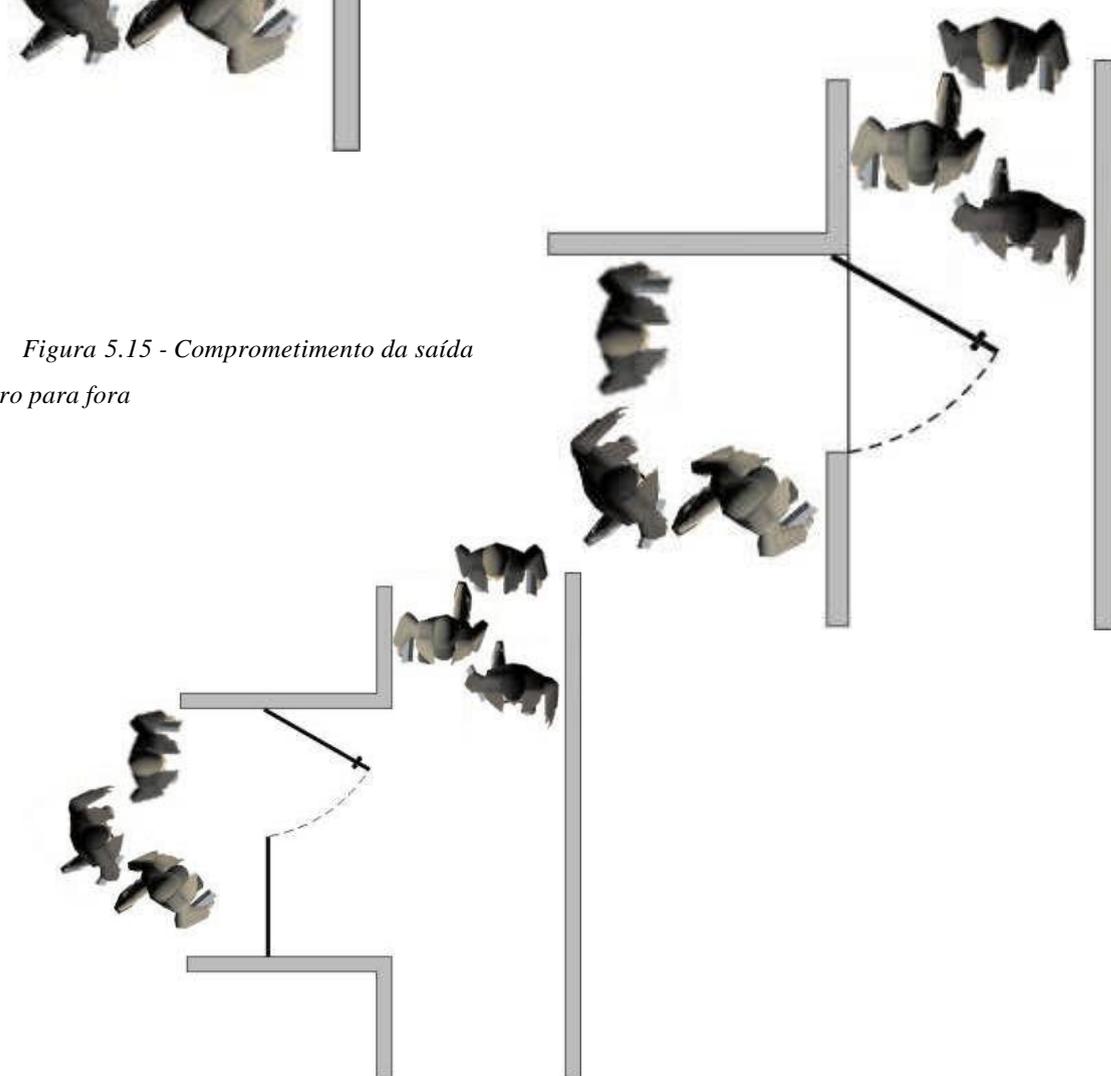


Figura 5.1631 - Solução para abertura da porta sem comprometer a saída

Foi verificados também o uso de vidro, ou vidro com alumínio como material de fabricação das portas das saídas de emergência. No momento de uma possível evacuação a quebra deste material pode provocar acidentes ou causar qualquer tipo de atraso no tempo para a evacuação.

5.2 Experimento 2 - Experimento sobre tempo de resposta das pessoas em situações de emergência realizado na Faculdade de Odontologia de PE - FOP

Os procedimentos para realização do experimento acadêmico realizado na Faculdade de Odontologia de Pernambuco – FOP em Junho de 2005, teve como documento de referência os procedimentos aplicados em um mesmo tipo de experimento acadêmico realizado em Janeiro de 2005 na Biblioteca da Universidade Federal de Pernambuco sob a coordenação do RISCTEC – UFPE (Brasil) e o *Fire Safety Engineering Group da University of Greenwich* (Reino Unido).

5.2.1 O Experimento:

O experimento consistiu em alertar um grupo de alunos que ali estavam, de que existe uma emergência na edificação, e que eles devem evacuar a biblioteca imediatamente. O experimento não foi divulgado para os alunos e funcionários. Apenas para o professor que, no momento do experimento, estava ministrando uma atividade extraclasse na biblioteca.

5.2.2 Dados coletados:

O experimento dividiu-se em 02 (duas) etapas:

A primeira etapa foi o registro visual através de câmeras de vídeo do início ao término do movimento dos alunos em direção à única saída existente. Nesta mesma etapa, o intervalo de tempo entre o início e o término da evacuação foi cronometrado por um dos membros da equipe, posicionado do lado de fora da biblioteca;

A segunda etapa consistiu na aplicação de um questionário com questões relativas ao experimento e ao evento geral de um incêndio.

A fita de vídeo com as gravações feitas do experimento será mantida por razões de pesquisas acadêmicas e as partes dessas gravações que mostram o roteiro tomado pelos estudantes poderão ser exibidas em seminários acadêmicos, aulas e outros eventos públicos. Contudo, detalhes pessoais dos participantes não serão associados às informações coletadas nos experimentos.

5.2.3 Equipamentos:

Quatro câmeras posicionadas dentro da biblioteca, uma na circulação próxima à saída da biblioteca e um cronômetro. As câmeras foram posicionadas discretamente de forma a não serem percebidas pelos participantes a fim de que não influenciem seus comportamentos. Essas câmeras foram posicionadas antes de os alunos estarem na biblioteca, a fim também de não influenciar seus comportamentos .

5.2.3.1 Posições das câmeras

As câmeras no momento do experimento foram assim dispostas conforme Figura 5.18

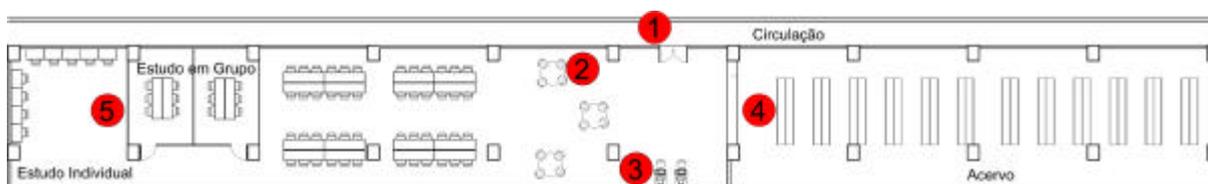


Figura 5.18 – Posicionamento das câmeras

5.2.4 Equipe

O experimento na biblioteca contou com a participação de 14 (quatorze) membros, sendo 07(sete) membros do RISC TEC, 05(cinco) voluntários e 02(dois) funcionários da Instituição pesquisada.

As pessoas envolvidas com a realização do experimento foram distribuídas nas seguintes atribuições:

- ? Dar o aviso para evacuação;
- ? Filmar o experimento;
- ? Cronometrar o tempo de início e término do experimento;
- ? Orientar os alunos a seguirem até o local de encontro;
- ? Dar esclarecimentos sobre o experimento e aplicação dos questionários.

5.2.4.1 Atribuições da equipe

1. Um membro (funcionário da Instituição) avisou que seria necessário evacuar a biblioteca;

2. Oito membros foram responsáveis em operar as câmeras;
3. Um membro cronometrou o tempo;
4. Dois membros foram encarregados de encaminharem-se até a sala reservada aos alunos para aplicação dos questionários;
5. Um membro recebeu os alunos na sala enquanto os outros membros e alunos chegassem para o início das explicações e aplicação dos questionários;
6. Um membro (o professor) ficou observando o movimento e saiu junto com os alunos.

Esses membros também desempenharam as seguintes funções:

(i) Esclarecer aos participantes que tudo é um experimento e explicar os objetivos do mesmo. Tais informações, das quais os membros devem estar cientes, também estarão disponíveis nos questionários e nos documentos de esclarecimentos.

(ii) Eles irão informar como tais documentos deverão ser preenchidos. Se, porventura, os participantes fizerem perguntas as quais esses membros não sejam capazes de responder, eles deverão pedir que os participantes esperem os supervisores do experimento, os quais serão hábeis em responder as perguntas.

(iii) Se os coletores de dados não estiverem seguros em relação à resposta apropriada a uma possível pergunta então eles não devem dar nenhuma opinião; devem sim, esperar um dos supervisores do experimento para orientar nas questões. Os supervisores do experimento irão estar na área específica, assim que o experimento terminar. Tendo em vista que o experimento é de curta duração, as pessoas não irão esperar muito.

(iv) Uma vez terminado o experimento, os coletores de dados serão responsáveis em coletar os documentos que os participantes serão requisitados para preencher.

5.2.4.2 Ações dos membros da equipe

1. A coordenação da equipe visitou a Instituição antecipadamente, e tendo escolhido a biblioteca como melhor local para a realização deste tipo de experimento acadêmico. Nesta mesma ocasião ficou pré-definido como estariam posicionadas as câmeras e para onde os alunos deveriam se dirigir após a saída da biblioteca, no sentido de assegurar que o experimento atingisse seus objetivos;

2. No dia do experimento, os membros da equipe em suas atividades de coordenação e operacionalização, asseguraram em primeiro lugar, a segurança e a integridade física dos participantes do experimento;

3. A operacionalização das câmeras foi feita pelos próprios membros da equipe;
4. A posição de alguns membros da equipe em meio aos alunos, dentro da biblioteca, facilitou o registro visual bem como a observação extra câmera do comportamento dos alunos no momento da evacuação;
5. Em um determinado momento foi dado o aviso cujo conteúdo dizia: “Existe uma emergência. Por favor retirem-se da biblioteca o mais rápido possível”;
6. Neste momento foram acionadas as câmeras e o tempo passou a ser cronometrado;
7. Ao sair da biblioteca, os alunos foram informados de que se tratava de um treinamento e foram conduzidos a uma sala no próprio edifício;
8. Estando na sala, os alunos receberam as informações de que se tratava de um treinamento acadêmico, os objetivos e explicações sobre a documentação aplicada (questionários e o termo de consentimento).

5.2.5 Documentação

Já estando na sala, tendo recebido as informações sobre o experimento acadêmico, foi solicitado ao aluno que preenchesse um questionário como também um termo de consentimento.

5.2.5.1 Documento de consentimento (ANEXO 3) – Documento assinado pelo aluno permitindo o uso dos dados coletados em estudos acadêmicos.

5.2.5.2 Questionário (APÊNDICE 1) – O questionário aplicado abordou a experiência que os alunos tiveram durante o experimento e questões gerais sobre incêndio. Os alunos foram solicitados a preencher os questionários de forma espontânea, respeitando-se o direito que os mesmo têm em não responder; ao mesmo tempo foi enfatizada a importância desse tipo de estudo para melhorar as condições físicas de tal ocupação.

5.3 Resultados e análise dos dados

A análise dos dados foi feita de modo a compará-los os dados obtidos com os *checklist* aplicados e o COSCIPE (1997). Os dados são apresentados neste mesmo trabalho através de gráficos e tabelas para facilitar a análise comparativa dos mesmos.

A análise dos dados também foi feita a partir da literatura referente à questão da evacuação em um evento de incêndio.

Foi realizado na Faculdade de Odontologia de PE – FOP na Cidade de Camaragibe na RMR em junho de 2005, um experimento acadêmico, ou seja, uma simulação de uma situação de emergência na Biblioteca desta Faculdade, cujo objetivo foi avaliar o comportamento dos usuários da biblioteca submetidos a uma situação de emergência. O experimento acadêmico foi dividido em 02(duas) partes: o registro visual através de equipamentos de filmagens e a aplicação de um questionário após a saída da biblioteca.

O experimento contou com a participação de 20 alunos.

O comportamento humano mediante uma situação de incêndio pode ser estudado a partir do impacto de fatores durante o evento do incêndio conforme Proulx (2001) como tratamos em 4.3.3.2. Estes fatores estão assim descritos:

- ? Perfil;
- ? Conhecimento e experiências;
- ? Condição no momento do evento;
- ? Personalidade e função do ocupante no edifício.

Os itens relativos ao perfil, gênero e idade dos ocupantes da biblioteca foram assim identificados com os dados do questionário.

Um dos itens pesquisados foi sobre a existência ou não em algum dos ocupantes de problemas de audição. De acordo com a NEMA (2003) alguns ocupantes de edifícios reagem devagar quando os sinais de alarme são acionados um dos fatores é a deficiência auditiva, dificultando a interpretação da mensagem por voz ou por outro sinal sonoro.

No experimento, todos os ocupantes pesquisados responderam que não possuíam problemas com a audição.

Este mesmo resultado foi obtido em um experimento acadêmico realizado pelo RISCTEC da Universidade Federal de Pernambuco – Brasil juntamente com o Fire Safety Engineering Group da University of Greenwich (Reino Unido) em janeiro de 2005 realizado na Biblioteca Central da UFPE conforme dados apresentado ao longo desta análise:

Os fatores referentes ao conhecimento e experiências mencionadas por Proulx (2001) foram abordados no experimento através dos itens sobre treinamentos em emergência como também familiaridade com o espaço estudado.

Todos os ocupantes pesquisados são alunos da Faculdade, daí se conclui que devem ser familiarizados com o edifício como também com a biblioteca.

A participação em treinamentos de emergência foi um dos itens pesquisados nos dois experimentos. Este item nos demonstraria o comportamento dos usuários no momento da

evacuação no que diz respeito a procedimentos a serem adotados podendo até mesmo influenciar o ocupante dos demais. Os dados dos questionários estão assim apresentados:

Tabela 5.22 - Participação em treinamentos de emergência

Local \ Opções	Biblioteca UFPE	Biblioteca FOP
SIM		15%
NÃO	100%	85%

Fonte: Baseado nos *checklist* aplicados

De acordo com Ramachandran (1991) no momento de uma evacuação o processo de decisão do ocupante diante de uma situação de emergência está assim descrito:

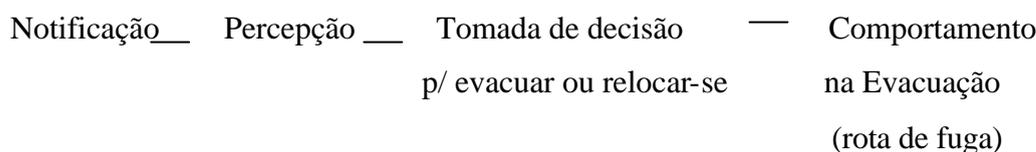


Figura 5.19 – Processo de decisão do ocupante (Ramachandran, 1991)

Nos dois experimentos o entendimento da “notificação” ou aviso dado cujo conteúdo foi “ **está acontecendo uma situação de emergência por favor retirem-se do local**” os seguintes dados foram assim apresentados

Tabela 5.24 - Resultado sobre o entendimento sobre o aviso dado

Local \ Opções	Biblioteca UFPE	Biblioteca FOP
SIM	94,11%	85%
NÃO	5,88%	15%

A localização do aluno dentro da Biblioteca reforçou o entendimento do aviso, pois 85% dos pesquisados afirmaram que de onde eles estavam foi possíveis entender o aviso dado.

Os usuários das 02(duas) Bibliotecas após o recebimento da mensagem procuraram atender ao pedido feito baseado nos seguintes dados:

A análise de um evento de incêndio abordado sob uma visão de desempenho cujas premissas são: considerar variáveis como o ocupante, o edifício e o fenômeno do incêndio para que se possa entender de que forma estas variáveis se comportam mediante o evento de incêndio. Baseado nisso, a pesquisa realizada na biblioteca da Faculdade de Odontologia de

Pernambuco – FOP nos apresenta os seguintes dados relativos ao comportamento dos ocupantes da biblioteca perfazendo um total de 20 pessoas.

O grupo estudado na pesquisa está assim representado:

Gênero: 65% feminino e 35% masculino

Faixa etária: 21-29: 75%; 30-39: 15%; 40-49: 5%; 50-59: 5%

Os dados acima demonstram que o maior número de pessoas pesquisadas está na faixa etária compreendida entre 21 e 29 anos, correspondendo a 15 pessoas.

Nenhuma das pessoas pesquisadas possui problema de audição, o que teoricamente nos diz que a mensagem de solicitação para evacuar a biblioteca não seria comprometida.

Foi feita a seguinte pergunta: “*Você já participou de algum treinamento deste tipo?*”.

Obtivemos os seguintes resultados de acordo com as figuras 5.22 e 5.23:

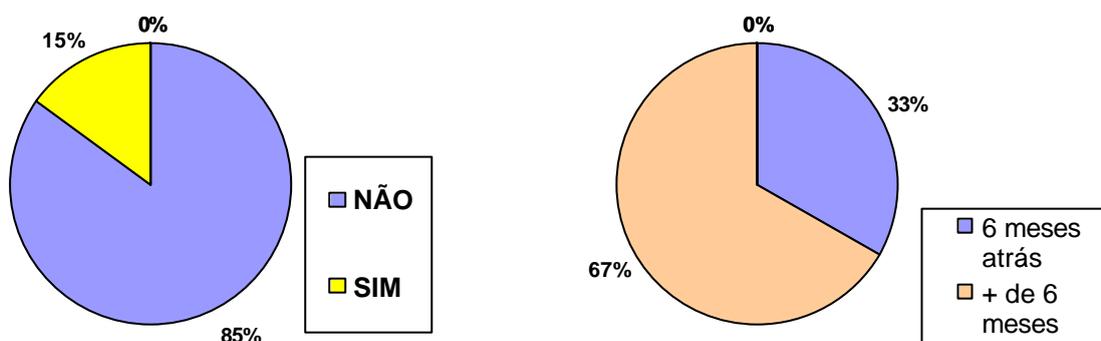


Figura 5.20 - Participação em treinamentos

Figura 5.21 - Período em que foi feito o treinamento

No que diz respeito à participação em treinamentos desse tipo, 85% dos entrevistados responderam que nunca haviam participado de algum treinamento; as pessoas que responderam que haviam participado de algum treinamento (15%) do total, desses 67% participaram há mais de 6 meses de treinamento demonstrado no gráfico acima.

Para verificar se o aviso para evacuar a biblioteca foi entendido, perguntamos aos pesquisados se SIM ou NÃO, resultado foi obtido foi: **85%** dos pesquisados responderam que **SIM** o que corresponde a 17 pessoas e **15%** respondeu **NÃO**.

Quanto à reação que o entrevistado teve no momento em que se pediu para evacuar a biblioteca pedimos que ele assinale uma ou mais alternativas indicadas. O resultado da pesquisa apresentado na tabela 5.25 demonstrou que:

Tabela 5.25 - Resposta sobre a reação dos alunos no momento do aviso

Alternativas	Resultados (%)
a) É apenas um treinamento, não preciso me apressar	3,45
b) É um treinamento, mas eu irei sair assim que eu puder.	-
c) É um treinamento, mas eu irei sair imediatamente.	13,79
d) Meio confuso vou observar as ações das outras pessoas	17,25
e) Isto pode ser uma evacuação real, eu vou sair daqui assim que eu puder.	20,69
f) Eu irei observar o que os outros fazem e seguir o que eles fazem também	-
g) Isto pode ser uma evacuação real, mas eu sei que caminho devo tomar e portanto não devo me preocupar com o tempo	13,79
h) Isto pode ser uma situação real, mas eu estou perto da saída de emergência, e sendo assim, não devo me apressar	6,89
I) Isto pode ser uma situação real de incêndio e eu vou sair daqui imediatamente	20,69
J) Outro entendimento: por favor, especificar	3,45
Total	99,99

De acordo com a tabela 5.25 acima, verificamos que as alternativas, e) e i) obtiveram os mesmos percentuais das respostas, o que demonstra que: as pessoas acreditaram se tratar de uma situação real e o desejo de sair logo do local foi comum.

Uma outra reação significativa das pessoas foi assinalada na alternativa d). Mesmo estando “meio confusas observaram as ações das outras pessoas para que pudessem tomar a decisão de evacuar (17,25%)”.

Em uma evacuação ou mesmo uma relocação de pessoas em uma situação de emergência, o tempo é o fator principal, ou seja, a quantidade de tempo gasta para o movimento das pessoas até um local seguro será maior ou menor dependendo de sua mobilidade⁵ como trata a NFPA 101 (2003) caracterizando o sucesso ou não da evacuação ou relocação das pessoas.

A questão relativa ao tempo médio que o pesquisado levou para evacuar após o pedido assinalado pelos pesquisados está demonstrado no intervalo entre 0 a 20 segundos que aparece com 60% das respostas do grupo, dos 1'40" cronometrado entre o início e o término da simulação.

⁵ Mobilidade segundo a NFPA 101 (2003) é a velocidade que o ocupante desenvolve ao percorrer as rotas de fuga no sentido de chegar às saídas de emergência.

De acordo com o local onde o pesquisado se encontrava, foi possível entender o aviso da solicitação para 95% das pessoas, reforçando assim o entendimento para que fosse imediatamente evacuada a biblioteca após o pedido da pessoa (80%) como demonstra a figura 5.27 a seguir:

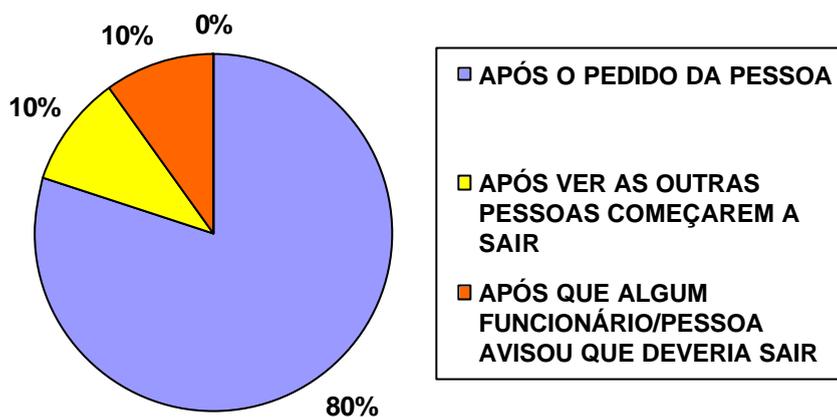


Figura 5.22 – Entendimento do aviso

Uma das questões da pesquisa pedia que o entrevistado assinalasse a alternativa que correspondia ao tipo de atividade que ele (a) estava desenvolvendo quando a pessoa pediu para evacuar a biblioteca. De acordo com a tabela 5.26 abaixo, concluímos que :

Tabela 5.26 - Atividade desenvolvida no momento do aviso

Alternativas	Resultados (%)
a) Trabalhando /pesquisando no computador	5
b) Conversando e trabalhando / pesquisando no computador	20
c) Em conversa com os amigos ou outra atividade social	10
d) Estudando	50
e) Outras (por favor, especifique)	5 (discutindo sobre um trabalho) 5 (lendo um artigo) 5 (pegando um livro)
Total	100

Fonte: Baseado no checklist aplicado

Para esta mesma atividade, no momento do pedido para evacuar, pedimos que o entrevistado estabeleça o grau de importância para esta atividade. Assim obtivemos com a figura 5.27 que:

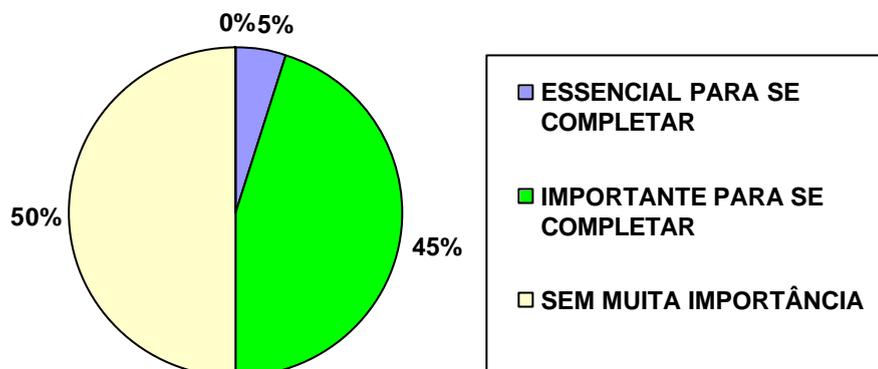


Figura 5.23 – Grau de importância da atividade desenvolvida no momento da evacuação

Dentre 50% das pessoas que estavam estudando, 20% das pessoas assinalaram que estavam conversando e trabalhando /pesquisando no computador, onde 50% do grupo consideraram o tipo de atividade desenvolvida no momento do pedido como sem muita importância comparando-se com que consideraram a atividade como importante para se completar.

No momento da evacuação foi perguntado se houve a preocupação em levar algum pertence. Para 80% das pessoas o que corresponde a 16(dezesseis) pessoas preocupou-se em levar algum dos seus pertences.

Em uma das questões perguntou-se se, “a pessoa foi motivado por alguém do seu grupo para sair do local onde estava”. De acordo com 85% das pessoas elas não haviam tido motivação de alguém do grupo para sair do local, como demonstra a figura 5.30 a seguir:

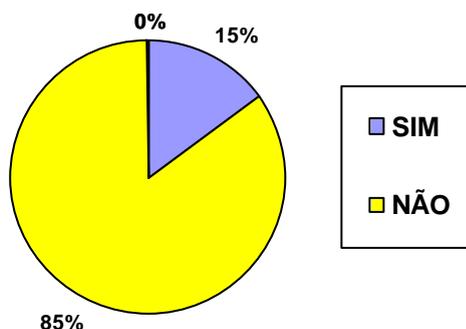


Figura 5.24 – Motivação para sair do local

No momento da aplicação do questionário foram feitas algumas perguntas não relacionadas à simulação. Tais perguntas estavam inter relacionadas com o tema da evacuação.

Foi solicitado que as pessoas descrevessem de uma maneira geral o que elas associavam com fogo e foram dadas 03 (três) alternativas. Apresentamos a tabela 5.27 seguir as citações descritas pelos pesquisados:

Tabela 5.27 - Alternativas relacionadas com o incêndio

Citações	Pessoas	Citações	Pessoas	Citações	Pessoas
Acidentes	01	Líquidos que causam combustão	01	Cheiro	01
Churrasco	01	Medo	02	Favor	02
Componentes elétricos	01	Pressa	01	Falta de ar	01
Fogueira	01	Vida	01		
Fumaça	07	Sirene	01	Faísca	01
Incêndio	02	Tumulto	01	Chama	01
Pânico	02	Urgência	01	Alerta	01
Papel	01	Risco	01	Bombeiro	01
Perigo	05	Calor	02	Defesa	01
Prudência	01	Queimadura	02	Carreira	01

A citação da associação com o fogo que apareceu em 7 citações foi a FUMAÇA seguida pela alternativa PERIGO, com 5 citações. As outras citações estão relacionadas com as questões físicas como: chama queimaduras, papel, líquidos que causam combustão, componentes elétricos, incêndio. As demais citações estão associadas à questão de comportamento como: pânico, prudência, medo, pressa, tumulto, pavor, alerta e correria.

Para avaliar a percepção do pesquisado em relação ao local onde ele encontrava-se, no caso a biblioteca, foi perguntado se esta ofereceria algum tipo de risco de incêndio. Para **80%** das pessoas responderam que **SIM** em relação a **20%** que responderam **NÃO**. Para o caso das respostas SIM, pedimos que fossem relacionados 3 (três) desses riscos apresentados pelo espaço objeto de estudo.

A tabela 5.28 a seguir descreve os riscos citados pelos entrevistados como:

Tabela 5.28 - Tipo de risco oferecido pelo prédio da biblioteca

Itens	Pessoas
a) Qualquer lugar oferece algum tipo de risco de incêndio desde que não se tome o devido cuidado	01
b) Acidentes podem acontecer em qualquer lugar	01
c) Prédio antigo	03
d) Existência de papéis	01
e) Instalações antigas, inadequadas e sem manutenção	11
f) Existência de infiltrações no teto e nas paredes	02
g) Não ver extintores	01
h) Existência de equipamentos eletrônicos que podem entrar em curto	02
i) Presença de vegetação ao redor e também com galhos secos	01
j) Incêndio devido à queda de tensão na entrada do prédio	01

O risco que mais apareceu nas citações foi à questão relacionada com as instalações antigas, inadequadas e sem manutenção (11 pessoas). Em seguida, o prédio ser antigo aparece como risco de incêndio para 03 pessoas.

Também foi perguntado se diante de uma situação de emergência especificamente a de um incêndio, o que a pessoa faria? Dados obtidos demonstrados na tabela 5.29:

Tabela 5.29 - Reação do ocupante mediante uma situação de incêndio

Itens	Percentual (%)
a) Tentaria sair do local	80,95
b) Tentaria combater de alguma maneira o incêndio	4,76
c) Pediria alguma ajuda, mas não sairia do local	-
d) Aguardaria informações de como proceder nesta situação	9,52
e) Outro (especificar)	4,76
<i>Aguardaria informações e ajudaria no que fosse preciso</i>	
Total	99,99

Ao analisarmos a tabela acima verificamos que 80,95% das pessoas tentariam sair do local rapidamente reforçando assim a importância das defesas passivas e ativas da edificação (ver capítulo 4.3.2) no momento de uma evacuação como, por exemplo, rotas de fugas seguras.

6.0 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Após os resultados e a análise dos mesmos, concluímos que nos 02 (dois) experimentos ficou claro que não há uma cultura para a proteção contra incêndio, uma vez que as pessoas em geral não estão preparadas para lidar com este tipo de situação, como também as condições físicas das rotas de fuga analisadas na IES's não estavam em conformidade com as recomendações do código vigente dado bastante significativo comprovado estatisticamente pela amostra selecionada.

Concluímos também que há problemas na concepção dos projetos e bem como na manutenção das edificações estudadas.

Houve limitações do experimento realizado para análise dos tempos: Realização de apenas 01 (um) experimento, devido à dificuldade de tempo para aprovação dos experimentos na comissão de ética.

O experimento realizado na FOP apresentou algumas limitações: O aviso dado de emergência foi dado por uma pessoa familiar à maioria dos ocupantes da biblioteca, logo o tempo de resposta e o movimento em direção à saída talvez tenha sido subdimensionado. O ocupante não familiarizado com a pessoa que fez a notificação apresentou tempo de saída maior do que os ocupantes familiarizados.

Verificamos que há uma necessidade de modelar o incêndio para comparar o tempo disponível com o tempo necessário, como também da necessidade de realização de um maior número de experimentos para a obtenção dos tempos necessários.

Enfim, é necessário a obtenção dos tempos necessários para outros tipos de ocupação no sentido fornecer dados mais seguros para o estudos das evacuações em edifícios.

Tratar da segurança contra os incêndios em um país cuja questão da segurança não está incorporada a sua cultura é no mínimo preocupante. O despertar de uma nova cultura está baseado no esforço de pesquisadores em tratar esta questão mais profundamente e por parte dos órgãos públicos com mais seriedade e responsabilidade.

Ao que nos concerne como pesquisadores, cabe a busca de dados, resultados que possam de uma maneira ou outra contribuir para minimização, já que a eliminação total do risco de incêndios em edifícios seria uma utopia.

Utilizando-se dos princípios básicos da segurança contra os incêndios que é a segurança da vida e não esquecendo da segurança ao patrimônio, recomendamos os seguintes procedimentos:

- ✍ Produzir e adotar meios capazes de despertar o interesse em garantir a segurança através de campanhas de segurança, por exemplo;
- ✍ No que diz respeito à elaboração dos projetos, procurar adotar materiais de construção ou de revestimentos considerados incombustíveis ou se não for possível, material com maior resistência ao fogo, que possam garantir um período de tempo suficiente para o escape seguro dos ocupantes. A escolha de materiais com velocidade de propagação da chama mais baixa permite tempos maiores para a evacuação e o combate ao fogo antes que este se alastre excessivamente como diz Souza (1996);
- ✍ Implementar rotas de fuga seguras, observando os requisitos de dimensionamentos, tipos, materiais utilizados, sinalização, iluminação de emergência;
- ✍ Criação e implementação de planos de emergência independentemente do tipo de ocupação, ressaltando as ocupações escolares, enfatizando seu caráter multiplicador de educação;
- ✍ E, por fim, criar o hábito dos treinamentos periódicos em situações de emergência no sentido de propor ao ocupante uma oportunidade de influenciá-lo no seu comportamento mediante uma situação de emergência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMAS, Joannes. Thesis: **Building Performance Evaluation: an organization for documentation**. Worcester Polytechnic Institute, August, 2002.

ASSIS, Valério Tadeu de. **Carga de incêndio em edifícios de escritórios**. – Estudo de caso: Belo Horizonte /MG, Brasil. – Ouro Preto: UFOP, 2001.

BABRAUSKAS, V. **Toxic Hazards from Fires: a simple assessment method**. Fire Safety Journal, v. 20, 1-14. 1993.

BERTO, A.F. **Medidas de Proteção Contra Incêndio: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios**. São Paulo, 1991. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

BRYAN, Jonh L. **Review of Human Behavior in Fire**: n. 16 – SFPE, 2002.

BUCHANAN, A. H. et all. **Fire Engineering Design Guide**. University of Canterbury – Nova Zelândia, 1994.

BUCHANAN, A. H. **Implementation of performance-based fire codes**. Fire Safety Journal, New Zealand, 32, 377- 388, Nov, 1999.

BUCHANAN, A. H. **Structural Design for Fire Safety**. EUA: John Wiley & Sons, LTDA, 2002.

CANTER, D. BREAU, J. and J. SIME. **Human Behavior in Fires**. University of Surrey, Guilford ,1978.

CARVALHO, Espedito F. T. **Contribuição ao Estudo da Resistência Residual ao Concreto Submetido ao Tratamento Térmico Padrão par Situações de Incêndio**. UFOP – Escola de Minas – ew6sig.esoterica.pt/3 – sistema global.pdf. Acessado em 27/09/2005.

CLARET, Antônio Maria. **Engenharia de Proteção contra incêndio**. Impressão do autor, Ouro Preto, MG (apostila), 1999.

COPPER, Leonard Y. **A Concept for Estimating Available Safe Egress Time in Fire**: Fire Safety Journal, 5 - 135-144, 1983.

COUTINHO, Rodrigo. **Prevenção reduz risco de incêndio em edifícios**. Jornal do Commercio, Recife, 12/01/06. Classificados JC, Imóveis, páginas 1 e 2.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE PERNAMBUCO. Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico para o Estado de Pernambuco. Recife, 1997.

COX, Geoffrey et all. **Combustion Fundamentals of Fire**. San Diego – EUA: Academic Press Inc, 1996.

CULLEN, Lord. . **Management of Fire Safety**. Public Inquiry into the Paper Alpha Disaster. London: HMSO, 1990.

CUSTER, R. L. and Bright, R. G. **Fire Detection: State of the Art**. National Bureau of Standard Technical Note 839, Gaithersburg, MD, 1974.

DUARTE, D. **Projetos Baseados no Desempenho**. I SIDEP 2002 (I Simpósio para o Desenvolvimento da Engenharia de Produção), Recife, 2002.

DUARTE, D. **Notas de aulas de Engenharia de Incêndios**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.

DRYSDALE, Dougal . **An Introduction to Fire Dynamics**. 2nd ed. England: John Wiley & Sons, Inc, 1986.

ETRUSCO Paula R. M.. **Reação ao Fogo dos Materiais e Tempo de Escape em Edifícios de Centros Comerciais no Brasil**. Ouro Preto, 2002.

FAHY, R. and PROULX, G. **A Study of Occupant Behavior During the World Trade Center Evacuation**. Proceedings of Interflam 96 the Seventh International Fire Science and Engineering Conference. Cambridge, England, Interscience Communications 26- 28 March 1996, pp. 793 – 802.

FAHY, R. F. **Tools for the Simulation of Human Behavior**. www.sfpe.org, 2002.

FITZGERALD, R. **The Anatomy of Building Fire Safety**. V. 2 The Framework Center for Fire Safety Studies, Worcester Polytechnic, 2003.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo, Atlas, 1999.

HADJISOPHOCLEOUS, G. & BENICHOU, N. **Performance criteria used in fire safety design**. Automation in construction 8, 1999, 489-501.

KLAENE, Ben & SANDRS, Russ. **Meios alternativos de evacuação**. Journal Latino Americano – NFPA, 11/01/2006, páginas 1 e 2.

KLOTE, John H. and MILKE, James. **Principles of Smoke Management**, SFPE , 2002.

LOPES, Abílio José S.. **Avaliação do risco de incêndio em edifícios**. Lisboa, 2004. Dissertação de Mestrado – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

LOTURCO, Bruno. Artigo: **Prova de Fogo para os Edifícios**. Revista Técnica 88 – 2004, 46-51.

MARQUES, Edmundo. **Segurança contra incêndio**. Disponível em:
<http://www.estv.ipv.pt/paginaspessoais/edmundo/ficheiros2004> Acessado em: dez/2005.

MEACHAM, B.J. **Introduction to performance-based fire safety**, NFPA, 1997.

MITIDIARI, Marcelo Luis. **Proposta de Classificação de Materiais e Componentes Construtivos com Relação ao Comportamento Frente ao Fogo: Reação ao fogo / M.L.** – Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, BT/PCc /222. 1998.

NEMA SUPPLEMENT, “**Messaging and Communication Strategies for Fire Alarm Systems**”, Society of Fire Protection Engineers, Issue n. 19, 2003.

NFPA 101. **Life Safety Code**. National Fire Protection Association, Atlanta, 2003.

ONO, Rosaria. **Segurança Contra Incêndio em Edificações – Um Sistema de Coleta e análise de dados para Avaliação de Desempenho**, São Paulo, 1997.

PLANK, Roger. “**Fire Engineering of Steel Structures**” University of Sheffield. England, 1996.

PROULX, G. **Occupant Behavior and Evacuation**. 9th International Fire Protection Symposium, Munich, 2001.

PROULX, G. “**Movement of People: The Evacuation Timing**”, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition, P.J. Dinunno, Editor, NFPA, Quincy, MA, 2002.

PURSER, David A. **Handbook of Fire Protection Engineering**. 2nd ed. Quincy, MA, 1995.

QUINTIERE, James G. **Principles of Fire Behavior**. EUA: International Thomson Publishing company ITP, 1998.

RAMACHANDRAN, G. **Informative Fire Warning Systems**. Fire Technology, 47, 1, 68 – 81, Feb. 1991.

SFPE, **Handbook of Fire Protection Engineering**, 3rd Edition, P.J. Dinunno, Editor, NFPA, Quincy, MA, 2002.

SIIKONEN, Marja – Lusa Kim Barlund and Risto Kontturi. **Transportation Design for Building Evacuation** – 2003 – ASME International.

SILVA, Andreza C. Procoro. **Gerenciamento dos Riscos de Incêndio em Espaços Urbanos Históricos: Uma Avaliação com Enfoque na Percepção do Usuário**. Recife, 2003. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco

SIME, D. J. **Fire and Human Behavior**. John Wiley and Sons, New York, 1980.

SIME, D. J. **The Concept of Panic**. Fires and human Behavior, 2nd edition. John Wiley and Sons, Chichester, 1990.

SFPE, **Handbook of Fire Protection Engineering**. 2nd ed. Quincy, MA, 1995

SOUZA, Ubiraci Espinell L., **Incêndio em edifícios: conceitos básicos**. Revista CIPA, São Paulo, páginas 99 a 105, Ano XVII – 203, 1996

TOMINA, José Carlos e ONO, Rosaria. **Saídas de Emergência**. Revista CIPA – Ano XVII – 200/ 1996.

VARGAS, Mauri Resende & SILVA, Valdir Pignatta, **Resistência ao fogo das estruturas de aço**. Instituto Brasileiro de Siderurgia, Rio de Janeiro, páginas 8 a 11, 2003.

WOOD, P.G. **Fire Research Note 953**. Building Research Establishment, Borehamwood, 1972.

WU, Shao-Hoong. **The Fire Safety Design of Apartment Buildings**. Dissertation, University of Canterbury Christchurch, New Zeland, 2001.

Tabela 2 - QUADRO DE OCUPAÇÃO DE EXIGÊNCIA

ANEXO 1

CLASSE DE OCUPAÇÃO Tipo da Edificação	Altura (m)	NºPav	Alarme	Área < 750 m ² por pavimento			Área < 750 m ² por pavimento		
				Nº de Escadas	Tipo da Escada	Área de Refúgio	Nº de Escada	Tipo da Escada	Área de Refúgio
B	Até 12	Até 04	-	01	I	-	02	I	-
	13 a 20	05 a 08	-	01	II	-	02	II	-
	21 a 50	09 a 18	-	01	III	-	02	III	-
	51 a 120	19 a 40	Sim	01	IV	-	02	III-IV	-
	+de 120	+de40	Sim	02	IV	-	02	IV	-
D	Até 06	Até 02	-	01	I	-	02	I	-
	07 a 12	03 a 05	-	01	II	-	02	II	-
	13 A 20	06 a 09	Sim	01	III	-	02	II-III	-
	21 a 70	10 a 25	Sim	01	IV	-	02	III-IV	-
	71 a 120	26 a 40	Sim	02	III-IV	-	02	IV	-
+ de 120	+ de 40	Sim	02	IV	Sim	03	IV	Sim	
C	Até 07	Até 03	-	01	I	-	02	I	Sim
	08 a 20	04a08	Sim	01	III	Sim	02	II-III	Sim
I	+de20	+de08	Sim	01	IV	Sim	02	IV	Sim
	F	Até 12	Até 04	-	01	II	-	02	II
13 a 30		05 a 12	Sim	01	III	-	02	III	-
31 a 60		13 a 20	Sim	01	IV	-	02	III-IV	Sim
61 a 120		21 a 40	Sim	02	III-IV	-	02	IV	Sim
+ de 120		+de40	Sim	02	IV	Sim	03	IV	Sim
E	Até 06	Até 02	-	01	I	-	02	I	-
	07 a 12	03 a 04	Sim	01	II	-	02	II	-
G	13 a 30	05 a 10	Sim	01	III	-	02	III	-
	+ de 30	+ de 10	Sim	01	IV	-	02	IV	-
H	Até 06	Até 02	-	02	II	-	02	II-III	-
	07 a 20	03 a 08	Sim	02	II-III	-	02	III-IV	-
	21 a 30	09a10	Sim	02	III-IV	-	02	IV	-
	+ de 30	+de10	Sim	02	IV	-	03	1III-2IV	-
K	Até 06	Até 02	-	01	I	-	02	I	-
	07 a 20	03 a 08	Sim	02	II	-	02	II-III	-
	+ de 20	+de08	Sim	02	III	-	02	IV	-
L	Até 08	Até 02	-	01	I	-	02	I	-
	09 a 20	03a06	Sim	01	III	-	02	III	-
O	+de20	+de06	Sim	01	IV	-	02	IV	-
	M	Até 06	Até 02	-	---	---	---	---	---
07 a 20		03a08	Sim	01	I	-	02	I	-
+de20		+de08	Sim	01	III	-	02	III	-
N	Até 08	Até 02	-	01	I	-	02	I	-
	09 a 20	03 a 08	-	01	III	-	02	II-III	-
	+de20	+de08	-	01	IV	-	02	III-IV	-
J	Em conformidade classificação da classe de ocupação correspondente.								
Q	Em conformidade com a sua ocupação específica								

ANEXO

SISTEMAS E DISPOSITIVOS PARA EVACUAÇÃO DE EDIFICAÇÕES

TABELAS DE DIMENSIONAMENTO

Tabela - CÁLCULO DA POPULAÇÃO

CLASSE DE OCUPAÇÃO		Cálculo da População	CAPACIDADE		
			Número de Pessoas por Unidade de Passagem		
Tipo da Edificação			Acessos e Descargas	Escadas	Portas
B		2 pessoas / dormitório	60	45	100
D		1,5 pessoas / dormitório			
C		1,5 pessoas / leito	30	22	30
I					
F		1 pessoa / 9 m ² de área bruta	100	60	100
K		1 aluno / m ² de sala de aula ou sala de atividades			
	Estádios e Ginásio de Esportes	2 pessoas / m ² de área para a assistência	100	75	100
	Demais Edificações Classificadas	1 pessoa / m ² de área bruta			
Térreo e Subsolo		1 pessoa / 3 m ² de área bruta	100	60	100
Pavimentos Superiores		1 pessoa / 5 m ² de área bruta			
P		1 pessoa / m ³ de área bruta	100	75	100
L		1 pessoa / 20m ² de área bruta	100	60	100
0					
M		1 pessoa / 20 vagas			
N		1 pessoa / 30m ² de área bruta			
J		Em conformidade com a classificação de sua ocupação			
Q		A critério do Corpo de Bombeiros Militar, em conformidade com a sua ocupação específica			

O RISCTEC da Universidade Federal de Pernambuco (Brasil) gostaria de agradecer-lhe a contribuição ao participar deste treinamento. A informação obtida através desse experimento será de grande importância para o entendimento do comportamento humano e conseqüente melhoramento dos procedimentos adotados em situações de emergência dentro das edificações.

O EXPERIMENTO:

? Hoje um experimento de evacuação foi conduzido **na biblioteca da Faculdade de Odontologia de Pernambuco – FOP**. Durante esse experimento, você não passou por nenhum tipo de perigo, apesar do experimento ter sido feito de forma que a situação se parecesse a mais real possível (dado a importância de se obter resultados consistentes). O experimento do qual você participou não acarretou em acidentes enquanto você evacuava a sala que você estava ocupando. Você foi informado que estava participando de um experimento antes de sair da edificação;

? Durante esse experimento, você estava sendo monitorado por membros envolvidos na realização do mesmo e por vídeo câmeras, para assim observar a maneira como as pessoas reagem a este tipo de experimento; i.e., como as pessoas se comportam diante da informação de que precisam evacuar a biblioteca;

? Nós, que estamos realizando este experimento, iremos guardar as gravações de vídeo, as quais também incluem partes em que você foi filmado, por questões de pesquisas acadêmicas. Tais gravações de vídeo também captaram imagens do percurso feito pelas pessoas durante o experimento, incluindo você, as quais podem ser divulgados em seminários acadêmicos, aulas e outros eventos públicos. Contudo, os seus detalhes pessoais não serão divulgados e nem tampouco associados às informações coletadas nesse experimento.

? Você poderá ser requisitado a completar um simples questionário.

DIREITO DE RETRATAÇÃO:

? Se, porventura, você não deseja que a informação coletada, especificamente sobre o seu comportamento durante esse experimento seja usada para as razões citadas acima, por favor, informe a alguma pessoa que esteja envolvida neste experimento, marque a opção correspondente abaixo e assine o seu nome no espaço indicado. Nós, que estamos realizando esse experimento, iremos então apagar todas as gravações de vídeo que possuam imagens suas.

? ASSINATURA:

Eu li o texto acima e entendi o objetivo desse experimento. Eu também estou ciente de que eu fui filmado durante o experimento, por motivos de pesquisas acadêmicas.

Eu NÃO ESTOU de acordo com este experimento e, portanto NÃO CONSINTO que as informações obtidas no mesmo sejam usadas para pesquisas acadêmicas.

Eu ESTOU de acordo com este experimento e, portanto CONSINTO que as informações obtidas no mesmo sejam usadas para pesquisas acadêmicas.

Assinatura do participante:

Data: _____

AGRADECIMENTOS:

? *Agradecemos a sua participação, assim como, o tempo despendido nesse experimento.*

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Data da coleta de dados: / / 2005

Pesquisadoras :Andreza Procoro

Kátia Alves

DADOS DA EDIFICAÇÃO		
Nome da Instituição:		
Endereço:		
Tipo de Ocupação: Tipo K – Escolar (baseado na classificação das ocupações do COSCIPE, 1997)		
População:		
Item	Características	Dados Complementares
Característica dos ocupantes (% da população com dificuldades de evacuação)	Superior a 65 anos ou física/mentalmente incapacitada	Até 10%
		De 10 a 49%
		De 50 a 100%
		Nenhum
		Desconhecida ou não registrada
Número de pavimentos	Acima do nível de descarga:	
	Abaixo do nível de descarga:	
Área de construção	Total:	Por pavimento:
Área de cobertura	Total:	
Ano da construção	Construção original:	Ampliações/grandes reformas:

Tabela – Adaptada de ONO, 1997.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO PASSIVA	
Item	Características
Tipos de rotas de fuga existentes	Grandes corredores, ante-salas (halls)
	Escadas / rampas externas
	Escadas / rampas internas
	Escadas rolantes
	Não classificados acima
	Indeterminado ou sem registro
Controle dos materiais de acabamento nas rotas de fuga (paredes, tetos, forro e pisos das áreas citadas no item acima).	Piso
	Combustível
	Incombustível
	Parede
	Combustível
	Incombustível
	Teto
	Combustível
Incombustível	
Proteção de escadas (TIPO)	Comum
	Protegida
	Enclausurada
	À prova de fumaça
	Não classificada acima
Área de descarga	Existe
	Não existe
Porta corta fogo	Largura:
	Tipo de porta:
	Sentido da abertura:
Porta de saída de emergência da descarga	Localização:
	Largura:
	Tipo de porta:
	Sentido da abertura:
	Tipo do material:
Sinalização de emergência	Localização
	Tipo
	Material
Condições das rotas de fuga	Totalmente desobstruídas
	Parcialmente obstruídas
	Totalmente obstruídas
Tipos de problemas nas rotas de fuga	Existência de objetos: jarros, lixeiras, totens, etc.
	Desníveis no piso
	Sentido da abertura das portas
	Largura das circulações
	Falta de sinalização
MEDIDAS DE PROTEÇÃO ATIVA (Equipamentos e sistemas de segurança instalados)	
Item	Características
Proteção por Sistema de Detecção e Alarme, inclui Sistema de	Existe
	Existe parcialmente

Comunicação Interna de Emergência.	Não existe	
	Conforme Norma	
	Sem conformidade com Norma	
	Sistema indeterminado ou sem registro	
Sistema de iluminação de emergência	Existe	
	Existe parcialmente	
	Não existe	
	Conforme norma	
	Sem conformidade com norma	
	Sistema indeterminado ou sem registro	
Sistema de Extintores	Existe	
	Existe parcialmente	
	Não existe	
	Conforme norma	
	Sem conformidade com norma	
	Sistema indeterminado ou sem registro	
Tipo de Sistema de Chuveiros Automáticos	Sistema de canalização cheia	
	Sistema de canalização seca	
	Sistema de dilúvio	
	Não existe	
	Não classificado acima	
	Indeterminado ou sem registro	
Sistema de chuveiros automáticos	Total e conforme norma	
	Total sem conformidade com norma	
	Parcial / localizada e conforme norma	
	Parcial / localizada sem conformidade	
	Não existe	
	Sistema não classificado acima	
	Sistema indeterminado ou sem registro	
Reserva de incêndio / Reservatórios	Existe	
	Não existe	
	Tipo	Elevado
		Subterrâneo ou superfície

Tabela – Adaptada de ONO, 1997.

EQUIPAMENTOS E MEDIDAS PARA A AÇÃO DOS BOMBEIROS		
Item	Características	Dados complementares
Propagação do fogo entre edifícios		Propagação entre as fachadas das edificações adjacentes por radiação
		Propagação entre a cobertura de uma edificação de menor altura e a fachada da outra edificação
		Propagação entre duas edificações geminadas, pelas aberturas localizadas em suas fachadas e/ou pelas coberturas das mesmas, por transmissão direta de chamas e convecção de gases quentes
		Propagação entre a cobertura de uma edificação de menor altura e a fachada da outra edificação
Identificação de áreas de risco elevado no interior do edifício		Depósito GLP
		Subestações e centrais de força elétrica/ geradores
		Centrais de ar-condicionado
		outros
Edifícios vizinhos	Lado direito	Ocupação:
	Lado esquerdo	Ocupação: Ocupação:
	Fundos	

Tabela – Adaptada de ONO, 1997.

ITENS ESPECIAIS	
Garagem	Localização :
	Capacidade de veículos
Elevador	Quantidade:
	Capacidade:
	Sistema especial de manobra:
Pára-raios	Tipo:
	Raio de proteção
	Localização:
Fornecimento de gás GLP – cozinha/cantina.	Botijões
	Central de gás
Armazenamento de GLP-cozinha/cantina	Dentro do local
	Fora do local

Tabela – Adaptada de ONO, 1997.

BIBLIOTECA / QUESTIONÁRIO

O objetivo deste questionário é entender o comportamento de alunos/ professores e funcionários mediante uma situação de emergência envolvendo incêndios e quantificar a experiência das pessoas com relação aos alarmes de incêndios e sua capacidade de evacuação dentro de um estabelecimento educacional. É também intenção desse estudo avaliar a percepção ao risco de incêndio para usuários de ocupações educacionais.

AGRADECEMOS ANTECIPADAMENTE A SUA COLABORAÇÃO

QUESTÃO 01 - Sexo: () Masculino () Feminino

QUESTÃO 02 – Indique sua idade:

- a) Abaixo de 20
- b) 21 - 29
- c) 30 - 39
- d) 40 - 49
- e) 50-59
- f) Acima de 59

QUESTÃO 03 – Você tem problema de audição?

- a) Sim
- b) Não

Se não, passe para a questão 04. Se sim, por favor, indique logo abaixo o grau do seu problema de audição:

- a) Eu sou surdo
- b) Eu uso aparelho auditivo
- c) Eu preciso usar aparelho auditivo, mas não tenho um
- d) Eu tenho aparelho auditivo, mas não estava usando no momento do experimento
- e) Outro (por favor, especifique ao lado: _____)

As questões seguintes estão relacionadas ao experimento que você acabou de participar.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)