

**ROBSON WAGNER**

**PROJETO PARA SAÍDAS DE EMERGÊNCIA: O CONCEITO DE DESEMPENHO  
EM SANTA CATARINA**

FLORIANÓPOLIS – SC

2008

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO –**  
**PÓSARQ**

**ROBSON WAGNER**

**PROJETO PARA SAÍDAS DE EMERGÊNCIA: O CONCEITO DE DESEMPENHO**  
**EM SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – POSARQ da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura

**Orientador:** Prof. João Carlos Souza, Dr.

**FLORIANÓPOLIS - SC**

**2008**

**ROBSON WAGNER**

**PROJETO PARA SAÍDAS DE EMERGÊNCIA: O CONCEITO DE DESEMPENHO  
EM SANTA CATARINA**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre no curso de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina

Orientador:

\_\_\_\_\_  
Prof. João Carlos Souza, Dr.

Coordenadora do Curso:

\_\_\_\_\_  
Prof. Carolina Palermo, Dra.

**Banca Examinadora:**

Membro:

\_\_\_\_\_  
Prof. Wilson Jesus da Cunha Silveira, Dr.

Membro:

\_\_\_\_\_  
Prof. Arnaldo Debatin Neto, Dr.

Membro Externo:

\_\_\_\_\_  
Prof. Hércules Nunes de Araújo, Dr.

Florianópolis, 28 de junho de 2008

A todos que acreditaram e apoiaram este trabalho, em especial aos meus pais, irmãos, avó e esposa e aos meus afilhados Lucas e Franciny que um dia entenderão a ajuda que me deram em alguns momentos de minha vida profissional.

## RESUMO

Em todo o mundo, soluções para o aprimoramento e desenvolvimento de projetos de segurança contra incêndios baseado no desempenho das edificações vem sendo implantados. Este tipo de procedimento, conhecido como *Performance Based Design* – PBD aplica os conceitos da engenharia de incêndio para a formulação das soluções de segurança aliado ao custo/benefício da edificação. Porém, no Brasil, os projetos de segurança contra incêndios são regidos por normas prescritivas de regulamentação, as quais determinam as decisões aplicadas à edificação de forma genérica, com soluções únicas para cada empreendimento. Neste trabalho verificou-se a possibilidade de implantação do PBD em Santa Catarina, através de um resgate histórico de aplicação no Brasil e no mundo e da análise do grau de restrição e prescritividade das normas aceitas em Santa Catarina. O trabalho relata, ainda, a necessidade de aplicação do processo de projeto simultâneo aliado ao conceito do PBD, que insere o trabalho do arquiteto aos demais projetos envolvidos no ciclo de produção do empreendimento, com enfoque para as escadas usadas como saída de emergência que tem relação direta com a formatação do projeto da edificação. Por fim, a exemplificação de uso do PBD em contraponto aos resultados obtidos sob a ótica da prescritividade, permitiu que se determinasse de que forma este modelo pode ser inserido na realidade catarinense.

**Palavras chave:** Projeto baseado em desempenho, norma prescritiva, segurança contra incêndio.

## ABSTRACT

In whole world solutions for the improvement and development from fire safety design based in building performance are introduce. This procedure, specified Performance Based Design – PBD apply to the conceptions from fire engineering to formulate security solutions allied to building cost/benefit. However, in Brazil, the safety fire designs are elaborate by prescriptive standards that resolve generic and unique solutions to the building. In this work verified the PBD in Santa Catarina, through history ransom in Brazil and World, and analysis of restriction and prescriptive standards from Santa Catarina. This research, still narrate, the simultaneous design process allied to PBD's concept, that insert the architect in all designs involved in building production cycle, to stairs used like fire exit, that link with the conception from building design. Finally the PBD's example in counterpoint to the prescriptive results, permitted to determinate how this model can be insert in reality from Santa Catarina.

**Keywords:** Performance based design, prescriptive standards, simultaneous designs process.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Norma Segurança Contra Incêndio de Santa Catarina. _____	13
Figura 02: Selo dos Programas de Qualidade PBQP-H e QUALIHAB. _____	22
Figura 03: Exigências de sistemas de segurança contra incêndio _____	24
Figura 04: Esquema do projeto baseado em desempenho _____	29
Figura 05: Contribuição dos países ao estudo do <i>performance based design</i> – PBD _____	30
Figura 06: Documento de Troca de Procedimento de Projeto _____	33
Figura 07: Mudanças na execução de projetos de segurança contra incêndio no Japão _____	35
Figura 08: Hierarquia do Performance Based - Bulding Code of Austrália (BCA) _____	36
Figura 09: Estrutura Projeto de Norma de Desempenho e Avaliação de Inovações Tecnológicas para aprovação de Sistemas Construtivos _____	37
Figura 10. Objetivo da segurança contra incêndios. _____	40
Figura 11: Escada comum _____	45
Figura 12: Escada protegida _____	47
Figura 13: Escada enclausurada _____	49
Figura 14: Escada a prova de fumaça _____	51
Figura 15: Evolução de um incêndio em um compartimento _____	64
Figura 16: Etapa de desenvolvimento de projeto em empresas de arquitetura _____	73
Figura 17: Inclusão do PBD no processo de projeto simultâneo _____	75
Figura 18: Fachada do prédio da Victória Seguros – Lisboa/Portugal _____	77
Figura 20: Planta pavimento tipo - mapa 02 _____	79
Figura 21: Planta pavimento tipo - compartimentos de estudo _____	81
Figura 22: Localização da camada superior do incêndio em um compartimento _____	82
Figura 23: Comprimentos adotados pelo FAST 3.1.6 no gráfico de fumaça _____	83
Figura 24: Gráfico altura da camada de fumaça _____	84
Figura 25: Gráfico da camada de fumaça, alarme de incêndio e tempo de evacuação _____	86

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Ano de criação das atividades de prevenção em alguns estados brasileiros	26
Tabela 02: Nomenclatura da normas nos estados brasileiros	26
Tabela 03: Lista de Normas PD 7974 - Dados referentes a março de 2008	34
Tabela 04: Projeto de Norma Desempenho - Dados referentes a março de 2008	38
Tabela 05: Exemplos de grandes tragédias associadas ao problema do abandono	42
Tabela 06: Análise da restrição projetual para escada comum em edificações	46
Tabela 07: Análise da restrição projetual para escada protegida em edificações	48
Tabela 08: Análise da restrição projetual para escada enclausurada em edificações	50
Tabela 09: Análise da restrição projetual para escada a prova de fumaça em edificações	51
Tabela 10: Ações / Comandos normativos	54
Tabela 11: Análise da prescritividade - NSCISC:1994 - Capítulo VIII	57
Tabela 12: Análise da prescritividade - NBR 9077:1993	60
Tabela 13: Valores do tempo de pré-movimento	67
Tabela 14: Softwares de simulação	68
Tabela 15: Oferta da disciplina de segurança contra incêndios nas Universidades de Santa Catarina	70
Tabela 16: Número de habitantes por piso	79
Tabela 17: Tempo de evacuação dos habitantes	80
Tabela 18: Distribuição dos habitantes pelas escadas (térreo ao tipo 7)	80
Tabela 19: Dimensões dos compartimentos	82
Tabela 20: Variação de temperatura	83
Tabela 21: Valores limites	85



## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AMUBC – Australian Model Uniform Building Code  
BCA – Building Code of Australia  
BNH – Banco Nacional da Habitação  
BS – British Standards Institute  
BSFEM – Building Fire Safety Evaluation Methods  
CAD – Computer Aided Design  
CAT – Centro de Atividades Técnicas  
CB – Comitê Brasileiro de Normas Técnicas  
CCB – Comando do Corpo de Bombeiros  
CMSC – Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina  
FSES – Fire Safety Evaluation System  
ICC – International Code Council  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
NBFSSC – National Building Fire Safety System Code  
NBR – Norma Brasileira de Regulamentação  
NSCISC – Norma de Segurança Contra Incêndio do Estado de Santa Catarina  
NFPA – National Fire Protection Association  
PBD – Performance Based Design  
PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação  
PD – Published Document  
QUALIHAB – Qualidade na Habitação  
SFPE – Society of Fire Protection Engineers

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	O Processo de Projeto para Saídas de Emergência em Santa Catarina e a Normalização	12
1.2	Justificativa	15
1.3	Definição da Pesquisa Científica	16
1.3.1	Problema	16
1.3.2	Hipóteses	16
1.3.2.1	Hipótese Básica	16
1.3.2.2	Hipóteses Secundárias	17
1.4	Objetivos	17
1.4.1	Objetivo Geral	17
1.4.2	Objetivos Específicos	17
1.5	Limitações da Pesquisa	18
1.6	Procedimentos Metodológicos e Técnicos	19
1.7	Estrutura da Dissertação	21
<b>2</b>	<b>PRESCRITIVIDADE E <i>PERFORMANCE BASED DESIGN</i> – PBD EM PROJETOS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS</b>	<b>22</b>
2.1	Projeto de segurança contra incêndios baseado em regulamentações prescritivas	25
2.2	Projeto de segurança contra incêndios baseado em desempenho	27
2.2.1	O <i>Performance Based Design</i> – PBD – Cronologia e Aplicação Mundial	29
2.2.1.1	O PBD na América (Estados Unidos da América)	31
2.2.1.2	O PBD na Europa (Reino Unido)	33
2.2.1.3	O PBD na Ásia (Japão)	34
2.2.1.4	O PBD na Oceania (Austrália)	35
2.2.1.5	O estudo do PBD no Brasil	36

<b>3</b>	<b>O PROJETO DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA E A SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM SANTA CATARINA – CONCEITO, NORMALIZAÇÃO E INSERÇÃO DO PBD</b>	<b>39</b>
3.1	Projetos de Segurança Contra Incêndios	39
3.2	Saídas de Emergência	43
3.2.1	Tipo, dimensionamento e análise da restrição projetual.	44
3.2.1.1	Escada comum:	45
3.2.1.2	Escada protegida:	47
3.2.1.3	Escada enclausurada:	49
3.2.1.4	Escada enclausurada a prova de fumaça:	51
3.2.1.5	Considerações sobre a restrição projetual	52
3.2.2	Análise da prescritividade	53
3.2.2.1	NSCISC:1994 - Capítulo VIII – Saídas de Emergência	56
3.2.2.2	NBR 9077:1993 – Saídas de Emergência em Edifícios	59
3.2.2.3	Considerações sobre a prescritividade	60
3.3	A inserção do PBD para saídas de emergência em Santa Catarina	61
3.3.1	Emprego do PBD	61
3.3.2	Avaliação sobre a aplicação do PBD na realidade catarinense	68
<b>4</b>	<b>O PROCESSO DE PROJETO E A APLICAÇÃO DO PBD</b>	<b>71</b>
4.1	O Processo de projeto e a relação com o PBD	71
4.2	Estudo comparativo do PBD e das normas prescritivas	76
4.2.1	Dados da edificação	76
4.2.2	Aplicação do PBD	77
4.2.2.1	Emprego do SIMULEX	78
4.2.2.2	Emprego do FAST 3.1.6	81
4.2.2.3	Deduções sobre os dados obtidos pelo SIMULEX e o FAST 3.1.6	85
4.2.3	Aplicação das normas prescritivas	87
4.2.3.1	Dimensionamento pela NSCISC:1994:	87
4.2.3.2	Dimensionamento pela NBR 9077:1993	88
4.2.4	Interpretação dos resultados e comentários	89
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>92</b>
5.1	Conclusões	92

5.2 Sugestões para futuras pesquisas _____	95
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS _____</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS _____</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO A _____</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO B _____</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO C _____</b>	<b>110</b>
<b>ANEXO D _____</b>	<b>111</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 O Processo de Projeto para Saídas de Emergência em Santa Catarina e a Normalização

A execução de uma edificação, seja ela, residencial, comercial ou industrial, envolve uma equipe multidisciplinar que, de acordo com pesquisas realizadas no Brasil, correspondem em sua maioria a um modelo seqüencial de desenvolvimento do processo de projeto, sem interação de todos os envolvidos (BAIA; MELHADO, 1998). A prática deste modelo chamado de processo tradicional de projeto faz com que os profissionais trabalhem de forma individual, gerando um aumento significativo no número de intervenientes, onde muitas vezes os projetos de estrutura e sistemas prediais, iniciam somente após a finalização do projeto da edificação (MATTEDI, 2005).

Esta forma tradicional de processo de projeto cria soluções arquitetônicas, voltadas em alguns casos para características visuais do empreendimento. Verifica-se, na realidade brasileira, uma abdicação da área tecnológica por parte dos arquitetos, os quais estão deixando de ter alcance no entendimento das inovações (MATTOS, 2005).

O desenvolvimento dos sistemas prediais, das fundações e estrutura, é feito através de consultas informais, na etapa de estudo preliminar e de anteprojeto, sendo contratados apenas após aprovação legal (BAIA; MELHADO, 1998). Esta realidade aplicada aos projetos de segurança contra incêndios, pode ser, em algumas situações, um fator complicador para soluções vitais aos ocupantes da edificação, pois algumas medidas de proteção contra incêndio estão ligadas à concepção do projeto da edificação, como é o caso das saídas de emergência.

As saídas de emergência que segundo a NSCISC:94<sup>1</sup>, são condições exigíveis que devem possuir a edificação a fim de que suas populações possam abandoná-las, e para possibilitar o fácil acesso de auxílio externo, são constituídas, por escadas, rampas, passarelas e elevadores de emergência, todos elementos estruturais, que devem ser trabalhados na fase de criação do conceito arquitetônico. Considerada como medida de proteção passiva, uma subdivisão nos projetos de segurança contra incêndios, as saídas de emergência, são incorporadas ao sistema construtivo do edifício que é funcional durante o uso normal da edificação e que reage passivamente ao desenvolvimento do incêndio, não estabelecendo

---

<sup>1</sup> Disponível em: <[http://www.cb.sc.gov.br/ccb/dat/2\\_dat\\_atividade.htm](http://www.cb.sc.gov.br/ccb/dat/2_dat_atividade.htm)>. Acesso em 10 nov. 2007

condições propícias ao seu crescimento e propagação (SILVA, 2001).

Neste conceito, percebe-se que o conhecimento do profissional de arquitetura deve além de abranger as noções de estética e funcionalidade, também estar ligado a outras questões, como a segurança do empreendimento e dos seus usuários. Esta nova mentalidade faz com que se evitem retrabalhos, reduzindo o custo final do empreendimento.

Por outro lado a introdução do processo de projeto simultâneo<sup>2</sup>, no conceito de criação e desenvolvimento do projeto, pode vir também a contribuir para que o desempenho dos sistemas de segurança, em especial aos vinculados diretamente ao conceito arquitetônico, não sofram alterações após a finalização do projeto.

Em Santa Catarina a realidade não difere do resto do Brasil, e o processo de projeto utilizado é o tradicional, ou seja, as saídas de emergência das edificações são dimensionadas por profissionais da área de engenharia, que desenvolvem projetos de segurança contra incêndios e que são consultados informalmente por arquitetos na fase de anteprojeto. A norma utilizada é a Norma de Segurança Contra Incêndios de Santa Catarina, Decreto-lei Estadual Nº. 4909 de 18 de outubro de 1994 – NSCISC:1994 (Figura 01) e suas resoluções. Em algumas situações, o Corpo de Bombeiros de Santa Catarina, permite a utilização da NBR 9077:1993 – **Saída de emergência em edifícios**, através de solicitação prévia, com a filosofia de que a norma que garantir maior segurança à edificação prevalecerá.



Figura 01: Norma Segurança Contra Incêndio de Santa Catarina.

Fonte: <[http://www.cb.sc.gov.br/ccb/dat/2\\_dat\\_atividade.htm](http://www.cb.sc.gov.br/ccb/dat/2_dat_atividade.htm)>. Acesso em 10 nov. 2007

Ambas as normas utilizadas correspondem ao método prescritivo de dimensionamento, no qual são fixadas características construtivas, limites de dimensões e

---

<sup>2</sup> O projeto simultâneo trabalha, com a gestão do processo de projeto e com a busca da colaboração e do paralelismo na atuação dos agentes e na concepção integrada das diferentes dimensões do empreendimento (MATTEDI, 2005)

distâncias máximas a serem percorridas, que são resultados de anos de tradição e experiência construtiva, sem estabelecimento claro de como estes requisitos atendem as metas de segurança (LUNDIN, 2004; SFPE, 2000). Estas regras engessam as soluções propostas ao projeto de edificações em novos empreendimentos ou tornam inviável a adequação ou reforma de algumas edificações históricas, que precisam adaptar-se as normas de segurança, sem que percam suas características originais.

Em contrapartida a este panorama prescritivo, vem sendo introduzida em todo o mundo, desde a década de 70, a aplicação do projeto baseado no desempenho das edificações. Europa, Ásia e América do Norte, estão na vanguarda da utilização destes princípios, que na literatura inglesa é conhecido como, *performance-based design*-PBD (MATTEDI, 2005).

Uma das características do PBD é a flexibilidade das soluções na elaboração dos projetos de segurança contra incêndio para saídas de emergência, através do desenvolvimento de ferramentas computacionais, tecnologia de produtos e aplicação da engenharia de incêndio, são comprovadas tecnicamente as soluções de escape adotadas. Esta nova forma de projetar, ainda pouco difundida no Brasil<sup>3</sup>, exige uma mudança não só na mentalidade dos profissionais, mas uma evolução no estudo da engenharia de incêndio. Uma análise nos principais programas de universidades de engenharia do Brasil mostra que o estudo da segurança contra incêndio, aparece como uma disciplina isolada, sem aprofundamento do tema. Além disto, há que se enfatizar a necessidade de uma qualificação e formação específica dos representantes do poder público (Corpo de Bombeiros e prefeituras), investimentos em tecnologia de produtos e sistemas, além de uma formação cultural que valorize a consciência preventiva do incêndio (MATTEDI, 2005).

O presente trabalho vem de encontro a esta nova metodologia, aplicado à realidade de Santa Catarina em projetos de saída de emergência, estudando as normas aceitáveis pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina – CBMSC, identificando o seu grau de prescritividade, restrição e sua influência na tomada de decisões na criação do projeto de edificações.

Além disto, o estudo, apresenta as principais características inerentes ao *performance base design* – PBD, e como este método pode contribuir para a melhoria das soluções de rotas de fuga na concepção dos projetos, substituindo ou complementando o método prescritivo.

---

<sup>3</sup> A maioria das bibliografias existentes é internacional.

## 1.2 Justificativa

No Brasil, somente a partir da década de 70, em virtude de grandes incêndios ocorridos no Rio de Janeiro e São Paulo, é que a consciência da prevenção contra incêndios e a criação de normas específicas aconteceu (CLARET, 2003). Em Santa Catarina, quase 20 anos após o início desta conscientização, é que foi criada a primeira norma prescritiva, para segurança contra incêndios.

Este atraso se reflete até hoje, na concepção dos projetos, onde a elaboração se dá por profissionais formados em diversas áreas da engenharia, sem especializações. Os projetos são, na verdade, indicações e locações de determinados sistemas de prevenção e proteção contra incêndios, concebidos posteriormente à aprovação legal do projeto de edificações através do processo tradicional. Aliado a isto, em virtude da prescritividade das normas brasileiras o projeto é, na verdade, um cumprimento mínimo de exigências, que devem ser garantidas, e que são aceitas como a melhor solução.

A introdução de novas tecnologias no ambiente construído, que acontece no setor das edificações no Brasil, exige cada vez mais o conhecimento específico para a concepção de projetos de segurança contra incêndios, que deve levar em consideração a engenharia de incêndios, com a introdução de discriminação de produtos, utilização de softwares de simulação e dimensionamento, além do desenvolvimento de materiais. Esta evolução na engenharia de incêndios e no estudo da prevenção contra incêndio em edificações, vem de encontro ao conceito do projeto baseado no desempenho das edificações (PBD), que se iniciaram nos anos 70 nos Estados Unidos e Europa, e vem sendo implantado em várias partes do mundo (MATTEDI, 2005).

Específico para saídas de emergência, o projeto baseado no PBD, consiste em uma ferramenta importante, pois a definição final deste sistema de proteção contra incêndio depende de fatores que levam em consideração a característica do material empregado, a distância percorrida pelos usuários, a quantidade de habitantes e o uso da edificação. Este mesmo conceito aplicado a normas prescritivas restringe as soluções arquitetônicas, pois apresenta somente uma solução para cada situação de projeto. Por exemplo, uma norma prescritiva de saídas de emergência define a distância máxima a ser percorrida por um usuário de uma edificação, levando em consideração somente o tipo de ocupação. Analisando o mesmo caso através do desempenho, nota-se que outros fatores devem ser levados em consideração, como a geometria da edificação, o cenário de incêndios (como o fogo se propaga) bem como as características físicas e psicológicas dos habitantes.



A aplicação do PBD para saídas de emergência, proposto neste estudo, pretende contribuir para o desenvolvimento de uma nova ótica no processo de projeto de segurança contra incêndios, ampliando o estudo do PBD no Brasil, contrapondo com a forma de dimensionamento prescritiva exigida pela Norma de Segurança Contra Incêndios de Santa Catarina, Decreto-lei Estadual N°. 4909 de 18 de outubro de 1994 – NSCISC:1994.

Outra fator para o estudo do PBD em Santa Catarina é a característica que ele tem de promover inovações e estimular a normalização, contribuindo para o aprimoramento da NSCISC:1994, bem como a implementação de projetos que atendam a relação custo/benefício com um maior nível de segurança das edificações e seus usuários (BECK apud MATTEDI, 2005, pág. 31).

É importante ressaltar, que este trabalho servirá, ainda, como um documento informativo que poderá esclarecer junto aos profissionais do Comando do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina, sobre a aplicação deste novo conceito de projeto, aplicado, em um primeiro momento, em conjunto à norma prescritiva, sendo esta ultima exigida hoje por este órgão fiscalizador, através da lei.

### **1.3 Definição da Pesquisa Científica**

#### 1.3.1 Problema

Quais as contribuições do método de projeto baseado em desempenho - *Performance Based Design* – PBD, aplicado ao processo de projeto de saídas de emergência, em Santa Catarina?

#### 1.3.2 Hipóteses

##### 1.3.2.1 Hipótese Básica

A aplicação do *Performance Based Design* - PBD gera avanços no estudo da segurança contra incêndio no Brasil, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico de produtos, e o aprimoramento das normas prescritivas, que aplicado ao processo de elaboração do projeto, ampliam as possibilidades de formatação das saídas de emergência em edificações, garantindo maior segurança para seus ocupantes, visto que a Norma de Segurança Contra Incêndios de Santa Catarina, Decreto-lei Estadual N°. 4909 de 18 de outubro de 1994

– NSCISC:1994 e suas resoluções disponíveis, restringe o conceito arquitetônico, contribuindo negativamente para a relação custo/benefício, por não apresentar soluções mais abrangentes ao empreendimento.

#### 1.3.2.2 Hipóteses Secundárias

Para complementação do estudo, são consideradas as seguintes hipóteses secundárias:

- O PBD apresenta resultados significativos para a segurança contra incêndios, nos países em que foi desenvolvido em relação ao método prescritivo, porém no Brasil, ainda não existem registros de sua aplicação;
- A NSCISC:1994 sobre saídas de emergência e suas resoluções, possuem grau de prescritividade e restrição projetual, este fator gera uma barreira para a aplicação dos métodos do PBD, na realidade catarinense, visto que os profissionais, projetistas e fiscalizadores (Corpo de Bombeiros), estão inseridos neste modelo há várias décadas;
- O tipo de processo de projeto influencia na tomada de decisões para a definição das saídas de emergência gerando elevação ou redução na relação custo/benefício do empreendimento, pois a sua formatação está ligada diretamente ao conceito inicial do projeto arquitetônico;
- As técnicas do PBD devem ser aplicadas em conjunto as normas prescritivas (NSCISC:1994), e não em substituição a elas, para a obtenção de resultados positivos na concepção das saídas de emergência.

### 1.4 Objetivos

#### 1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver um estudo sobre o *Performance Based Design* – PBD e sua contribuição à segurança contra incêndio, aplicando seu conceito ao processo de projeto voltado para o planejamento das saídas de emergência em edificações em Santa Catarina, visando o aumento da segurança em paralelo a relação custo/benefício.

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

Para se chegar ao objetivo geral deste trabalho, será necessário que se alcancem os seguintes objetivos específicos:

- Comparar o conceito do *Performance Based Design* – PBD na segurança contra incêndios com o método prescritivo, mostrando a sua aplicação ao redor do mundo, e seu estágio de desenvolvimento no Brasil.
- Estudar o projeto de saídas de emergência na segurança contra incêndios, e analisar as normas adotadas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, relacionado-a com a NBR 9077 – Saídas de emergência em edifícios, examinando a resistência projetual e o grau de prescritividade, para verificar as barreiras na implantação do PBD.
- Determinar a relação existente entre os processos de projeto para saídas de emergência e a sua interferência na segurança e na relação custo/benefício, bem como relatar a ligação direta entre saídas de emergência e o projeto de edificações.
- Demonstrar a experiência de aplicação do PBD, e das normas prescritivas, na concepção de saídas de emergências, para determinar a possibilidade de aplicação em conjunto destes dois sistemas.

### **1.5 Limitações da Pesquisa**

O projeto de segurança contra incêndio, abrange determinados procedimentos, que podem ser classificados em duas vertentes, a proteção e a prevenção contra incêndios. Ambas levam em consideração a vida dos ocupantes, e a conservação do patrimônio. Porém o estudo foi limitado para a análise da proteção contra incêndios através das saídas de emergência, pois este método interfere diretamente na concepção do projeto de edificações.

Por outro lado, demais sistemas, como hidrantes, pára-raios, alarme de incêndios, iluminação de emergência, extintores, podem ser desenvolvidos, ou acrescentados na edificação no desenvolvimento do projeto, ou até mesmo na fase de execução, apesar desta prática não ser considerada como válida no setor de edificações. Vale lembrar, que as saídas de emergência, são utilizadas com a intervenção de outros sistemas, como a iluminação de emergência, por exemplo, porém por questões de limitação do estudo optou-se em não considera-las.

O cenário escolhido foi o estado de Santa Catarina, por dois fatores distintos. Em primeiro lugar, este estado possui sua norma de segurança contra incêndios com mais de uma década sem grandes atualizações, necessitando, assim, de estudos aprofundados para a sua reestruturação, fator apontado como prioridade pelos profissionais que a utilizam, e também pelo setor de atividades técnicas do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina – CBM,

que já vem desenvolvendo trabalhos neste sentido. Em segundo lugar, por se tratar do estado sede dos profissionais envolvidos com a pesquisa o que, de alguma forma, facilita a coleta de dados e o acesso a empresas e órgãos fiscalizadores, como o Corpo de Bombeiros.

## 1.6 Procedimentos Metodológicos e Técnicos

A busca pela construção do conhecimento faz parte do desenvolvimento humano, pois é a forma mais usual que homem utiliza para interpretar a si mesmo, o seu mundo e o universo como um todo, produzindo assim interpretações significativas (KÖCHE, 1997).

Neste trabalho, esta busca é aqui especificamente para a aplicação e conceituação do *Performance Based Design* – PBD para saídas de emergência em edificações de Santa Catarina, ocorreu inicialmente através da definição do modelo de pesquisa. Em virtude do trabalho ter como objetivo principal a descrição e compreensão do tema PBD, o mesmo adquiriu a característica de pesquisa exploratória, proporcionando maior familiaridade com o problema, tornando-o assim, mais explícito (HEERDT, 2006).

O método adotado na dissertação foi o qualitativo, que não almeja a generalização mas o entendimento das singularidades de um determinado assunto que se vale de um conjunto de técnicas a ser adotadas para a construção da realidade (MINAYO, 2003). Na pesquisa a análise dos dados foi realizada de forma intuitiva e indutiva, não requerendo o uso de técnicas e métodos estatísticos para a análise dos resultados (GODOY, 1995).

Definido o modelo de pesquisa e o método utilizado para formatação, foi levantado o problema a ser estudado, através de uma questão principal. Esta questão foi criada com o objetivo de responder às seguintes questões: O problema é original? É relevante? É adequado para o pesquisador? Existem possibilidades de executar tal pesquisa? Existe recurso financeiro para viabilizar o projeto? Há tempo para investigar tal questão? (RUDIO apud SILVA, MENEZES, 2001, pág. 81).

A etapa seguinte, foi a composição das hipóteses do trabalho, ou seja as respostas plausíveis e provisórias, para o problema da pesquisa (SILVA, MENEZES, 2001). As hipóteses foram formuladas, respeitando as seguintes características (LAKATOS E MARCONI apud SILVA, MENEZES, 2001, pág. 83):

- Consistência lógica;
- Verificação;
- Simplicidade;

- Relevância;
- Apoio teórico;
- Especificidade;
- Plausibilidade e clareza;
- Profundidade e originalidade.

Baseados nas hipóteses foram definidos os objetivos gerais e específicos do trabalho. Para que o cumprimento destes objetivos fossem alcançados foram adotadas as seguintes técnicas:

- Coleta de dados do tipo levantamento bibliográfico, através de dados secundários, que já se encontram disponíveis, pois foram objetos de estudo de outros trabalhos (HEERDT, 2006). Esta fase da pesquisa foi elaborada através de um extenso levantamento de dados científicos (livros, artigos técnicos, internet), sobre os temas principais do trabalho (*Performance Based Design* – PBD, saídas de emergência, processo de projeto, normas prescritivas, grau de prescritividade, engenharia de incêndio);
- Pesquisa documental nos arquivos de análise de projetos e vistorias de habite-se do sistema do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Este procedimento teve o intuito de avaliar a preocupação dos responsáveis (proprietários e engenheiros) pelo sistema de segurança contra incêndios de edificações, verificando a quantidade de projetos e vistorias feitas anualmente bem como a quantidade de vezes necessárias para aprovação e liberação da obra pelo CBMSC;
- Pesquisa documental nos projetos pedagógicos das universidades brasileiras, obtendo um panorama da importância dada à disciplina de segurança contra incêndios. Esta pesquisa teve a intenção de estudar a preparação dos profissionais que desenvolvem projetos de segurança contra incêndios em edificações;
- Análise através do método de procedimento comparativo entre o PBD e as normas prescritivas. Esta etapa do trabalho foi desenvolvida através de um exemplo de aplicação do PBD, onde, foram feitos os dimensionamentos através das normas prescritivas vigentes em Santa Catarina, para comparação final dos resultados.

## 1.7 Estrutura da Dissertação

Cumprindo os objetivos da dissertação, o trabalho ficou estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1: Introdução – Neste capítulo é feita a caracterização do tema, mostrando a sua importância através da justificativa. É formatado, também, o problema, a hipótese, os objetivos e as limitações da pesquisa, apresentando a metodologia na qual a pesquisa foi embasada.

Capítulo 2: Prescritividade e Performance Based Design – PBD, em projeto de segurança contra incêndios - Nesta etapa do trabalho, serão mostradas as diferenças características do projeto de segurança contra incêndios aplicado tanto às regulamentações prescritivas como pelo método do desempenho – PBD, apresentando a sua aplicação no Brasil e no mundo.

Capítulo 3: O projeto de saídas de emergência e a segurança contra incêndios em Santa Catarina – conceito, normalização e inserção do PBD – Serão abordados nesta fase do trabalho os conceitos dos projetos de segurança contra incêndios, em especial para saídas de emergência, através do dimensionamento, análise da restrição e prescritividade projetual das normas aplicadas em Santa Catarina, levantando as questões de inserção do PBD na realidade catarinense.

Capítulo 4: O processo de projeto e a aplicação do PBD – Baseado nas considerações apresentadas nos capítulos anteriores, esta etapa do trabalho mostrará a aplicação do projeto de segurança contra incêndio sobre saídas de emergência voltado ao PBD através de um processo de projeto ideal, mostrando sua relação com o projeto da edificação. Será elaborado ainda um estudo através de exemplo de inserção do método do PBD em uma edificação real, comparando com os resultados obtidos pelo método prescritivo, chegando assim, a uma conclusão sobre as barreiras de implantação na realidade catarinense.

Capítulo 5: Considerações finais – Apresentação das conclusões sobre o trabalho e sugestões para estudos futuros.

## 2 PRESCRITIVIDADE E *PERFORMANCE BASED DESIGN* – PBD EM PROJETOS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

O projeto pode ser definido como um grupo de atividades que devem ser executadas em uma seqüência lógica, para alcançar objetivos determinados pelo cliente (BURKE, 1997). O projeto tem ligação com a qualidade da edificação, pois segundo estudos realizados em países europeus 42% a 50% dos problemas tem origem na sua má execução (PICCHI, 1993).

Paralelo a isto em função de empresas do ramo de edificações terem a consciência de que o setor está diretamente ligado a sociedade, tanto pelo uso de mão-de-obra humana intensiva, como por estar associado a uma necessidade básica do ser humano, a busca pela qualidade já é uma realidade no Brasil. Como exemplo cita-se o Programa de Qualidade na Habitação – QUALIHAB e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação – PBQP-H (Figura 02) que surgiram nos anos 90 e são utilizados até hoje. Dentre suas descrições ambos os programas mencionam o projeto como elemento fundamental para sua aplicação (ROMANO, 2003; SOUZA, et al., 1995).



Figura 02: Selo do Programa de Qualidade PBQP-H

Fonte: Disponível em <<http://www2.cidades.gov.br/pbqp-h/>> e Acesso em 10 nov. 2007

Por outro lado a técnica de projetar pode ser descrita como uma forma de programar em detalhes cada uma das etapas de um empreendimento desenhando e descrevendo o maior número possível de ações, sendo que para a obtenção de resultados satisfatórios algumas características devem ser definidas. Estas características podem ser descritas através da seguinte estrutura (PICCHI; AGOPYAN, 1993):

- Qualidade de produtos e processos;
- Coordenação de projetos;
- Análise crítica de projetos;
- Qualificação de projetistas;
- Projetos de produção;

- Planejamento de projetos;
- Controle de qualidade e de projetos;
- Controle de revisões;
- Controle de modificações durante a execução;
- Projetos em computador (informatização de projetos).

Se por parte de algumas construtoras esta proposta de projetar visa à qualidade do produto final, por parte de um número significativo de profissionais; elas não passam de um trâmite burocrático de aprovação nos órgãos competentes, efetuado para o início da obra, ou para a conclusão da mesma - habite-se (ADESSE, 2002). Na segurança contra incêndios, por exemplo, o projeto é tratado quase sempre como um item a ser cumprido quando os requisitos legais para aprovação assim exigirem (MATTEDI, 2005).

Em ambos os casos, seja pela busca da qualidade ou pelo cumprimento de requisitos legais, o projeto deve ser direcionados através de exigências normativas, ou seja, regras para o tratamento ordenado das atividades, promovendo a economia global e levando em conta requisitos de segurança (SANDERS, 1984). Estas regras são documentos prescritivos, com exigências estabelecidas para um produto específico, com dimensões, formato e materiais constituintes perfeitamente definidos, com base na consagração do uso ao longo do tempo, com características próprias que devem ser respeitadas no projeto e na construção, devendo-se adaptar o projeto às características do produto. O profissional projeta para estar em conformidade com a norma, que por sua vez prescreve as exigências que devem ser atendidas (MEACHAM, 1997).

Em contrapartida a estes regulamentos prescritivos empregados desde a antiguidade (MANFE et al 1977; MACHADO, 1993), estão os códigos de desempenho de edificações, denominados de *Performance Based Design* - PBD, que podem ser definidos como um conjunto de normas ou padrões que expressam exigências amplas para uma edificação ou sistema construtivo em termos de metas sociais, objetivos sociais e exigências de desempenho, sem que sejam mencionadas as soluções para alcançar tais exigências (SFPE, 2000).

O projeto elaborado sob este conceito, requer um maior profissionalismo por parte dos engenheiros envolvidos na concepção de uma edificação, pois o projeto agora deve ser concebido visando à interação do edifício como um todo e sua interferência nos demais projetos (VIEIRA, 2006). Os projetistas precisarão criar sistemas, elementos e componentes



que tenham o potencial de atingir o desempenho mínimo obrigatório ao longo da vida útil de projeto. Para isso, terão que projetar de maneira mais técnica (BORGES, 2006).

Sob a ótica da segurança contra incêndio, no qual os projetos são concebidos visando à segurança do empreendimento e de seus ocupantes tendo como característica a união de vários sistemas distintos, que podem agir em conjunto ou isoladamente, como exemplificados na figura 03 para edificações residenciais privativas multifamiliares, o aspecto da prescritividade ou do desempenho, se desenvolve de forma diferente.

Projetado através do método prescritivo não há uma determinação da eficácia dos sistemas de segurança contra incêndio com relação ao desempenho, ou seja, os resultados fornecidos pelas normas são aplicados à edificação aceitando as indicações propostas. Por outro lado, o projeto de segurança baseado em desempenho, estabelece as metas e os critérios de desempenho, provando através de procedimentos de cálculo e da aplicação da engenharia de incêndio se os objetivos foram alcançados. Não há um único resultado, podendo ser apresentado novas soluções tecnológicas (KALAY, 1999).

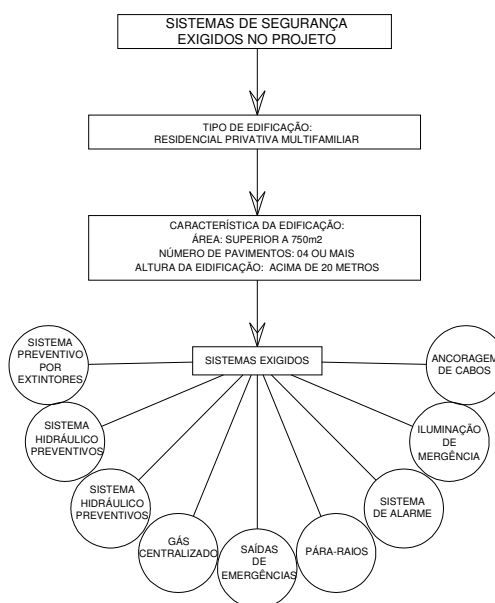


Figura 03: Exigências de sistemas de segurança contra incêndio para edificações residenciais privativas multifamiliares

Fonte: NSCISC:1994

## 2.1 Projeto de segurança contra incêndios baseado em regulamentações prescritivas

A linguagem falada e mais tarde, escrita, que se desenvolveram para possibilitar a comunicação entre os homens, é considerada como a primeira forma de normalização. Os documentos gerados pela normalização que buscam a definição, a unificação e a simplificação, de forma racional, quer dos produtos acabados, quer dos elementos que se empregam para produzi-los, são denominados normas prescritivas (ALMACINHA, 2006).

As regulamentações prescritivas para a segurança contra incêndio, pretendem garantir um determinado nível de segurança, estabelecendo para tal uma série de prescrições generalistas a que todos os edifícios, de acordo com sua tipologia, devem obedecer (CASTANHEIRA, 2001).

Na segurança contra incêndios, as normas prescritivas, tiveram seus primeiros indícios no início do século XI, na Inglaterra, com a publicação de regras para a operação de fornos, fogões e fabricantes de velas, atividades que utilizavam o fogo em ambientes fechados (DIAMANTES, 2005). Mais adiante, entre 1212 e 1666, em Londres, dois incêndios marcaram o desenvolvimento das regulamentações prescritivas. Entre o primeiro e o segundo incêndios a diferença entre o número de mortos diminuiu em 99,9% apesar da dimensão do segundo incêndio conhecido como “O grande incêndio de Londres”, ter sido muito maior, fator creditado às regulamentações prescritivas impostas previamente (ROBERTSON, 2005).

No Brasil as normas prescritivas de segurança contra incêndio surgiram em 1788 com a determinação do Vice-rei Luis de Vasconcelos de que os moradores deveriam iluminar a frente de suas casas, pois em virtude dos incêndios que irrompiam á noite, a confusão era total, por falta de iluminação pública, ocorrendo atropelamentos desnecessários<sup>4</sup>.

Somente a partir do ano de 1856 no Rio de Janeiro, é que começaram oficialmente as atividades do corpo de bombeiros no Brasil, sendo que no decorrer dos anos foram sendo implantadas outras corporações nos demais estados brasileiros de forma independente (Tabela 01). Esta situação se reflete até hoje no desenvolvimento destes órgãos que trabalham de forma individual dentro de cada estado, gerando, assim, uma diversificação das regulamentações prescritivas (Tabela 02), que pode ser apontado hoje como um dos pontos negativos dos projetos baseados na prescritividade (RAJÃO, 1998).

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://www.brigadamilitar.rs.gov.br/bombeiros/hist-bra.html>>. Acesso em 10 nov. 2007

<b>ANO DE CRIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE PREVENÇÃO</b>	<b>ESTADO</b>
1856	Rio de Janeiro
1870	Pernambuco
1875	São Paulo
1876	Amazonas
1894	Bahia
1895	Rio Grande do Sul
1899	Acre
1911	Minas Gerais
1912	Paraná
1919	Santa Catarina
1920	Sergipe
1921	Espírito Santo
1925	Ceará
1931	Alagoas
1957	Rondônia
1959	Rio Grande do Norte
1964	Brasília
1964	Mato Grosso
1968	Amapá
1979 (oriundo do corpo de bombeiros de Mato Grosso)	Mato Grosso do Sul
1975	Roraima

Tabela 01 - Ano de criação das atividades de prevenção em alguns estados brasileiros.

Fonte: Sites oficiais dos órgãos do corpo de bombeiros de cada estado

<b>Estado</b>	<b>Legislação</b>
Ceará	Decreto nº 17.364/85 – Código de Segurança contra Incêndios
Distrito Federal	Decreto nº 21.361/00 – Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico
Espírito Santo	Decreto nº 2125 /85 – Código de Segurança contra Incêndio e Pânico
Rio de Janeiro	Decreto nº 897 /76 – Código de Segurança contra Incêndio e Pânico, complementado pela Resolução Nº 169/94
São Paulo	Decreto nº 46.076 /01 – Regulamento de Segurança contra Incêndios
Santa Catarina	Decreto-lei Estadual Nº. 4909 de 18 de outubro de 1994 Norma de Segurança Contra Incêndios de Santa Catarina
Tocantins	Lei Nº 1.787, de 15 de maio de 2007. Segurança contra Incêndio e Pânico em edificações e áreas de risco no Estado do Tocantins.

Tabela 02 – Nomenclatura das normas nos estados brasileiros.

Fonte: Sites oficiais dos órgãos do corpo de bombeiros de cada estado

Apesar da diversificação normativa, o projeto de segurança contra incêndio elaborado no Brasil, ainda é executado adotando-se as regulamentações prescritivas, que não exigem dos profissionais envolvidos um conhecimento aprofundado do comportamento do incêndio em edificações, pois as regulamentações fornecem parâmetros estabelecidos empiricamente, tendo em vista a semelhança com normas estrangeiras (CLARET; ESTRUSCO, 2002).

Na verdade pode-se dizer que em determinadas situações, as regulamentações prescritivas, são aplicadas de forma simples, porém em situações onde a característica do usuário e de sua interação com a edificação é mais complexa, a aplicação já se torna limitada. Não se faz referências com relação à saúde da população, a sua mobilidade, seu estado de atenção e seu treinamento em situações de incêndio, por exemplo (CLARET; ESTRUSCO, 2002).

Outro fator inerente ao projeto de segurança contra incêndios baseado na prescritividade, é o fato de projetistas trabalharem com requisitos mínimos de segurança impostos pelas regulamentações, sem a preocupação em dominar os conceitos de proteção contra incêndios, que auxiliaria projetar cada edifício, com sua particularidade, de modo mais seguro e econômico. Existe, de fato, uma tendência em projetar visando o simples atendimento a normas, em face de alguns construtores e empresários terem a convicção de que este investimento não terá retorno (SOUZA, 1996).

Em outros países, esta realidade é diferente. Segundo estudos do Colégio Oficial de Arquitetos de Madri, a segurança contra incêndios, deve levar em conta além das regulamentações prescritivas, fatores como a análise do projeto urbanístico, o projeto arquitetônico, o projeto de interiores, bem como a resistência e a reação ao fogo frente aos elementos construtivos (URIARTE, 1984). Esta forma de projetar, levando em conta a formatação e o desempenho das edificações, vem sendo aplicado em todo o mundo e é, na verdade, um dos princípios básicos do projeto de segurança contra incêndios baseado no desempenho das edificações.

## **2.2 Projeto de segurança contra incêndios baseado em desempenho**

O projeto de segurança contra incêndios baseado no desempenho, conhecido como *Performance Based Design* – PBD agrega os conceitos de segurança aliado à qualidade do produto e ao aumento da relação custo/benefício. Ele possui uma estrutura própria de normalização, metodologia e ferramentas de cálculo, que levam em consideração características específicas da edificação (BECK, 1997).

Este modelo permite que se discuta e se desenvolva uma outra mentalidade, na segurança das edificações, pois exige por parte dos profissionais, o conhecimento da engenharia de incêndio, através da aplicação da teoria do fogo, modelagem determinística e probabilística do incêndio, modelagem dos efeitos tóxicos, além de considerar a análise do comportamento humano dos ocupantes das edificações (SFPE, 2000).

Por exigir um estudo mais aprofundado do comportamento da edificação, o PBD, contribui para a qualidade e segurança do empreendimento, e o aumento da relação custo/benefício, pois a solução adotada, não será única podendo ser apresentada de várias formas, com um maior nível de segurança sem ser a mais onerosa. Pode-se dizer que a solução proposta é medida em função de quanto ela é eficiente, atendendo simultaneamente às exigências funcionais (segurança) e financeiras (AVERILL, 1998).

Se por um lado os projetos baseados na regulamentação prescritiva adotam uma estrutura linear de elaboração, onde são identificadas as características da edificação, e aplicados os sistemas necessários de acordo com as exigências normativas garantindo a segurança mínima, no projeto baseado no PBD, são estabelecidos objetivos de segurança que devem ser satisfeitos e não prescritos, recorrendo-se, para tal, as ferramentas computacionais capazes de simular as diversas situações de interesse e que deverão ter aceitação por parte do projetista e do corpo de bombeiros (CASTANHEIRA, 2001).

Para melhor ilustrar o conceito do PBD, toma-se como exemplo a localização das saídas de emergência em uma edificação. Pelo método prescritivo, a distância máxima a ser percorrida em uma edificação, é determinada através do seu tipo e uso, fixando-se assim valores pré-determinados. Por outro lado, o PBD não determina a distância, porém obriga o projetista a demonstrar que a solução adotada satisfaz os objetivos estabelecidos de forma a garantir a segurança (CASTANHEIRA, 2001).

Neste sentido, nota-se que a concepção do projeto baseado em desempenho, envolve uma estrutura mais complexa. Num primeiro momento são traçados os objetivos de segurança contra incêndios e posteriormente para cada objetivo se determinam as exigências funcionais. Em seguida, são definidas as condições admissíveis para o projeto e os critérios de avaliação, para finalmente serem apresentadas as soluções de projeto, conforme ilustra o esquema apresentado na figura 04 (TSUJIMOTO, 2008).

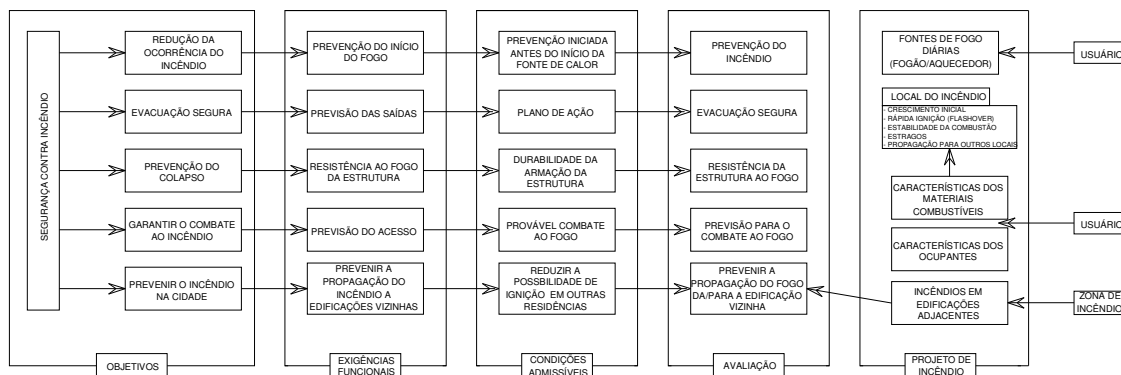


Figura 04: Esquema do projeto baseado em desempenho

Fonte: TSUJIMOTO, 2008

Nota-se que se por um lado o processo tradicional de projeto agrega soluções normativas pré-estabelecidas gerando custos desnecessários, limitando e evitando a inserção das inovações tecnológicas, o PBD proporciona uma abertura para a evolução da engenharia de incêndio, incentivando investimentos na área de pesquisa e formação técnica, ampliando as soluções de projeto possibilitando uma comparação entre os resultados, conforme experiências já desenvolvidas no cenário internacional, firmando assim a necessidade de se desenvolver este processo de projeto no Brasil (MATTEDI, 2005).

### 2.2.1 O *Performance Based Design* – PBD – Cronologia e Aplicação Mundial

O projeto baseado em desempenho, chamado de *Performance Based Design* – PBD, se diferencia dos demais projetos, pois, estabelece objetivos de segurança que devem ser satisfeitos, provando através de ferramentas computacionais e do conhecimento da engenharia de incêndio, as soluções adotadas (CASTANHEIRA, 2001).

Este tipo de formatação de projeto teve seus primeiros estudos no início dos anos 70 nos Estados Unidos, e posteriormente no Canadá, Austrália e Japão e foi uma evolução no estudo da segurança contra incêndios nestes países que desde o século XVII adotavam regulamentações prescritivas, que ao contrário do PBD, determina um conjunto de exigências estabelecidas para um produto específico, e apresenta soluções padronizadas para diferentes situações de projeto (MEACHAM, 1997).

No Brasil, no século XX, nas décadas de 30 e 40 com a criação da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, é que se iniciaram os primeiros registros de

normalização, estritamente prescritivas (DIAS, 1998). Na área de segurança contra incêndios, somente na década de 70, é que surgiram os primeiros indícios de regulamentações. Nesta década foi instalada a Comissão Brasileira de Proteção Contra Incêndio, dentro da ABNT que na década de 90 veio a se tornar Comitê, com o nome de Comitê Brasileiro 24 - CB24 com sede no estado de São Paulo (MATTEDI, 2005).

Em virtude deste panorama, que formou a mentalidade dos engenheiros e profissionais atuantes na área, os projetos de segurança contra incêndios, obtiveram um atraso tecnológico em relação a demais países, não crescendo na mesma proporção que outros setores da construção de edifícios (MATTEDI, 2005). Este problema na verdade é cultural, sendo que a formação dos projetistas, não escapou a esta influência (NETO, 1995).

A defasagem do estudo na área de segurança contra incêndios no Brasil, influenciou a ausência do PBD na formatação de projetos de segurança contra incêndios, ao contrário de outros países. O PBD no Brasil encontra-se em caráter embrionário, e deve ser explorado em toda a sua dimensão (MATTEDI, 2005).

O desenvolvimento do PBD ao redor do mundo aconteceu ao longo de três décadas, conforme ilustra a figura 05, onde cada país, teve um papel importante para o seu crescimento em determinado período, interessados na possibilidade de minimizar a abordagem prescritiva e de maximizar a flexibilidade do projeto nas regulamentações (MEACHAM, 1997).

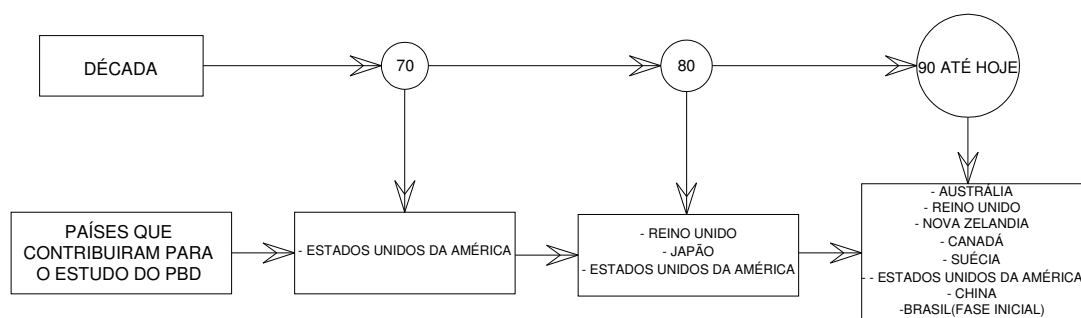


Figura 05: Contribuição dos países ao estudo do *performance based design* – PBD

Fonte: Adaptado de MATTEDI, 2005

Através do embasamento em pesquisas internacionais, e de como o PBD se desenvolveu ao longo dos anos em diversos países, pôde-se montar um quadro de como este processo de projeto pode ser inserido na realidade nacional. A seguir apresenta-se a experiência de aplicação do PBD nos países em que mais se destacou, e em que fase se encontra no Brasil.

### 2.2.1.1 O PBD na América (Estados Unidos da América)

Nos EUA no início da década de 70, o estudo do PBD foi caracterizado pelo debate de idéias e pela produção de uma base técnica através de publicações, documentos técnicos e modelos de avaliação de risco que pré-delinearam sua estrutura (MEACHAM, 1997). Esta consciência se deu pelo desenvolvimento de pesquisas no setor somadas a grandes perdas humanas e patrimoniais ocorridas. Percebeu-se que através de parâmetros como a densidade de carga de incêndio, fatores de ventilação e demais fatores técnicos, poderia se estimar e avaliar os efeitos do incêndio em edificações (MATTEI, 2005). O EUA, nesta fase contribuiu com os seguintes resultados (MEACHAM, 1997):

- Criação do Appendix D – elaborado em 1972, se caracterizava por ser um guia demonstrativo de um sistema de segurança contra incêndio orientado por metas. Este documento resultou na criação do *Fire Safety Concepts Tree* em 1973, que relacionava os componentes de segurança contra incêndio em uma edificação.
- Método de avaliação da segurança contra incêndio em edificações: o Building Fire Safety Evaluation Method – BSFEM, consistia em um documento de avaliação da forma em que o incêndio poderia se desenvolver, através da análise do calor/incêndio, fumaça/gás, análise estrutural e análise do comportamento humano, de forma subjetiva baseada na experiência pessoal e profissional e quando disponível de dados estatísticos para estimativa da ocorrência dos eventos.
- Sistema de avaliação da segurança contra incêndio (FSES): utilizado em paralelo com a norma prescritiva americana *National Fire Protection Association - NFPA 101 A: Guide on Alternative Approaches to Life Safety*, o *Fire Safety Evaluation System – FSES*, era aplicado em hospitais e presídios, atribuía pontos para determinados parâmetros de segurança. Eram atribuídos pontos positivos se os sistemas reforçavam a segurança e negativos se houvesse descumprimento da mesma. Estes valores eram confrontados com valores definidos pela NFPA 101 A, e dependendo da ocupação, os parâmetros a ser considerados incluíam: controle do incêndio, escape e movimentação das pessoas, extinção, refúgio e segurança geral.
- Método de avaliação de risco: criado em 1972, levava em consideração a avaliação da análise probabilística. Este modelo identificava a melhor relação custo/benefício para o projeto e avaliava o desempenho sob dois aspectos: risco de vida e expectativa do custo relacionado com o incêndio.

Na década de 80, foi desenvolvido um método para quantificar o risco de incêndio



associado ao uso de certos produtos, avaliando a substituição ou instalação de novos produtos e como isto implicaria no maior ou menor risco de morte, denominado *FRAMEworks*. Em 1988, foi criado o *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, que consistia em um manual com os fundamentos da engenharia de incêndio, com relação à análise e ferramentas de projeto, metodologias, métodos probabilísticos e determinísticos para análise do perigo e do risco de incêndio, sendo um documento de referência para dar suporte ao projeto de segurança contra incêndio baseado em desempenho (MEACHAM, 1998).

No início da década de 90, foi criado o *International Code Council* – ICC, que teve como objetivo a criação de uma única norma nacional, que englobasse as áreas de instalações, mecânica, incêndio e construção. Outro evento que marcou o desenvolvimento e o impulsionamento do uso do PBD, nos EUA, foi a 1ª e 2ª Conferência sobre Projetos de Segurança Contra Incêndio para o Século XXI (LUCHT, 1999).

Em 1995, foi elaborado o documento denominado *NFPA's Future in Performance – Based Codes and Standards*, que teve o objetivo de reforçar a importância da inserção do PBD no processo de projeto de segurança contra incêndios, apresentando as organizações interessadas neste método de projeto, como a *International Organization for Standardization* – ISO e expondo as iniciativas para a revisão do *performance based codes* - PBC, que são os códigos e normas para aplicação do PBD (Figura 06) (NATIONAL, 1995).

Basicamente o diagrama, representava a situação do PBC e de como deveriam se desenvolver as ações para a sua revisão, mostrando suas influências, as atividades que estavam sendo desenvolvidas na época e a seqüência de procedimentos adotados para uma possível atualização das normas prescritivas.

No ano de 2003, tanto o *International Code Council* –ICC com a publicação do *Performance Code for Buildings and Facilities* e a NFPA com a incorporação de opções de desempenho dentro da NFPA 5000, marcaram ainda mais a consolidação do PBD nos EUA. Ambas foram concebidas de forma prescritiva, porém, com a incorporação de métodos e materiais alternativos a serem substituídos quando da aprovação nos órgãos competentes, inserindo princípios básicos do PBD (LORD; MARRION, 2003).

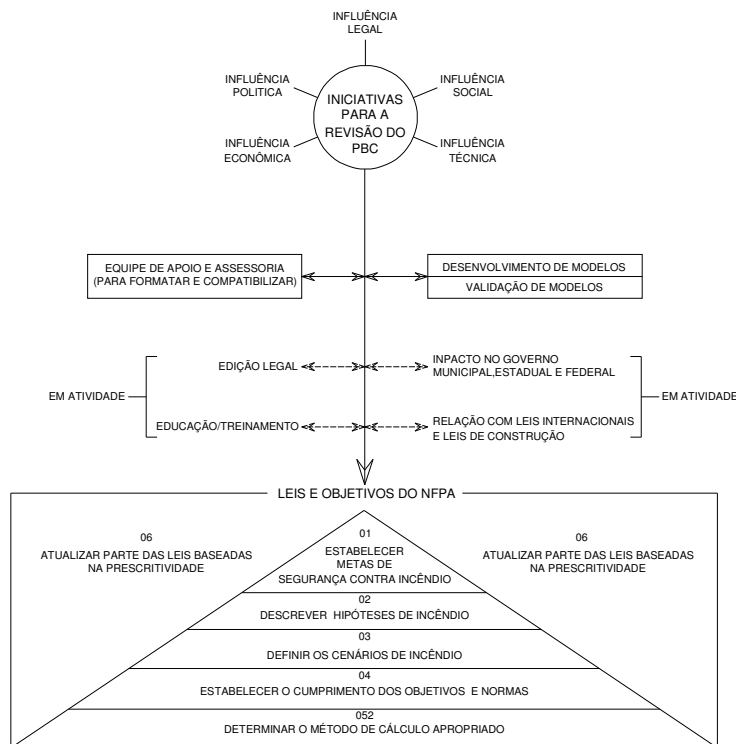


Figura 06: Documento de Troca de Procedimento de Projeto

Fonte: NATIONAL, 1995

### 2.2.1.2 O PBD na Europa (Reino Unido)

No Reino Unido, a introdução de métodos de desempenho para a segurança contra incêndio foi marcada por uma característica de resistência pelos profissionais envolvidos. Em virtude da norma aplicada na década de 80 ser estritamente prescritiva, a introdução de regulamentações com exigências funcionais de edificações não obteve êxito, pois os profissionais poderiam optar pelo método desejado. Pelo fato do PBD, exigir maiores conhecimentos sobre a engenharia de incêndio, a preferência pela prescritividade era maior (LORD; MARRION, 2003).

No final dos anos 90, a *British Standards Institute* – BSI, desenvolveu alguns documentos com princípios da engenharia de incêndio como o DD240 – *Fire Safety Engineering in Building*, que apresentava a interação entre os sistemas de segurança contra incêndio (MEACHAM, 1999).

Nos anos seguintes, foram lançados alguns documentos públicos, sobre a engenharia de incêndio. O PD 7974 - *Published Document*, criado em 2002, e usado até os dias de hoje, fornece vários estudos sobre a engenharia de incêndio e seus sistemas, conforme Tabela 03.

NORMA	ANO DE CRIAÇÃO	DESCRIÇÃO
PD 7974-0:	2002	Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Guide to design framework and fire safety engineering procedures
PD 7974-1:	2003	Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Initiation and development of fire within the enclosure of origin
PD 7974-2:	2002	Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Spread of smoke and toxic gases within and beyond the enclosure of origin
PD 7974-3:	2003	Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Structural response and fire spread beyond the enclosure of origin
PD 7974-4:	2003	Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Detection of fire and activation of fire protection systems
PD 7974-5:	2002	Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Fire service intervention
PD 7974-6:	2004	Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Human factors. Life safety strategies. Occupant evacuation, behaviour and condition
PD 7974-7:	2003	Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Probabilistic risk assessment

Tabela 03: Lista de Normas PD 7974 - Dados referentes a março de 2008

Fonte: [www.bsigroup.com/en/Search-Results/Post.aspx](http://www.bsigroup.com/en/Search-Results/Post.aspx)

### 2.2.1.3 O PBD na Ásia (Japão)

A história do PBD no Japão, data de 1982, quando foi criado o *The Total Fire Safety Design System of Buildings*. Este documento foi um estímulo ao aumento da segurança contra incêndio, mas estava vinculada a norma prescritiva existente no país (MEACHAM 1997). De fato entre os anos 70 e 80, poucos eram os projetos em que os sistemas de regulamentação eram aplicados, pois nesta época é que começaram a se desenvolver os métodos da engenharia de incêndio. A partir dos anos 90 houve um aumento significativo na aplicação da segurança contra incêndios em projetos, ao mesmo tempo em que nesta época foram desenvolvidas as primeiras idéias do PBD. Do início do ano 2000 em diante quando o regulamento do PBD já estava implantado, quase todos os projetos elaborados já se baseavam neste novo sistema (Figura 07) (YASHIRO, 2008)

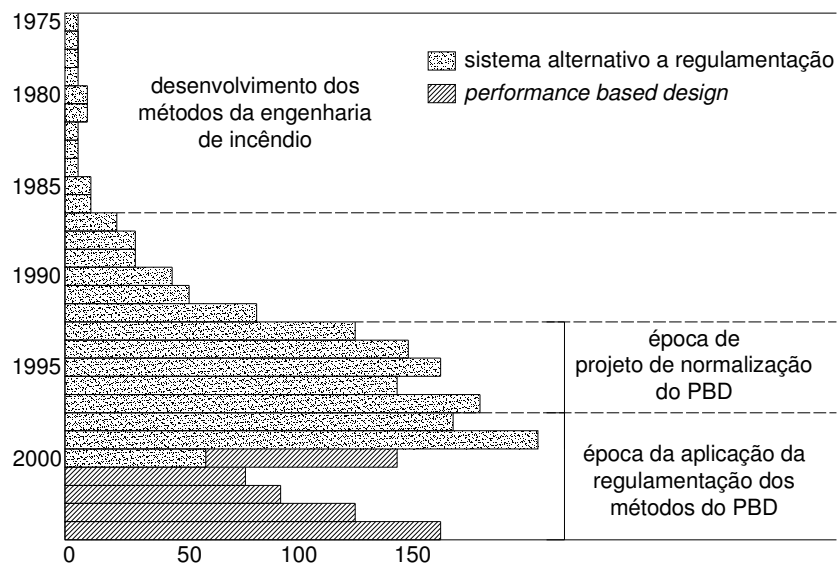


Figura 07: Mudanças na execução de projetos de segurança contra incêndio no Japão

Fonte: YASHIRO, 2008

Outro documento importante para aplicação do PBD no Japão, foi o *Building Standards Law of Japan – BSLJ*. Este documento sofreu alterações entre os anos de 1998 e 2000, sendo que uma delas foi a inclusão da segurança contra incêndio baseado em dois princípios: previsão do colapso ocasionado pelo fogo e propagação da chama e seu alastramento para fora da edificação (OHMIYA, 2008).

#### 2.2.1.4 O PBD na Oceania (Austrália)

O primeiro regulamento baseado em desempenho na Austrália, foi criado em 1989. Denominado de *National Building Fire Safety System Code (NBFSSC)*, este documento foi o resultado de uma análise sobre como os métodos de avaliação sobre segurança contra incêndios poderiam ser utilizados (MEACHAM, 1997).

Até a década de 60, cada território Australiano adotava sua própria regulamentação estritamente prescritiva, que foi substituída de 1960 até o final da década de 70 pela *Australian Model Uniform Building Code (AMUBC)*. Em 1994 foi adotado nacionalmente a *Bulding Code of Austrália (BCA)*. No entanto somente em dezembro de 1994, é que se desenvolveu o primeiro esboço da *Performance Based - Bulding Code of Austrália (BCA)* que foi liberado para consulta pública, tendo sua forma final em outubro de 1996. Este documento tinha a iniciativa de reduzir os custos da construção através das seguintes

iniciativas (BUILDING, 2004):

- Permitir o uso de formas, materiais e projetos alternativos às exigências prescritivas;
- Inovação no uso de materiais, formas e projetos;
- Permitir projetos particulares para cada edificação;
- Esclarecer as informações sobre o que o BCA, está tentando conquistar;
- Permitir a flexibilidade de projetos no uso de materiais e aspectos da construção.

A *Performance Based - Bulding Code of Austrália* (BCA), foi baseada na experiência de modelos estrangeiros (Nova Zelândia, Suíça, Reino Unido e Alemanha), porém delineada através de uma hierarquia específica (Figura 08).

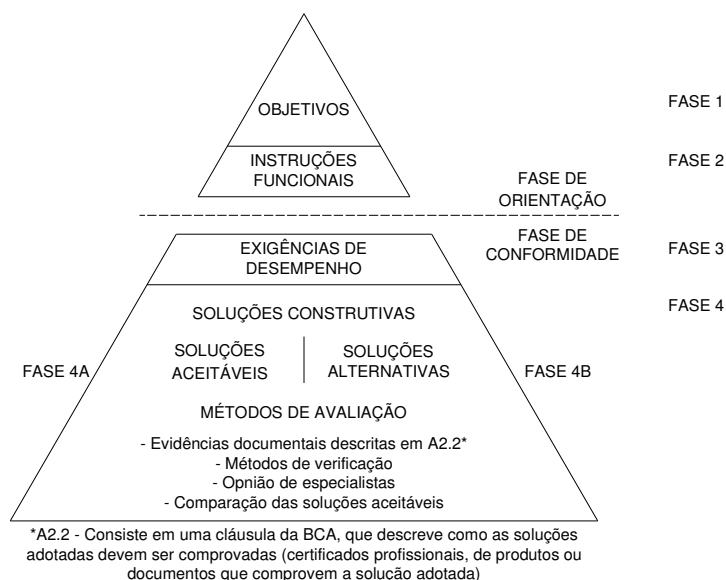


Figura 08: Hierarquia do Performance Based - Bulding Code of Austrália (BCA)

Fonte: BUILDING, 2004

No início de 2004 a *Performance Based - Bulding Code of Austrália* (BCA), sofreu uma revisão sendo apresentada no formato B5 (176mm x 250mm). Segundo o Australian Institute of Buildind, a BCA, deverá ser revisado a cada ano (BUILDING, 2004).

#### 2.2.1.5 O estudo do PBD no Brasil

No Brasil, o estudo do PBD, se encontra em seu estágio inicial. Algumas ações vêm sendo implantadas para o seu avanço, principalmente na fase de pesquisa e desenvolvimento. Pode-se dizer que o Brasil, se encontra na etapa de orientação, junto aos profissionais e órgãos competentes, pois a aplicação definitiva do PBD requer, acima de tudo, um avanço na

engenharia de incêndio (MATTEDI, 2005).

No início da década de 70, foram lançados os primeiros conceitos de desempenho no Brasil pelo Instituto de Pesquisa e Tecnologia – IPT e Banco Nacional da Habitação – BNH e posteriormente no ano de 1998, foi lançado pelo PBQP-H os critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social, porém sem aplicação para a segurança contra incêndio. Além disto, algumas dissertações de mestrado e pesquisas foram efetuadas, mas sem a devida articulação (BORGES, 2006).

Somente em 2000, foram iniciadas as primeiras ações para normalização do desempenho, através do projeto de norma denominado Projeto de Norma de Desempenho e Avaliação de Inovações Tecnológicas para aprovação de Sistemas Construtivos (BORGES, 2006). Apesar de não incluir em seu escopo a segurança contra incêndio esta iniciativa abre uma discussão para a introdução do conceito no setor de edificações. O projeto de norma possui uma estrutura semelhante à aplicada em demais países, porém com uma formatação mais simplificada (Figura 09).

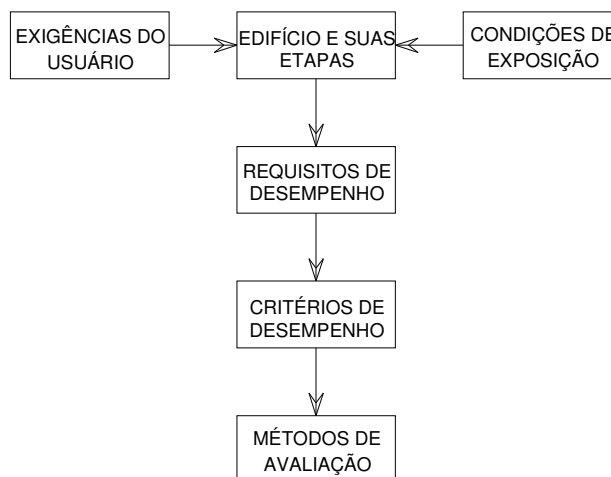


Figura 09: Estrutura Projeto de Norma de Desempenho e Avaliação de Inovações Tecnológicas para aprovação de Sistemas Construtivos

Fonte: BORGES, 2006

Desenvolvido pelo CB 02<sup>5</sup>, este projeto ainda se encontra em fase de consulta pública através da CE-02:136.01 – Comissão de Estudo – Desempenho de edificações<sup>6</sup>, apesar de ter sua data limite para comentários encerrada em outubro de 2007 (Tabela 04).

<sup>5</sup> O CB-02, é o comitê da ABNT, responsável pela elaboração das normas técnicas de componentes, elementos, produtos ou serviços, utilizados na Construção Civil

<sup>6</sup> Disponível em <<http://www.cobracon.org.br/>>. Acesso em 11 mar. 2008

NÚMERO	TÍTULO	DATA LIMITE
02:136.01-001/1	Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais	27/11/2007
02:136.01-001/2	Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho - Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais	27/11/2007
02:136.01-001/3	Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho - Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos	27/11/2007
02:136.01-001/4	Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas	27/11/2007
02:136.01-001/5	Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho - Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas	27/11/2007
02:136.01-001/6	Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho - Parte 6: Sistemas hidrosanitários	27/11/2007

Tabela 04: Projeto de Norma Desempenho - Dados referentes a março de 2008

Fonte: <http://www.cobracon.org.br>

Uma noção prática da aplicação de projeto baseada em desempenho, vem sendo desenvolvida junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina – CBMSC, para a segurança contra incêndios das edificações. Apesar deste órgão não ter desenvolvido estudos voltados para as noções do desempenho, a idéia proposta vem de encontro ao que prescreve este tipo de processo de projeto. Denominada, Instrução Reguladora Gerencial - IRG nº 212/DAT/CBMSC, de acesso exclusivo ao setor de análise do corpo de bombeiros, ela determina que em função da comprovação pelo profissional responsável pelo projeto de segurança contra incêndios, que determinado sistema possui condições técnicas específicas para o seu funcionamento, mesmo que fora das especificações prescritas pela norma local, esta solução será aceita. Esta iniciativa pode ser um ponto de partida para inserção dos conceitos do PBD junto aos órgãos fiscalizadores, e posteriormente dos projetistas de segurança contra incêndio.

### **3 O PROJETO DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA E A SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM SANTA CATARINA – CONCEITO, NORMALIZAÇÃO E INSERÇÃO DO PBD**

Como apresentado nos capítulos anteriores, os projetistas brasileiros utilizam normas prescritivas para a elaboração dos projetos de segurança contra incêndios. O entendimento destas exigências, discutindo o seu processo de formulação, aplicação e seu grau de prescritividade e restrição, será abordado neste capítulo, obtendo um panorama geral da normalização e verificando esta realidade em Santa Catarina, voltado para saídas de emergência.

#### **3.1 Projetos de Segurança Contra Incêndios**

A ocorrência de um incêndio provoca dois tipos de perdas. A primeira delas denominada de perdas diretas, são representadas pela extinção do patrimônio e das vidas. Em segundo lugar existem as perdas indiretas, são elas (HANSSEN, 1993):

- Perdas de vida, ferimentos, deformações e distúrbios emocionais;
- Perdas para a comunidade, diminuição da produção, redução no mercado de negócios, empregos e impostos;
- Deficiência nos valores segurados e indenizações insuficientes;
- Lucros cessantes, perdas de mercados e de campanhas publicitárias;
- Custos de reconstrução, busca de capital e créditos, aluguel de locais provisórios, compra apressada de equipamento.

Uma significativa redução nestas perdas, diretas e indiretas, pode ser creditada à inserção da segurança contra incêndios nas edificações, que se caracteriza por levar em conta um grande número de fatores e atividades, desde as precoces ações de simples reparação de danos, até a prevenção de todas as situações geradoras de efeitos indesejados (ESPIRITO SANTO; SALGADO, 2003). Pode-se dizer que os objetivos da segurança contra incêndios são alcançados quando se consegue limitar o número de ocorrências de incêndio, garantir a segurança dos ocupantes da edificação e, em caso do incêndio já haver iniciado diminuir o seu alastramento (FERREIRA, 1988).

Para que os objetivos sejam assegurados são necessários que se estipulem procedimentos para aplicação dos sistemas de segurança. Estas disposições são garantidas



através da elaboração dos projetos de segurança contra incêndios, adotando-se providências que podem ser divididas de acordo com sua natureza em medidas de prevenção e proteção contra incêndios (Figura 10)(SEITO, 1998).

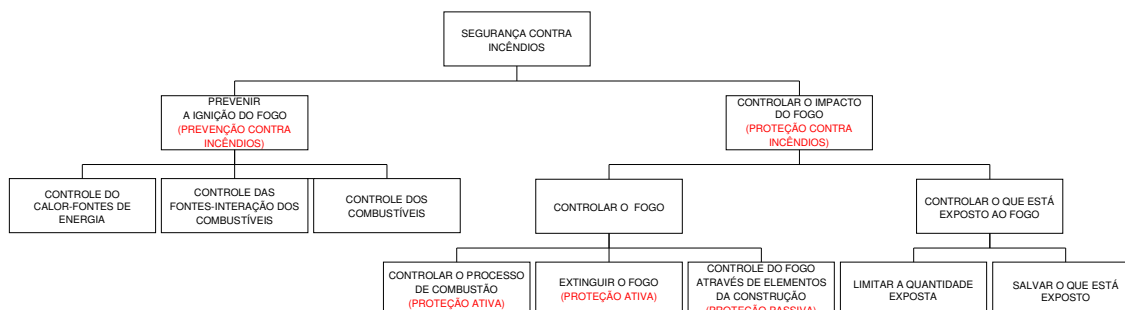


Figura 10. Objetivo da segurança contra incêndios.

Fonte: Adaptado da NFPA 550 (2002)

A inclusão destas medidas deve ser analisada pelo projetista em conjunto com o proprietário levando em conta condições específicas da obra, tais como: porte da edificação, número de usuários e tipo de utilização, além das exigências do poder público e recomendações das normas técnicas para o projeto e discriminação dos equipamentos (SILVA, 1998).

#### Medidas de prevenção:

A prevenção contra incêndio traduz o conceito de prevenir eclosões de incêndio ou de reduzir o risco de alastramento do incêndio e de evitar o perigo para os ocupantes e para a propriedade (FERREIRA, 1998). Os objetivos da prevenção contra incêndios são atendidos através do projeto, instalação e manutenção das fontes de energia, do distanciamento adequado entre o material combustível e a fonte de ignição, dentre outros fatores (SOUZA, 1996)

Neste sentido, nota-se que a prevenção contra incêndio está relacionada com a consciência dos indivíduos em relação ao desenvolvimento do fogo, e dos procedimentos que devem ser adotados pelas pessoas diante de um incêndio para evitar que o mesmo se inicie ou caso já tenha iniciado, se propague. Para condomínios residenciais, por exemplo, podem-se citar as seguintes medidas (MASSET, 2006):

- Verificação do fluxo de água nas mangueiras com pressão suficiente para atingir o foco de

incêndio a uma distância que proteja o operador;

- Checagem da etiqueta de identificação, ficha de controle de inspeção e a sinalização dos extintores;
- Habilitação de um ou mais funcionários do condomínio para o manejo correto das mangueiras e extintores para cada tipo de incêndio;
- Garantia da existência de boas condições físicas de escape: corrimões, fitas antiderrapantes, luzes de emergência potentes e com boa autonomia;
- Checagem periódica das condições do sistema de pára-raios e sua manutenção regular.

#### Medidas de proteção:

As estatísticas demonstram que o número de sinistros por incêndios tem aumentado consideravelmente, por outro lado quando se exercem medidas de proteção adequadas, os danos em qualquer de suas escalas, sofrem uma redução considerável (FERNANDEZ, 1984). A execução destas medidas, leva em consideração a possibilidade de que em algum momento as medidas de prevenção possam falhar. Neste sentido elas reúnem um conjunto de disposições, sistemas ou equipamentos, que visam reduzir o perigo para os ocupantes e para a propriedade através da detecção e contenção do incêndio (FERREIRA, 1988).

Adotados na fase de projeto, os objetivos da proteção contra incêndios, são alcançados através das seguintes ações (FERREIRA, 1988):

- Controle da natureza e da quantidade de materiais combustíveis constituintes e contidos no edifício;
- Dimensionamento da compartimentação interna, do distanciamento entre edifícios e da resistência ao fogo dos elementos de Compartimentação;
- Dimensionamento da proteção e da resistência ao fogo da estrutura do edifício;
- Dimensionamento dos sistemas de detecção e alarme de incêndio e/ou equipamentos manuais de combate;
- Dimensionamento das rotas de escape (saídas de emergência) e dos dispositivos para controle do movimento da fumaça.

Estas medidas são aplicadas junto à edificação, de duas maneiras distintas. A primeira é denominada de proteção ativa, constituída por meios (equipamentos e sistemas) que precisam ser acionados, quer manual ou automaticamente, para funcionar em situação de incêndio. A segunda medida de proteção é a passiva, constituída de procedimentos que são incorporados à construção, os quais não requerem nenhum tipo de acionamento para o seu

funcionamento em situação de incêndio (COSTA et al, 2005).

Um fator relevante a ser analisado nas medidas de proteção contra incêndios de uma edificação, é sua interferência na concepção do projeto do empreendimento. Percebe-se que a aplicação destas medidas, por envolver elementos construtivos, como volume do reservatório para o sistema hidráulico preventivo, largura das escadas para saídas de emergência, acessibilidade ao edifício (janelas e outras aberturas) dentre outros fatores, irão influenciar algumas soluções arquitetônicas, que devem ser definidas no seu anteprojeto.

Vale lembrar que não competem ao autor do projeto de arquitetura as instalações específicas de combate ao fogo, como alarme, hidrantes, extintores, etc., porém desde seu estudo preliminar o arquiteto deve dar condições a estas instalações, prevendo locais para passagem de tubos, reservatórios, bombas, rotas de fuga, etc. (SOUZA, 1996).

Neste sentido, levando em conta a influencia destes sistemas na concepção do projeto, nota-se que as saídas de emergência, merecem especial atenção. Por se tratar de um elemento construtivo, o seu dimensionamento e locação de forma equivocada, dificilmente poderão ser remanejados na pós-ocupação, ocasionando prejuízos ao empreendimento, em relação aos procedimentos legais, como atrasos na liberação do habite-se pelo corpo de bombeiros, por exemplo. Além disto, conforme os números apresentados na tabela 05, à falta de qualidade e de funcionalidade nos meios de escape desempenha papel importante e decisivo em situações de incêndios, sendo muitas vezes o principal responsável pelo número de mortes em edificações (GILL et al, 2006).

DATA	LOCAL	DENOMINAÇÃO / USO	VÍTIMAS
Out./1998	Gotenburgo - Suécia	Discoteca	63 mortos
Fev./2003	Chicago - EUA	E2/ Clube noturno	21 pessoas
Fev./2003	Rhode Island - EUA	The Station / Clube noturno	100 pessoas
Fev./2003	Hartford - EUA	Greenwood Health Center / Clínica de saúde	16 mortos
Ago./2004	Assunção - Paraguai	Ycuá Bolaños / Supermercado	426 mortos e 50 feridos
Dez./2004	Buenos Aires - Argentina	Cromagnón / Discoteca	93 mortos e 900 feridos
Jul./2005	San José - Costa Rica	Calderon Guardia/ Hospital	17 mortos

Tabela 05: Exemplos de grandes tragédias associadas ao problema do abandono da edificação

Fonte: GILL et al, 2006

### 3.2 Saídas de Emergência

Em uma edificação a circulação de pessoas pode ser analisada sob duas formas. A primeira envolve o uso diário com o objetivo de deslocamento. A segunda chamada de saída de emergência determina a forma como as pessoas irão abandonar a edificação em caso de risco de incêndio (GILL et al, 2006).

As saídas de emergência representam uma medida de proteção contra incêndio passiva, independem da ação humana, e se bem dimensionada executada e orientada, pode ser um meio de fuga eficaz, devendo para tal estabelecer uma relação de familiaridade com o usuário e o espaço, através de sinalizações adequadas (CLARET; ESTRUSCO, 2002).

Neste sentido, para que o procedimento de abandono seja bem sucedido, é necessário que as medidas de proteção ativa da edificação (alarme, sinalização de emergência, detecção) funcionem em conjunto (GILL et al, 2006). A BS 7974 - British Standards Institute (2001), determina que para o funcionamento adequado das saídas de emergência outros fatores devem ser levados em consideração. São eles:

- Tempo de detecção do incêndio – pode ser curto quando as pessoas estão despertas e no recinto em que iniciou o incêndio, ou longo se o incêndio ocorrer em sala distante das pessoas e não houver sistema de detecção automática de incêndio;
- Tempo de alarme – depende das ações realizadas pelas pessoas que tomaram conhecimento do incêndio ou das características dos sistemas de detecção e alarme;
- Tempo de reconhecimento – mesmo após o alarme, muitas pessoas podem querer se certificar da situação antes de decidir se abandonam o local;
- Tempo de resposta – algumas pessoas ainda podem executar certas tarefas antes de iniciarem o abandono. Estas tarefas podem ser de caráter pessoal ou tarefas necessárias referentes a algum tipo de processo produtivo. A soma do tempo de reconhecimento e de resposta é denominada de tempo de pré-movimento;
- Tempo de percurso – é aquele efetivamente gasto no deslocamento da saída. Inúmeros fatores influem neste tempo como o estado físico e mental das pessoas e a idade, este é o tempo que está relacionado às distancias de caminhada citadas nas normas e regulamentações.

Segundo a NBR 9077:1993 a saída de emergência é compreendida por todo caminho contínuo, protegido, proporcionado por portas, corredores, *halls*, passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas ou outros dispositivos ou combinação destes, a ser percorrido pelo usuário, em um incêndio, até atingir a via pública ou espaço aberto, protegido do incêndio, em

comunicação com o logradouro.

Dentre estes dispositivos, a escada, considerada uma rota de fuga vertical, representa um sistema de importância significativa. Além de ser um elemento construtivo idealizado pelo arquiteto na fase de criação no projeto, a sua formatação depende de uma série de requisitos, que irão garantir o seu funcionamento e que, em alguns casos não são levados em consideração no anteprojeto. São eles: dimensionamento para comportar a quantidade de usuários; escolha do tipo de escada necessário em função do uso e geometria da edificação; dimensão dos degraus e patamares adequados para o tráfego sem acidentes; instalação adequada de corrimão e guarda-corpo; estanqueidade à fumaça e gases quentes provenientes do incêndio; e emprego de materiais que garantam a sua resistência ao fogo (ONO; VITTORINO, 1998).

### 3.2.1 Tipo, dimensionamento e análise da restrição projetual.

A nomenclatura das escadas destinadas a saídas de emergência em caso de incêndio varia de acordo com as regulamentações adotadas pelos órgãos fiscalizadores de cada estado e pela NBR 9077:1993 – Saídas de Emergência em Edifícios (ONO; VITTORINO, 1998). No entanto, existem basicamente, quatro tipos de escada para saídas de emergência em edificações: escada comum; escada protegida; escada enclausurada; e escada enclausurada a prova de fumaça.

A seguir serão analisados os tipos, definições e requisitos adotados para o dimensionamento de cada uma delas em Santa Catarina, através da Norma de Segurança Contra Incêndios do estado de Santa Catarina de 1994 e pela NBR 9077:1993 – Saídas de Emergência em Edifícios. Este levantamento tem o objetivo de comparar os resultados obtidos, verificando a restrição projetual, obtendo um parâmetro para a análise dos critérios de elaboração de projetos para saídas de emergência em Santa Catarina, sendo este um dos fatores determinantes para averiguar a aceitação do PBD neste estado, como será visto nos próximos capítulos.

Como meio de verificar a restrição projetual, a metodologia adotada resultou de um estudo comparativo entre os dimensionamentos de cada norma, em função do tipo de ocupação e das características geométricas de cada edificação. Foram escolhidas para a análise três tipos de ocupação, residencial multifamiliar, hotelaria e escolar, todas com influência significativa no dia-a-dia da população. Nestas ocupações, foram analisadas, as variáveis geométricas apresentadas pelas normas, e o resultado de dimensionamento,

podendo, assim, obter uma relação de qual norma apresenta maiores restrições, para cada tipo de escada, através de uma tabela comparativa.

Para a apresentação e interpretação dos resultados, a tabela foi preenchida através de uma legenda criada especificamente para esta pesquisa, conforme descrito abaixo:

- OK – Escada pode ser usada sem restrições;
- + OK – Escada pode ser usada sem restrições, a critério do arquiteto ou projetista, porém não há exigência normativa (se for usada está a favor da segurança);
- P – Proibido o uso da escada;
- P\* - Proibido o uso da escada quando houver mais de quatro unidades residenciais por pavimento;

### 3.2.1.1 Escada comum:

#### Conceito:

NSCISC:1994 - escada destinada à saída de emergência que apresenta como requisito, ser construída em concreto armado ou material de equivalente resistência ao fogo por duas horas, não sendo admitidos degraus em leque.

NBR 9077:1993 – escada que embora possa fazer parte de uma rota de fuga se comunica diretamente com demais ambientes, como corredores, *halls* e outros, em cada pavimento, não possuindo portas corta-fogo.

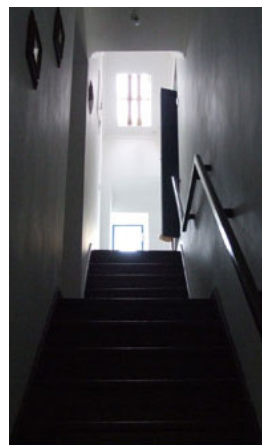


Figura 11: Escada comum

Fonte: Disponível em <<http://www.soescadas.com.br/fotos>>. Acesso em 15 de março de 2007

Análise restrição projetual - dimensionamento:

TIPO DE EDIFICAÇÃO	NORMA	ALTURA	Nº DE PAVTOS	ÁREA <750m <sup>2</sup>		ÁREA >750m <sup>2</sup>	
				1 UN	2 UN	1 UN	2 UN
Residencial privativa multifamiliar	NSCISC:94	< 20m	Até 4	OK	+ OK	P	OK
		< 20m	5 a 9	P	P	P	P
		> = 20m	6 a 16	P	P	P	P
		> 20m	17 a 40	P	P	P	P
		> 20m	+ de 40	P	P	P	P
	NBR 9077:1993	< = 1m	Não aplicável	OK	+ OK	OK	+ OK
		< = 6m	Não aplicável	OK	+ OK	OK	+ OK
		> 6m e < = 12m	Não aplicável	OK	+ OK	P*	OK
		> 12m e < = 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P
Hotéis e semelhantes	NSCISC:94	< 15m	Até 7	P	P	P	P
		> = 15m	5 a 9	P	P	P	P
		> 15m	10 a 40	P	P	P	P
		> 15m	+ de 40	P	P	P	P
	NBR 9077:1993	< = 1m	Não aplicável	OK	+ OK	P	OK
		< = 6m	Não aplicável	OK	+ OK	P	OK
		> 6m e < = 12m	Não aplicável	OK	+ OK	P	OK
		> 12m e < = 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P
Escolar	NSCISC:94	< 15m	Até 2	OK	+ OK	P	OK
		< 15m	4 a 7	P	P	P	P
		> = 15m	5 a 8	P	P	P	P
		> 15m	+ de 8	P	P	P	P
	NBR 9077:1993	< = 1m	Não aplicável	OK	+ OK	P	OK
		< = 6m	Não aplicável	OK	+ OK	P	OK
		> 6m e < = 12m	Não aplicável	OK	+ OK	P	P
		> 12m e < = 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P

Tabela 06: Análise da restrição projetual para escada comum em edificações

Fonte: NSCISC:1994 / NBR 9077:1993

### 3.2.1.2 Escada protegida:

#### Conceito:

NSCISC:1994 / NBR 9077:1993 - escada com caixa isolada por parede resistente ao fogo por no mínimo duas horas, com portas de acesso com resistência mínima ao fogo de trinta minutos, sendo dotada de janelas com ventilação permanente, abrindo para o espaço livre exterior.

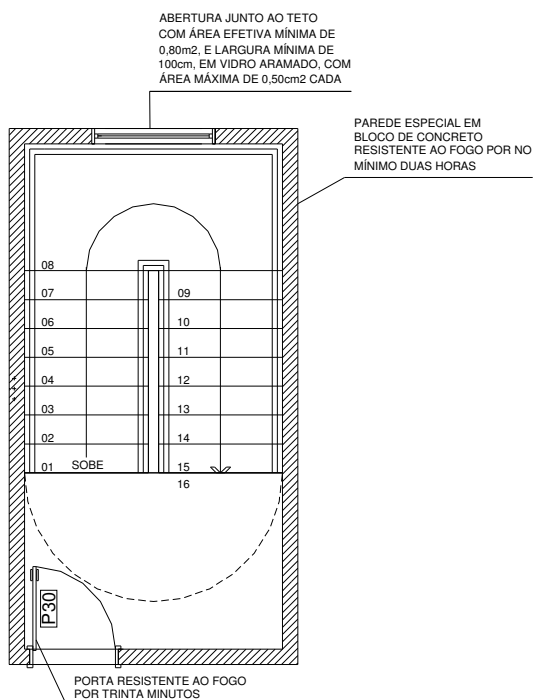


Figura 12: Escada protegida

Fonte: NSCISC:1994



Análise restrição projetual - dimensionamento

TIPO DE EDIFICAÇÃO	NORMA	ALTURA	Nº DE PAVTOS	ÁREA <750m2		ÁREA >750m2	
				1 UN	2 UN	1 UN	2 UN
Residencial privativa multifamiliar	NSCISC:94	< 20m	Até 4	+ OK	+ OK	P	+ OK
		< 20m	5 a 9	OK	+OK	P	OK
		>= 20m	6 a 16	P	P	P	P
		> 20m	17 a 40	P	P	P	P
		> 20m	+ de 40	P	P	P	P
	NBR 9077:1993	<= 1m	Não aplicável	+ OK	+ OK	+ OK	+ OK
		<= 6m	Não aplicável	+ OK	+ OK	+ OK	+ OK
		> 6m e <= 12m	Não aplicável	+ OK	+ OK	P*	+ OK
		> 12m e <= 30m	Não aplicável	OK	+ OK	P*	OK
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P
Hotéis e assemelhados	NSCISC:94	< 15m	Até 7	OK	+ OK	P	OK
		>= 15m	5 a 9	P	P	P	OK**
		> 15m	10 a 40	P	P	P	P
		> 15m	+ de 40	P	P	P	P
	NBR 9077:1993	<= 1m	Não aplicável	OK	+ OK	P	+ OK
		<= 6m	Não aplicável	OK	+ OK	P	+ OK
		> 6m e <= 12m	Não aplicável	OK	+ OK	P	OK
		> 12m e <= 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P
Escolar	NSCISC:94	< 15m	Até 2	+ OK	+ OK	P	+ OK
		< 15m	4 a 7	P	OK	P	OK**
		>= 15m	5 a 8	P	OK	P	P
		> 15m	+ de 8	P	P	P	P
	NBR 9077:1993	<= 1m	Não aplicável	+ OK	+ OK	P	+ OK
		<= 6m	Não aplicável	+ OK	+ OK	P	+ OK
		> 6m e <= 12m	Não aplicável	+ OK	+ OK	P	OK
		> 12m e <= 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P

OK\*\* - 01 Escada protegida usada em conjunto com 01 escada enclausurada

Tabela 07: Análise da restrição projetual para escada protegida em edificações

Fonte: NSCISC:1994 / NBR 9077:1993

### 3.2.1.3 Escada enclausurada:

#### Conceito:

NSCISC:1994 - escada com caixa isolada por parede resistente ao fogo por no mínimo duas horas, com portas de acesso do tipo corta-fogo e acesso através de antecâmara com duto de ventilação de saída de ar.

NBR 9077:1993 – não há referências com relação a este tipo de escada.

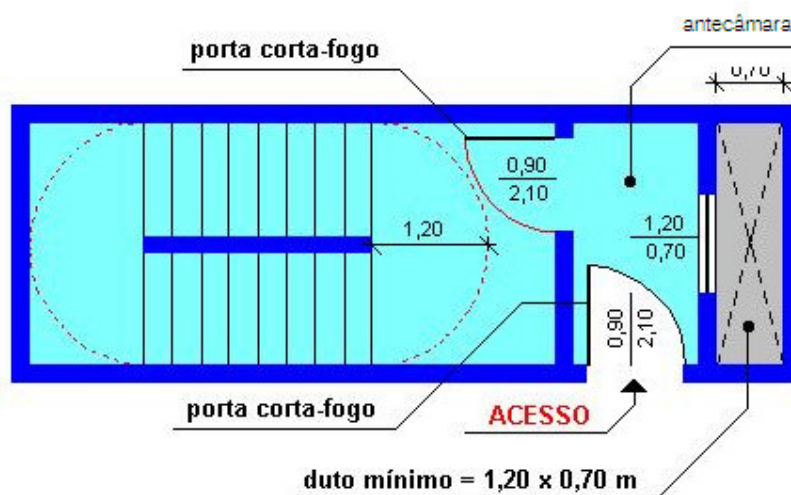


Figura 13: Escada enclausurada

Fonte: Disponível em <http://www.geocities.com/vsportelli/escada2.jpg>. Acesso em 10 de junho de 2007

Análise restrição projetual - dimensionamento:

TIPO DE EDIFICAÇÃO	NORMA	ALTURA	Nº DE PAVTOS	ÁREA <750m <sup>2</sup>		ÁREA >750m <sup>2</sup>	
				1 UN	2 UN	1 UN	2 UN
Residencial privativa multifamiliar	NSCISC:94	< 20m	Até 4	+ OK	+ OK	P	+ OK
		< 20m	5 a 9	+ OK	+ OK	P	+ OK
		> = 20m	6 a 16	OK	+ OK	P	OK
		> 20m	17 a 40	P	P	P	P
		> 20m	+ de 40	P	P	P	P
	NBR 9077:1993	< = 1m	Não aplicável	P	P	P	P
		< = 6m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 6m e < = 12m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 12m e < = 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P
Hotéis e assemelhados	NSCISC:94	< 15m	Até 7	+ OK	+ OK	P	+ OK
		> = 15m	5 a 9	OK	+ OK	P	OK**
		> 15m	10 a 40	P	OK***	P	P
		> 15m	+ de 40	P	P	P	P
	NBR 9077:1993	< = 1m	Não aplicável	P	P	P	P
		< = 6m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 6m e < = 12m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 12m e < = 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P
Escolar	NSCISC:94	< 15m	Até 2	+ OK	+ OK	P	+ OK
		< 15m	4 a 7	P	+ OK	P	OK**
		> = 15m	5 a 8	P	OK**	P	OK
		> 15m	+ de 8	P	OK***	P	P
	NBR 9077:1993	< = 1m	Não aplicável	P	P	P	P
		< = 6m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 6m e < = 12m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 12m e < = 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P
		> 30m	Não aplicável	P	P	P	P

OK\*\* - 01 Escada enclausurada usada em conjunto com 01 escada protegida

OK\*\*\* - 01 Escada enclausurada usada em conjunto com 01 escada a prova de fumaça

Tabela 08: Análise da restrição projetual para escada enclausurada em edificações

Fonte: NSCISC:1994 / NBR 9077:1993

### 3.2.1.4 Escada enclausurada a prova de fumaça:

#### Conceito:

NSCISC:1994 / NBR 9077:1993 - escada com caixa isolada por parede resistente ao fogo por no mínimo quatro horas, com portas do tipo corta-fogo e acesso através de ante-câmara com duto de entrada e saída de ar.

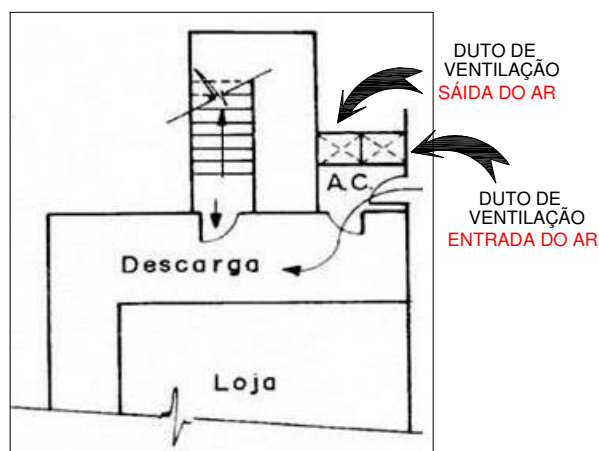


Figura 14: Escada a prova de fumaça

Fonte: Disponível em [http://www.nppd.ms.gov.br/Normas%20ABNT\\_arquivos/image025.jpeg](http://www.nppd.ms.gov.br/Normas%20ABNT_arquivos/image025.jpeg). Acesso em 09 de janeiro de 2008

#### Análise restrição projetual - dimensionamento:

TIPO DE EDIFICAÇÃO	NORMA	ALTURA	Nº DE PAVTOS	ÁREA <750m		ÁREA >750m <sup>2</sup>		
				1 UN	2 UN	1 UN	2 UN	3 UN
Residencial privativa multifamiliar	NSCISC:94	< 20m	Até 4	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		< 20m	5 a 9	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		> = 20m	6 a 16	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		> 20m	17 a 40	OK	+ OK	P	OK	+ OK
		> 20m	+ de 40	P	OK	P	OK	+ OK
	NBR 9077:1993	< = 1m	Não aplicável	+ OK	+ OK	+ OK	+ OK	+ OK
		< = 6m	Não aplicável	+ OK	+ OK	+ OK	+ OK	+ OK
		> 6m e < = 12m	Não aplicável	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		> 12m e < = 30m	Não aplicável	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		> 30m	Não aplicável	OK	+ OK	P*	OK	+ OK

	NSCISC:9 4	< 15m	Até 7	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		> = 15m	5 a 9	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		> 15m	10 a 40	P	OK***	P	OK	+ OK
		> 15m	+ de 40	P	OK	P	P	OK
Hotéis e assemelhados	NBR 9077:1993	< = 1m	Não aplicável	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		< = 6m	Não aplicável	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		> 6m e < = 12m	Não aplicável	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		> 12m e < = 30m	Não aplicável	P	OK	P	OK	+ OK
		> 30m	Não aplicável	P	OK	P	OK	+ OK
	NSCISC:9 4	< 15m	Até 2	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		< 15m	4 a 7	P	+ OK	P	+ OK	+ OK
		> = 15m	5 a 8	P	+ OK	P	+ OK	+ OK
		> 15m	+ de 8	P	OK***	P	OK	+ OK
Escolar	NBR 9077:1993	< = 1m	Não aplicável	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		< = 6m	Não aplicável	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		> 6m e < = 12m	Não aplicável	+ OK	+ OK	P	+ OK	+ OK
		> 12m e < = 30m	Não aplicável	OK	+ OK	P	OK	+ OK
		> 30m	Não aplicável	P	OK	P	P	OK

OK\*\*\* - 01 Escada a prova de fumaça usada em conjunto com 01 escada a enclausurada

Tabela 09: Análise da restrição projetual para escada a prova de fumaça em edificações

Fonte: NSCISC:1994 / NBR 9077:1993

### 3.2.1.5 Considerações sobre a restrição projetual

Algumas considerações devem ser descritas com relação ao levantamento das normas analisadas, para a determinação da restrição projetual. Em primeiro lugar a forma de dimensionamento de cada uma delas leva em consideração fatores geométricos diferentes. A NSCISC:1994, restringe o número de pavimentos máximos para cada situação, ao contrário da NBR 9077:1993, que só faz referências as alturas máximas. Em segundo lugar, a NSCISC:1994 exige, que em alguns casos onde são necessários 02 unidades de escada, seja feita a combinação entre modelos diferentes, por exemplo 01 escada enclausurada e 01 a prova de fumaça. A NBR 9077:1993, por outro lado, não faz referências ao uso de mais de um tipo de escada exigindo, quando for o caso, 02 ou 03 escadas sempre do mesmo modelo.

Quanto ao processo construtivo a NSCISC:1994, possui duas diferenças em relação a NBR 9077:1993. O primeiro faz referências à escada comum, onde a NSCISC:1994, diz que os materiais utilizados na sua concepção devem possuir resistência ao fogo por no mínimo duas horas. O segundo fator diz respeito às escadas enclausuradas, que não são previstas na NBR 9077:1993, e que por sua vez não pode servir como referência para a comparação entre as duas normas. Em termos quantitativos, das situações analisadas, 27% das proibições apresentadas, foram provenientes da NSCISC:1994, contra 20% das proibições apresentadas pela NBR 9077:1993.

Com tudo, conclui-se que a NSCISC:1994, é significativamente mais restritiva que a NBR 9077:1993, pelos seguintes fatores:

- Maior exigência no processo construtivo;
- Utilização de tipos de saídas diferentes, quando utilizado mais de uma unidade, sendo a segunda sempre com nível de segurança maior;
- Número de proibições 7% maior;
- Exigência de utilização de escada enclausurada, que não está prevista na norma de regulamentação brasileira e em demais normas brasileiras, sendo um fator complicador para projetos de edificações desenvolvidos em outros estados.

### 3.2.2 Análise da prescritividade

Outro fator que contribui para verificar a aceitação de aplicação do PBD em Santa Catarina é com relação ao grau de prescritividade das normas utilizadas para o dimensionamento das saídas de emergência neste estado. O objetivo desta análise é verificar a viabilidade de implantação do sistema de normas baseadas em desempenho no contexto brasileiro e avaliar os reflexos sobre a economicidade das soluções prescritivas, ao se identificar o quanto esses instrumentos interferem na tomada de decisões para o dimensionamento das saídas de emergências em edificações (MATTEDI, 2005).

A metodologia adotada neste estudo foi desenvolvida pela Engenheira Domenica Loss Mattedi em sua dissertação de mestrado sendo aplicada neste trabalho à NSCISC:1994 - Capítulo VIII – Saídas de Emergência e a NBR 9077:1993 – Saídas de Emergência em Edifícios, aceitas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Inicialmente, são definidos dois grupos de ações ou comandos, o grupo **f** e o grupo **g**. O grupo **f** consiste em expressões que descrevem exatamente um determinado campo de

atuação do profissional de projeto, ou seja, que determina exatamente qual deve ser a ação do projetista. Por outro lado as ações do grupo **g** estabelecem limites, ou ainda, discriminam uma classe de método de cálculo ou classe de materiais. Para cada ação, é determinado um peso, que será maior, se a vinculação imposta pelo projetista for maior (Tabela 10) (MATTEDI, 2005).

Com os dados da Tabela 10, têm-se os parâmetros para a determinação do grau de prescritividade das normas analisadas. Em primeiro lugar calcula-se o peso total de prescritividade  $Pp$ , através da seguinte equação:

$$Pp = \sum_1^C (Fj.Pj), \text{ onde}$$

$Fj$  = frequência de ações

$Pj$  = peso das ações (Tabela 10)

Em seguida, determina-se o índice percentual de prescritividade absoluto  $Ipa$ , considerando:

$$Ipa = \frac{Pp}{6.C}, \text{ onde}$$

$C$  = número de ações ou comandos

AÇÕES / COMANDOS NORMATIVOS (C)			
GRUPO f	GRAU	PESO	DESCRIÇÃO
f1 – especifica material	alto	6	Definição clara da natureza do material (aço, concreto e outros)
f2 – especifica método de cálculo ou dimensionamento	médio	4	Indicação de uma fórmula ou de dimensionamento significa a adoção compulsória de um determinado método específico de projeto
f3 – especifica método de execução	baixo	2	Como determinado elemento ou sistema construtivo deve ser executado
f4 – especifica dimensões ou distâncias	alto	6	Define-se exatamente o valor numérico de dimensões e distâncias
f5 – especifica referências normativas	baixo	2	Ao especificar referências normativas, cria-se uma interdependência com outras normas prescritivas, uma vez que, ao utilizar uma norma, deve-se consultar uma série de outras normas necessárias ao cumprimento daquela
f6 – especifica elementos de projeto	baixo	2	Relacionam-se a uma série de informações que devem constar na apresentação do projeto (plantas baixas, cortes, diagramas, entre outras)
f7 – especifica métodos de instalação	alto	6	Como determinados elementos construtivos ou sistema de proteção contra incêndio devem ser instalados
f8 – especifica dispositivos de segurança	alto	6	Refere-se a determinados equipamentos, tipos, quantidades e local a serem projetados. São considerados, no sentido mais amplo, extintores, saídas de emergência ou alarmes.

f9 – especifica condições de resistência ao fogo	alto	6	Especificação de tempos de resistência ao fogo que determinados elementos devem possuir (exemplo: resistência das paredes de 2 horas)
f10 – especifica valor de grandeza	médio	4	Refere-se a condições específicas de projeto com relação a valores de grandeza, como diferencial de pressão. Esse fator não inclui valores que possam traduzir reações do corpo humano, como intensidade de radiação
<b>GRUPO g</b>	<b>GRAU</b>	<b>PESO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
g1 – especifica a classe dos materiais	alto	5	A definição do material não está explícita, apenas a classe a que ele pertence, por exemplo, materiais cerâmicos, betuminosos e outros
g2 – especifica classe dos métodos de cálculo ou dimensionamento	médio	3	Permite que o cálculo ou dimensionamento possa ser feito de formas diferenciadas, e não apenas de uma forma
g3 – especifica classe dos métodos de execução	baixo	1	Há possibilidade de escolhas para a execução de determinados elementos ou sistemas construtivos
g4 – especifica limites para dimensões ou distâncias	alto	5	Faixa ou limites máximos/mínimos de valores para dimensões ou distâncias
g5 – especifica classe de referências normativas	baixo	1	-----
g6 – especifica classe de elementos de projeto	baixo	1	-----
g7 – especifica tipos de métodos de instalação	alto	5	Especifica possibilidades de escolhas para instalação de elementos construtivos ou sistemas de proteção contra incêndio
g8 – especifica classe dos dispositivos de segurança	alto	5	Abre possibilidades de escolhas entre os equipamentos de segurança e quantidade a serem utilizados
g9 – especifica limites para resistência ao fogo	alto	5	Faixa ou limites máximos ou mínimos para os tempos de resistência ao fogo
g10 – especifica limites dos valores de grandeza	médio	3	Faixa ou limites máximos ou mínimos para os valores de grandeza

Tabela 10: Ações / Comandos normativos

Fonte: MATTEDI, 2005.

Por fim, determina-se o índice de prescritividade normalizado,  $I_{pn}$ , dado por:

$$I_{pn} = I_{pa} \left( \frac{9}{100} \right)$$

Deste modo, os graus de prescritividade de normas ficam associados a índices de prescritividade normalizados de forma que: grau I (baixo):  $0 < I_{pn} < 3,0$ ; grau II (médio):  $3,1 < I_{pn} < 6,0$ ; grau III (alto):  $6,1 < I_{pn} < 9,0$ .

A análise das normas adotadas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, será apresentada nos capítulos a seguir, determinando assim o grau de prescritividade de cada uma delas, que comparados com a análise da restrição projetual anteriormente determinada, servirão para verificar a diferença existente entre os projetos sobre saídas de emergência



executados através da prescritividade e através do desempenho.

### 3.2.2.1 NSCISC:1994 - Capítulo VIII – Saídas de Emergência

A NSCISC:1994 teve sua primeira edição publicada em 1992, porém todos os trabalhos desenvolvidos anteriormente a esta data sobre as saídas de emergência, foram baseados na NBR 9077:1985- Saídas de emergência em edifícios. Somente em 18 de outubro de 1994, é que a NSCISC, foi aprovada pelo Decreto nº 4.909 e posteriormente publicada no Diário oficial nº 15.042 de 19 de outubro de 1994, no entanto, a mesma não sofreu alterações em sua redação comparada a publicação de 1992 (OLIVEIRA, 2008).

Em todo o estado, exceto na cidade de Joinville onde o corpo de bombeiros voluntário desenvolveu suas próprias especificações, a NSCISC:1994 é utilizada como norma principal e deve ser respeitada em todas as suas especificações. Para completar algumas informações questionáveis no Capítulo VIII – Saídas de Emergência, foram publicados as seguintes resoluções complementares:

- Resolução 001/CAT/CCB/95: Altera redação do Artigo 227 das NSCI/92 (Corrimão);
- Resolução 001/CAT/CCB/96: Comprimento da antecâmara das escadas enclausuradas;
- Resolução 019/CAT/CCB/97: Interpretação do Artigo 220 das NSCI/92;
- Resolução 020/CAT/CCB/97: Interpretação dos Artigos 205, 207 e 214 das NSCI/92;
- Resolução 029/CAT/CCB/98: Material a ser empregado em paredes corta fogo e Altera Artigo 270 das NSCI/94. (Revoga as Res nº015 e 016/CAT/CCB/96)
- Resolução 038/CAT/CCB/03: Medidas de proteção para escadas pré-moldadas de concreto construídas com perfis de aço expostos; Critérios para aceitação de escadas metálicas.

No quadro seguinte, estão apresentados às análises do grau de prescritividade da NSCISC:1994 – Capítulo , de acordo com a metodologia referenciada. Não está sendo feita aqui a análise das resoluções da norma, pois as mesmas apresentam mudanças em sua descrição que não influenciam no grau de prescritividade.

ARTIGO	AÇÃO/CO MANDO	PES O ( $p$ )	FREQUÊNCIA ( $F$ )	PESO TOTAL PRESCRITIVIDADE ( $Pp$ )
201	inexistente	0	0	0
202	inexistente	0	0	0
203	inexistente	0	0	0
204	g4	5	3	15
	f3	2	3	6
	f2	4	1	4
205	g3	1	1	1
206	f3	2	1	2
	g4	5	2	10
207	f3	2	1	2
	g4	5	2	10
208	f3	2	2	4
	f2	4	1	4
209	f3	2	1	2
210	f3	2	2	4
	f2	4	1	4
	g4	5	1	5
211	f8	6	1	6
212	inexistente	0	0	0
213	f3	2	1	2
	g1	5	1	5
	f9	6	1	6
214	g9	5	2	10
	f3	2	2	4
215	f3	2	3	6
	f9	6	2	12
216	f3	2	3	6
	f9	6	1	6
217	f2	4	1	4
218	g4	5	6	30
	f3	2	4	8
	f9	6	3	18
219	g1	5	1	5
	f8	6	2	12
	f7	6	1	6
220	f3	2	1	2
221	f3	2	1	2
222	f3	2	1	2
223	f3	2	1	2
224	f2	4	4	16
	g4	5	1	5

225	f2	4	2	8
	g4	5	4	20
226	f2	4	1	4
	g4	5	4	20
227	f7	6	4	24
	g4	5	2	10
	f4	6	2	12
	g1	5	1	5
228	f3	2	1	2
229	f4	6	1	6
230	f3	2	1	2
231	f3	2	1	2
232	f3	2	2	4
	g4	5	1	5
233	f3	2	1	2
234	f8	6	1	6
235	f8	6	1	6
236	f9	6	1	6
	f3	2	2	4
	g4	5	3	15
237	f2	4	1	4
	f3	2	3	6
238	f4	6	1	6
	g4	5	3	15
	f7	6	1	6
239	g4	5	1	5
240	f3	2	1	2
241	f3	2	3	6
	f9	6	3	18
	g4	5	3	15
	f4	6	1	6
242	inexistente	0	0	0
243	g4	5	1	5
244	f9	6	1	6
	f8	6	4	24
	f3	2	1	2
245	g4	5	1	5
246	g1	5	1	5
247	f3	2	1	2
248	f9	6	1	6
249	f3	2	1	2
250	f3	2	1	2
251	f8	6	1	6

252	f9	6	2	12
	f3	2	3	6
253	f9	6	4	24
254	f9	6	1	6
255	f9	6	1	6
256	f4	6	4	24
257	f3	2	1	2
258	f3	2	1	2
259	f3	2	1	2
260	g4	5	1	5
			<b>F = 157</b>	<b>Pp = 659</b>

Tabela 11: Análise da prescritividade - NSCISC:1994 - Capítulo VIII – Saídas de Emergência

Fonte: Adaptado da NSCISC:1994

$$Ipa = \frac{Pp}{6.C} = \frac{659}{6.157} = 0,69 = 69\%$$

$$Ipn = Ipa \cdot \left(\frac{9}{100}\right) = 69 \cdot \left(\frac{9}{100}\right) = 6,21 - \text{alto grau de prescritividade}$$

### 3.2.2.2 NBR 9077:1993 – Saídas de Emergência em Edifícios

A NBR 9077:1993, é aplicada no estado de Santa Catarina, em casos onde o dimensionamento feito através da NSCISC:1994, impeça a viabilidade de algumas edificações. Geralmente esta situação pode ser verificada em edificações antigas, que sofram algum tipo de reforma, ou mudem o seu tipo de ocupação, por exemplo, uma edificação residencial passa a ser uma edificação comercial, ou vice e versa. O profissional, que adota a NBR 9077:1993, deve fazer o pedido formal junto ao setor de análise, para que seja concedida a sua aceitação. Por este fato, a NBR, faz parte da realidade dos projetistas de Santa Catarina, e deve se analisada.

Apesar da NBR possuir data de criação anterior ao da NSCISC, à norma catarinense foi desenvolvida com base na NBR 9077 de 1985, conforme descrito no capítulo anterior. Porém em 1990 a NBR 9077, através da revisão 2:02.12-050, foi alterada sendo publicada com versão final em 1993, possuindo assim pontos diferentes da NSCISC, que em alguns casos permitem soluções mais maleáveis para a instalação das saídas, sendo utilizada em várias situações de projeto no estado de Santa Catarina (FAILLACE, 1991).

Por se tratar de uma norma também empregada em todo o Brasil, a mesma já foi

analisada sob o grau de prescritividade, através da metodologia aplicada pela engenheira Domenica Loss Mattedi e os resultados são apresentados de forma resumida no quadro a seguir, sendo que a análise na íntegra se encontra no ANEXO A deste trabalho.

ARTIGOS	AÇÃO/CO MANDO	PES O ( <i>p</i> )	FREQUÊNCIA ( <i>F</i> )	PESO TOTAL PRESCRITIVIDADE ( <i>Pp</i> )
2 / 4.4.1 / 4.4.2 / 4.4.3 / 4.5.1 / 4.5.2 / 4.5.2.7 / 4.5.2.8 / 4.5.2.9 / 4.5.3 / 4.5.4 / 4.6 / 4.7 / 4.7.5 / 4.7.10 / 4.7.10.2 / 4.7.11 / 4.7.12 / 4.7.13 / 4.7.14 / 4.8 / 4.9 / 4.10 / 4.11 / 4.12 / 4.13 / 5.1 / 5.2	f1	6	0	0
	f2	4	8	32
	f3	2	6	12
	f4	6	0	0
	f5	2	20	40
	f6	2	0	0
	f7	6	1	6
	f8	6	16	96
	f9	6	6	36
	f10	4	0	0
	g1	5	2	10
	g2	3	5	15
	g3	1	3	3
	g4	5	28	140
	g5	1	0	0
	g6	1	0	0
	g7	5	1	5
	g8	5	3	15
	g9	5	6	30
	g10	3	0	0
			<b><i>F</i> = 105</b>	<b><i>Pp</i> = 440</b>

Tabela 12: Análise da prescritividade - NBR 9077:1993 - Saída de emergência em edifícios

Fonte: MATTEDI, 2005

$$Ipa = \frac{Pp}{6.C} = \frac{440}{6.105} = 0,69 = 69\%$$

$$Ipn = Ipa \cdot \left(\frac{9}{100}\right) = 69 \cdot \left(\frac{9}{100}\right) = 6,21 - \text{alto grau de prescritividade}$$

### 3.2.2.3 Considerações sobre a prescritividade

De acordo, com os resultados apresentados, percebe-se que em Santa Catarina, a elaboração dos projetos de segurança contra incêndios para saídas de emergência, se

desenvolve com alto grau de prescritividade tanto para a NSCISC:1994 quanto para a NBR 9077:1993. Segundo a metodologia utilizada, este resultado determina que os comandos fornecidos por estas normas, são determinantes da conduta profissional, sendo que os profissionais de projeto são vinculados a grupos de materiais, de processos de cálculo e de dimensões prototipais predeterminados pelos órgãos normativos (MATTEDI, 2005).

### **3.3 A inserção do PBD para saídas de emergência em Santa Catarina**

Antes de apresentar as conclusões sobre a inserção do PBD para saídas de emergência no estado de Santa Catarina, serão apresentados os conceitos básicos responsáveis pelo desenvolvimento deste tipo de projeto e as variáveis envolvidas para sua formatação.

#### **3.3.1 Emprego do PBD**

De modo geral, a análise da segurança contra incêndios de uma edificação, aplicado ao conceito de desempenho (PBD), vai além das regulamentações prescritivas, e demanda de ao menos três grupos de parâmetros condicionantes da segurança contra incêndios: parâmetros a nível urbanístico, parâmetros arquitetônicos e parâmetros decorativos e de interiores.

Os parâmetros urbanísticos levam em consideração o uso do solo, ou seja, os usos e atividades desenvolvidas na região, natureza do solo, topografia, clima, vegetação, vias de comunicação, reservas de água, condições do entorno, tipologia da edificação permitida e demais condicionantes relacionadas ao espaço urbano e que não dependem do profissional que irá formatar o projeto de segurança. Os parâmetros arquitetônicos estão relacionados com a tipologia do edifício, distribuição das áreas e volumes, fachadas, acesso ao edifício e distâncias entre vazios, usabilidade, elementos construtivos, distribuição e compartimentação, evacuação (vias horizontais, geometria, dimensões etc.), instalações de serviços técnicos do edifício para fornecimento de energia, água, gás, etc., sendo desenvolvidos pelo projetista para o alcance de certos graus de segurança. Os parâmetros decorativos e de interiores, estão diretamente ligados com as escolhas tomadas pelo projetista e pode ser manipulado para apresentar maior ou menor grau de segurança, como exemplo tem-se os isolamentos, forro falso, revestimentos, acabamentos e elementos decorativos (URIARTE, 1984).

Frente a isto, nota-se que este tipo de projeto exige dos profissionais um conhecimento significativo sobre a engenharia de incêndio, pois através do objetivo básico a ser definido, possibilita-se que inúmeras soluções técnicas possam ser adotadas para atingir o mesmo fim

(GILL et al, 2006). Estes objetivos que devem ser alcançados são determinados através dos seguintes códigos (ALVAREZ; CVETREZNIK, 2002):

- Proteção dos ocupantes: a edificação deve proteger os ocupantes que não estão em contato direto com o incêndio em seu início e durante o tempo necessário para o abandono;
- Integridade estrutural: deve ser mantida pelo tempo necessário para a evacuação ou refúgio;
- Efetividade dos sistemas: os sistemas de proteção devem minimizar aqueles riscos para os quais foram projetados.

Para saídas de emergência, a elaboração do projeto aplicado ao desempenho das edificações (PBD), determina que além dos parâmetros e objetivos apresentados, sejam utilizados modelos matemáticos que irão avaliar todas as variáveis de comportamento da edificação e dos seus ocupantes frente a situações de incêndio, e que, de modo geral, podem ser definidos através dos seguintes componentes: ocorrência do incêndio (combustão), desenvolvimento e propagação do incêndio, controle de fumaça e comportamento humano no abandono (GILL et al, 2006). O entendimento destes componentes conforme apresentado a seguir, permite uma avaliação mais adequada e coerente das soluções de segurança compatíveis com análise do PBD e servem como parâmetro para verificar quais requisitos as normas prescritivas levam em consideração na sua concepção (MATTEDI, 2005).

#### Ocorrência do incêndio-combustão

O conhecimento da teoria da combustão deve ser um dos principais elementos para o entendimento do desenvolvimento do incêndio em uma edificação e, portanto, de importância significativa para o projeto baseado em desempenho (PBD) para saídas de emergência. Para que ocorra a combustão, é necessário que haja a interação de material oxidável (combustível), material oxidante (comburente), fonte de ignição (energia) e reação em cadeia, conhecido como tetraedro do fogo. O combustível pode ser sólido, líquido ou gasoso e reagindo com o comburente representado pelo oxigênio, dá início ao processo de combustão através da ignição. A continuidade da combustão, através de radicais livres presentes no ambiente determina a reação em cadeia e se desenvolve exotermicamente, sendo que o excesso de energia se transfere ao entorno através dos fenômenos de condução, radiação e convecção (URIARTE, 1984). O estudo destes fatores pode ser decisivo para a demonstração do tipo de material necessário para a execução das saídas de emergência, que garantam a evacuação

segura dos ocupantes da edificação.

### Desenvolvimento e propagação do incêndio:

Após a combustão, o incêndio começa a se desenvolver, influenciado pelos seguintes fatores (URIARTE, 1984):

- Geometria: forma, tamanho e relação superfície/altura;
- Propriedade térmica dos elementos;
- Movimento do ar: características aerodinâmicas, ventilação (forçada e natural), movimento de fumaça e gases de combustíveis.

Neste sentido, a configuração de desenvolvimento do incêndio em um compartimento pode ser definida basicamente por três fases distintas: fase inicial, fase de inflamação generalizada e fase de extinção (MITIDIERI; IOSHIMOTO, 1998). Na fase de inflamação generalizada alguns autores definem a subdivisão em outras três situações, ficando a evolução total do incêndio, definida da seguinte forma (Figura 15) (ROMANI; YANAGIHARA,1995):

- Início: a fase inicial de um incêndio envolve a ignição de um pequeno elemento combustível no local compartimentado, sendo que neste estágio de desenvolvimento a zona de risco restringe-se à vizinhança imediata ao foco de incêndio;
- Inflamação generalizada:
  - Desenvolvimento: nesta etapa o fogo alastra-se sobre as superfícies combustíveis, pelo avanço contínuo da frente de chama, por radiação e convecção, formando no compartimento uma camada de gases quentes que vão se acumulando junto ao teto;
  - *Flashover*: havendo combustível suficiente, o volume e a temperatura dos gases aumentarão com o tempo e caso não haja nenhum tipo de proteção contra incêndio atuando, a temperatura no compartimento poderá atingir níveis tais que ocorra a ignição simultânea de todos os materiais combustíveis presentes. Esta propagação abrupta é conhecida como *flashover*;
  - Incêndio generalizado: o período de combustão generalizada, que se segue ao *flashover*, é caracterizado por velocidades de queima limitadas pela taxa de ventilação do ambiente ou pela superfície livre de combustível;
- Extinção: a fase de extinção ocorre quando a maior parte do combustível já foi consumida. A intensidade do fogo diminui drasticamente. A queima em geral se processa em pequenas chamas.



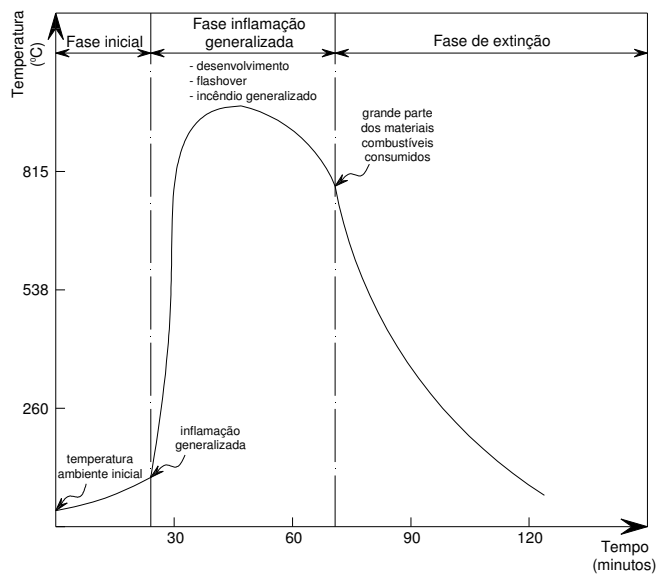


Figura 15: Evolução de um incêndio em um compartimento

Fonte: Adaptação de MITIDIERI E IOSHIMOTO, 1998 e ROMANI E YANAGIHARA, 1995

### Movimento de fumaça

O estudo do movimento da fumaça na edificação é outro ponto importante para a definição das saídas de emergência, pois a sua propagação ocorre rapidamente após a transferência de calor, com alto grau de monóxido de carbono (CO), fazendo com que os ocupantes percam as habilidades para a evacuação, prejudicando as soluções adotadas em projeto (TSUJIMOTO, 2008).

Da mesma forma a instrução técnica 02 do Corpo de Bombeiros de São Paulo de 2001, afirma que associadas ao incêndio e acompanhando o fenômeno da combustão, aparecem em geral, quatro causas determinantes de uma situação perigosa: calor, chamas, fumaça e insuficiência de oxigênio, porém do ponto de vista da segurança dos habitantes a fumaça é que causa danos mais graves (SCHEER; BARANOSKI, 2007).

Evitar que a fumaça penetre na escada utilizada com saída de emergência, ou se assim o fizer que a mesma escoe rapidamente, faz parte dos desafios da engenharia de incêndio, pois em função dos ocupantes se movimentarem de um compartimento ao outro em situações de incêndio, a expansão da mesma acaba se tornando inevitável (TSUJIMOTO, 2008). Além disto, a altura considerada crítica da camada de fumaça em relação ao piso é de apenas 1,50m, o que rapidamente pode ocorrer em qualquer tipo de incêndio. (CASTANHEIRA, 2001). Este desafio tem importância crescente em função da altura da edificação, pois, quanto mais

alto o edifício, normalmente maior é a população a ser deslocada e a distância a ser percorrida a um local seguro. Além disso é mais difícil o acesso ao combate pelos bombeiros. Consequentemente maior será o tempo de uso das escadas utilizadas como saída de emergência, que devem apresentar características construtivas que a mantenham seguras, sem contaminação pela fumaça e gases quentes (ONO; VITTORINO, 1998).

O comportamento da fumaça nas escadas vem sendo desenvolvido através de programas de simulação. Um método largamente utilizado é o de zonas, onde o ambiente a ser analisado é dividido em zonas ou volumes, nos quais as equações de balanço de massa, energia e espécies químicas são resolvidas através de equações diferenciais ordinárias dependentes do tempo, sem levar em consideração a distribuição temporal e espacial nos ambientes estudados. No entanto, na busca de obter resultados mais significativos, existem ferramentas computacionais mais elaboradas, como por exemplo, o BRIT 2, desenvolvido pelo Building Research Institute (BRI) do Japão, que aplicado aos modelos de escadas adotados pela NBR 9077:1993 em prédio de dez pavimentos, conseguiu determinar que as escadas dotadas de ventilação mecânica foram as que apresentaram resultados mais satisfatórios para segurança dos usuários e do acesso ao corpo de bombeiros à edificação (ONO; VITTORINO, 1998).

### Comportamento humano

No desenvolvimento de projetos baseado em desempenho (PBD), é necessário que se reúnam informações que contribuam para a previsão de como o incêndio se comportará em uma determinada edificação. Denominada características pré-incêndio, essas informações se relacionam com vários componentes do empreendimento, que vão desde características da edificação e do incêndio representados pelo desenvolvimento do incêndio e movimentação de fumaça, como apresentado anteriormente, até as características dos ocupantes (comportamento humano), que determinam a capacidade de resposta e escape dos usuários e podem ser representados pelos seguintes fatores (SFPE, 2000):

- Número de ocupantes;
- Distribuição e concentração do edifício;
- Estado de alerta (dormindo ou acordado);
- Familiaridade com o edifício;
- Capacidades físicas e mentais;

- Condições físicas e psicológicas.

O comportamento humano, portanto, pode ser responsável, por uma parcela significativa dos resultados adotados no projeto de segurança contra incêndios para saídas de emergência aplicada ao desempenho, pois além dos fatores apresentados, contribuem para a determinação do tempo necessário ao escape dos ocupantes. Sob o enfoque da engenharia de incêndios, que é à base de aplicação do PBD, este tempo costuma ser composto pelo somatório de várias parcelas, sendo que o movimento dos ocupantes até as saídas e o tempo que a população gasta até a passagem das saídas tem importância significativa, conforme representado na equação abaixo (CLARET; ESTRUSCO, 2002):

$$Dt_{esc} = Dt_{det} + Dt_a + Dt_{pre} + Dt_e$$

Onde,

$Dt_{esc}$  = tempo total do escape

$Dt_{det}$  = tempo do início da ignição a detecção

$Dt_a$  = tempo para acionamento do alarme

$Dt_{pre}$  = tempo do primeiro movimento em direção a saída

**(depende do comportamento humano)**

$Dt_e$  = tempo que a população gasta até a passagem através da saída

**(depende do comportamento humano)**

Porém, para a aplicação da equação citada anteriormente, no que tange o comportamento humano, é necessário que se determine um perfil de escape da população através da discussão de algumas características, são elas (CLARET; ESTRUSCO, 2002):

- Capacidade da ocupação: Determinação da quantidade de pessoas por metro quadrado de acordo com a característica da edificação e de características culturais da população. Este valor geralmente tabelado pode, em alguns casos, não representar a situação real da edificação, pois não levam em conta picos de uso em determinados dias da semana como em centros comerciais, onde a população se concentra em sua maioria nas sextas e nos sábados entre 19 e 22horas, pulando de 0,33pessoas/m<sup>2</sup> adotado pela NBR9077:1993 para 1,22pessoas/m<sup>2</sup> (ALVES, 2001).
- Características dos ocupantes: A característica dos ocupantes pode ser em parte associada ao tipo de ocupação da edificação, pois se pode ter uma previsão de qual tipo de população irá

usufruir do espaço. Esta característica contribui para o cálculo do tempo de pré-movimento da população ( $Dt_{pre}$ ), que serve para a determinação do tempo total de escape em uma edificação. O documento BSI DD240:1994 – British Standards Institution, levando em consideração estas características, determinou o  $Dt_{pre}$  em segundos, levando em conta três situações: evacuação orientada pelo sinal de alarme, evacuação não orientada, e evacuação orientada por sistema de som interno com auto-falantes (Tabela 13).

Ocupação	Tempo de pré-ocupação		
	Ruído do alarme	Evacuação não orientada	Evacuação orientada
Hospitais	480	300	180
Residencial	360	240	120
Hotéis	300	180	120
Locais de assembleias	300	180	120
Estádio	300	180	120
Centros comerciais	300	180	120
Lojas	300	180	120
Estações de metrô	240	180	60
Escritórios	240	180	60

Tabela 13: Valores do tempo de pré-movimento

Fonte: CLARET; ESTRUSCO, 2002.

- Características do movimento: Outro ponto a ser analisado no comportamento da população é com relação ao escoamento da mesma através dos corredores e escadas. Esta ação produz nos ambientes uma camada-limite, que deve ser subtraída da largura livre da escada para se obter a largura efetiva da mesma.

### Modelos matemáticos

Para todos os parâmetros apresentados anteriormente, além do conhecimento da engenharia de incêndio, através de estudos e ensaios laboratoriais o uso de softwares de engenharia desenvolvidos através de modelos matemáticos específicos, complementam a análise dos resultados contribuindo, assim, para a adoção de soluções possíveis no estudo das saídas de emergência em edificações. Os programas desenvolvidos (Tabela 14) para este estudo possuem características específicas, porém trabalham com a filosofia de simulação através da inserção de informações correspondentes às características da edificação, seja por elementos geométricos ou pela leitura de plantas elaboradas através de programas CAD.

Software	Parâmetro analisado	Descrição
SIMULEX	Comportamento Humano	Simulação de evacuação de edifícios de grande proporção e geometria complexa através de plantas produzidas em CAD
EXIT 89	Comportamento Humano	Representação de grande número de ocupantes em edifícios altos através de elementos (arcos e nós) que representam a edificação
CFAST 3.1	Desenvolvimento do Incêndio	Determina as temperaturas atingidas, porcentagem de gases tóxicos liberados e altura da camada de fumaça em função do tempo
CCFM	Desenvolvimento do Incêndio	Simulação de incêndio em ambientes compartimentados. O programa fornece a altura da camada quente, temperatura inferior e superior da camada e concentração de oxigênio.
FDS	Desenvolvimento do Incêndio	Simulação do incêndio em edificações com múltiplos compartimentos. O programa fornece a altura da camada quente, temperatura da camada, evolução das chamas, formação e movimentação da fumaça e a taxa de oxigênio do ambiente.
FIRST	Desenvolvimento do Incêndio	Simula o incêndio em compartimentos simples. Possui várias opções para simular a combustão de combustíveis com características bem diferentes, como madeira, óleo e plásticos.
ASCOS	Movimento de fumaça	Análise dos sistemas de controle de fumaça de edificações em situação de incêndio. O programa fornece a pressão e o fluxo de ar e de fumaça na edificação.
ASMET	Movimento de fumaça	Análise dos sistemas de gerenciamento e controle de fumaça para grandes espaços, tais como, átrios, malls de shopping, arenas esportivas, salões de exposições, etc.
BRIT 2	Movimento de fumaça	Programa de simulação do movimento de fumaça, produzido tanto por meios naturais como por meios mecânicos (pressurização e exaustão).

Tabela 14: Softwares de simulação

Fonte: CLARET; ESTRUSCO, 2002; ONO; VITTORINO, 1998; SCHERR; BARANOSKI, 2007

### 3.3.2 Avaliação sobre a aplicação do PBD na realidade catarinense

Como verificado anteriormente, o desenvolvimento de projetos para saídas de emergência baseado no desempenho das edificações (PBD), demanda de um conhecimento elevado dos profissionais, para a aplicação dos conceitos da engenharia de incêndio. No

entanto, diferente de outros países, a engenharia de incêndio no Brasil, não é considerada como ciência aplicada e aceita no dia-a-dia das pessoas (SILVA, 2001).

Analisando as grades curriculares de alguns cursos de engenharia e arquitetura no Brasil, nota-se que o tema de segurança contra incêndios não é aplicado como disciplina obrigatória. Esta característica faz com que profissionais da área tomem conhecimento específico de sua aplicação somente após a formação, onde a necessidade de liberação de certos empreendimentos exige que um sistema básico de prevenção contra incêndios seja aprovado junto aos órgãos competentes. Este fator reforça ainda mais o panorama da segurança contra incêndios, que não se apresenta incorporada à cultura técnica e aos valores sociais e culturais brasileiros (CAMPOS, 2004).

Soma-se a isto, a questão da elaboração dos projetos baseados em normas prescritivas, que não levam em consideração o desempenho das edificações e apresentam soluções restritivas. Estes requisitos de prescritividade estão muito presentes em normas e regulamentações e, principalmente, nos códigos de obras e edificações, que estabelecem valores e critérios freqüentemente definidos empiricamente, baseados em experiências anteriores (GILL et al, 2006).

Em Santa Catarina, o setor de prevenção contra incêndio aplicado às saídas de emergência, se desenvolve de forma semelhante ao resto do Brasil, tanto no sentido da formação profissional (Tabela 15), quanto na formatação das normas vigentes, que interferem na tomada de decisões, conduzindo a soluções padronizadas e pouco flexíveis (MATTEDI, 2005). Estas soluções, que aqui são definidas pela NSCISC:1994 e suas resoluções e pela NBR 9077:1993, de acordo com as análises efetuadas neste estudo apresentam um alto grau de prescritividade, sendo que a NSCISC:1994, aplicada exclusivamente em Santa Catarina, possui, ainda, um nível de restrição superior à norma brasileira.

Outro ponto significativo é a necessidade que o projeto baseado no desempenho das edificações para saídas de emergência, possui em utilizar simuladores de incêndios. Além de não existirem versões brasileiras disponíveis, o emprego destes programas exige dos usuários um conhecimento prévio do comportamento do fogo e das características físico-químicas dos materiais aplicados na construção das edificações. A dificuldade de obtenção de alguns parâmetros de entrada requeridos para a simulação dos incêndios também se configura como uma barreira para a utilização destes softwares. Além disto, a maioria dos estudos realizados para sua utilização são encontrados somente no meio acadêmico (SCHEER; BARANOSKI, 2007).

CURSO	INSTITUIÇÃO	DISCIPLINA	FASE
Arquitetura	UFSC	Instalações Prediais	05
Eng. Civil	UFSC	Instalações I	08
Eng. Produção Civil	UFSC	Instalações II	07
Arquitetura	UNISUL	Não possui	-
Eng. Civil	UNISUL	Instalações Combate Incêndio	07
Eng. Civil	UDESC	Instalações Prediais	09
Eng. Civil	UNIVALI	Instalações Especiais	08
Arquitetura	FURB	Projeto Arquitetônico V	07
Eng. Civil	FURB	Instalações Combate a Incêndio (Optativa)	10

Tabela 15: Oferta da disciplina de segurança contra incêndios nas Universidades de Santa Catarina

Fonte: Sites das Universidades

Contudo, a implantação do PBD na realidade catarinense, necessitará uma revisão, tanto por parte dos profissionais que terão que rever os conceitos na forma de projetar, quanto por parte do Corpo de Bombeiros, que deverá desenvolver ações de formação e reciclagem dos responsáveis pela aprovação dos projetos, bem como investir na aquisição de programas específicos para análise dos resultados. Na verdade este cenário faz supor que haja um período em que as normas prescritivas e as baseadas em desempenho sejam aplicadas simultaneamente, até que todos os envolvidos estejam familiarizados com esta forma de projetar (MATTEDI, 2005).

## **4 O PROCESSO DE PROJETO E A APLICAÇÃO DO PBD**

Estudar o desenvolvimento de um projeto aplicado ao PBD, permite que se obtenham conclusões sobre o nível de conhecimento exigido aos profissionais envolvidos. Mais que isto, possibilita verificar que além de noções sobre a engenharia de incêndios a utilização de um processo de projeto adequado influencia no bom desempenho do PBD. Portanto serão abordadas a seguir as características do processo de projeto utilizados no PBD, e sua influência na relação entre os profissionais envolvidos com o desenvolvimento dos projetos de uma edificação, mostrando a relação entre o projeto arquitetônico e as saídas de emergência, obtendo finalmente, através de um exemplo real, as conclusões referentes à aplicação deste sistema no cenário da segurança contra incêndio do estado de Santa Catarina.

### **4.1 O Processo de projeto e a relação com o PBD**

O projeto de uma edificação não trata apenas os aspectos de custos, materiais, processos e técnicas construtivas, mas especialmente de idéias, concepções, simbolismos, sensibilidade e criação, enfim o caráter artístico da obra (THOMAZ, 2001).

Desta forma, percebe-se que o projeto de segurança contra incêndios para saídas de emergência, se relaciona diretamente com a concepção do projeto de edificação, pois a escada, elemento utilizado para a execução deste sistema, interfere no conceito e deve ser definida na fase inicial do processo. Alterações futuras ou de pós-ocupação não podem ser aplicadas por se tratar de um elemento estrutural da obra.

Além da estética arquitetônica, outros fatores estão envolvidos no estudo de um empreendimento, como adequação às exigências do Corpo de Bombeiros e das concessionárias de água, esgoto, eletricidade, questões ambientais, dentre outros quesitos. Para que a execução destes sistemas seja satisfatória, devem-se desenvolver projetos e memoriais para cada etapa executiva previamente discutida, a fim de evitar a improvisação de procedimentos no canteiro de obras (ALENCASTRO, 2006).

Neste sentido, a aplicação de um processo de projeto adequado, diminui a probabilidade de mudanças ao longo da obra ou após sua conclusão, pois as decisões de projeto são tomadas durante o planejamento inicial do empreendimento.

Voltado ao PBD, em que se aplica a engenharia de incêndio e o estudo de desempenho da edificação, o processo de projeto adquire importância significativa. Neste caso, a segurança contra incêndio torna-se, parte integrante de todo o processo cabendo, ao



engenheiro o estudo sobre os cenários de incêndio, o conhecimento qualitativo do arquiteto sobre os princípios de segurança contra incêndio inter-relacionado com a edificação, considerando as exigências funcionais, estéticas e econômicas do cliente (CIB269, 2001).

Baseado nisto, o dimensionamento das saídas de emergência aplicado ao PBD, deve levar em consideração as características arquitetônicas que influenciam o desenvolvimento do incêndio, que devem ser trabalhadas em conjunto com o arquiteto para a construção do anteprojeto.

De acordo com a *Society of Fire Protection Engineers* – SFPE, alguns destes fatores, são:

- Materiais de ignição utilizados;
- Localização do início do incêndio;
- Efeitos da geometria do ambiente (pé-direito, aberturas);
- Efeitos da situação inicial de portas e janelas;
- Efeitos da ventilação natural ou mecânica;
- Tipo de construção e materiais de acabamento.

Além disto, a reação ao fogo dos materiais, notadamente os de revestimento de pisos, paredes e tetos, todos de decisão do arquiteto, tem grande influência sobre o tempo disponível para a evacuação dos compartimentos envolvidos em incêndios (CLARET; ESTRUSCO, 2002).

A realidade do processo de projeto no Brasil, que também se desenvolve em Santa Catarina, acontece de forma isolada para cada etapa do processo, sem interação entre os profissionais envolvidos. Em primeiro lugar, o escritório de arquitetura elabora um estudo de massa, que consiste na definição de um esboço da planta do pavimento tipo e da fachada do edifício, que se aprovado pelo cliente, parte para a elaboração das plantas que são determinantes para a compreensão do produto, tais como: plantas do pavimento-tipo; térreo; garagem e cobertura, entre outras. Na etapa seguinte, é definido o anteprojeto, com a participação do construtor, arquiteto e engenheiro de estruturas, limitando a participação dos demais projetistas através de consultas informais. Definido o anteprojeto, é feita a aprovação legal junto à prefeitura para liberação da venda do empreendimento. A última etapa define-se pela execução do projeto pré-executivo; projeto executivo e detalhamento, onde serão contratados os profissionais de cada área respectiva para elaboração dos projetos complementares (Figura 16) (BAIA; MELHADO, 1998).

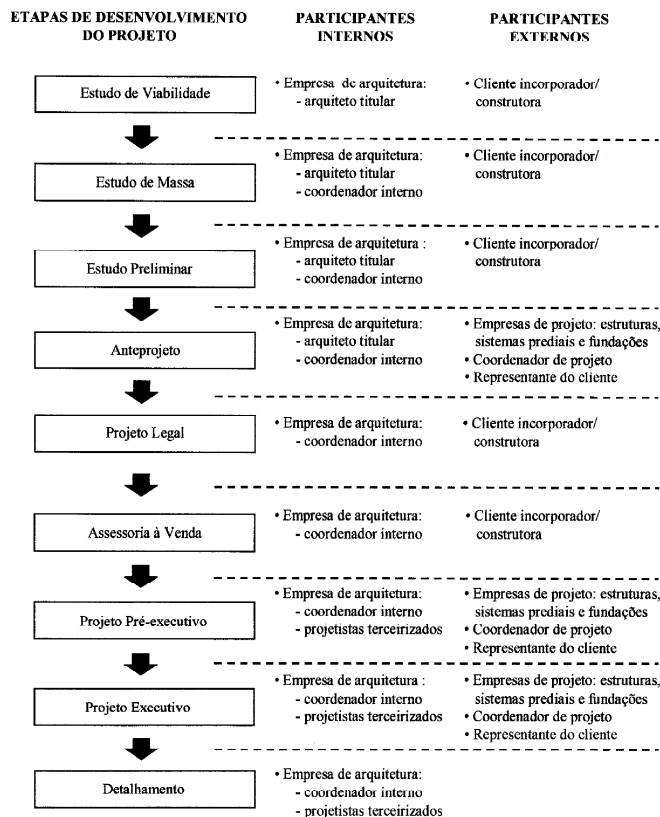


Figura 16: Etapa de desenvolvimento de projeto em empresas de arquitetura

Fonte: BAIA; MELHADO, 1998

Com isto, percebe-se que a aplicação do PBD, para a concepção do projeto de prevenção contra incêndios voltado para saídas de emergência, que depende basicamente das decisões do estudo arquitetônico, não ocorre de forma funcional, pois cada profissional trabalha de forma isolada e independente. A prevenção contra incêndio é pensada somente na fase final do processo, gerando soluções simplificadas de segurança, comprometendo a vida dos usuários.

Para o desenvolvimento do PBD, de forma satisfatória, o projeto para saídas de emergência deve ser analisado na fase inicial de elaboração do projeto de edificações, trabalhando, assim, simultaneamente com as demais áreas envolvidas, gerando soluções voltadas para a realidade de cada empreendimento, contribuindo para a segurança da edificação e de seus ocupantes. Este modelo simultâneo torna-se mais adequado à realidade do PBD, pois permite trabalhar as soluções nas fases iniciais de idealização do edifício ao longo do seu processo, aumentando a proximidade e interatividade entre os profissionais das diversas especialidades de projeto (MATTEDI, 2005).

Este modelo é adaptado da engenharia simultânea, que tem como característica a ênfase no momento da concepção do produto e valorização do projeto; realização em paralelo de várias atividades de desenvolvimento de produto (desenvolvimento conjunto de projetos do produto e da produção); formação de equipes de projeto multidisciplinares e coordenadas; utilização da informática e das novas tecnologias de telecomunicação no desenvolvimento do projeto e orientação para a satisfação dos clientes e usuários para o ciclo de vida de produtos e serviços (FABRICIO; MELHADO, 2002).

Neste contexto o processo de projeto simultâneo voltado para a elaboração de edifícios, pode ser definido através do desenvolvimento integrado das diferentes dimensões do empreendimento. Está envolvida neste processo a formulação conjunta da operação imobiliária, do programa de necessidades, da concepção arquitetônica e tecnológica do edifício e do projeto para produção, realizado através da colaboração entre o agente promotor, construtora e os projetistas (FABRICIO, 2002).

Após a coleta das informações básicas, é feito o levantamento das necessidades para a concepção do projeto arquitetônico considerando as informações de outras especialidades de projeto, ao mesmo tempo em que se analisam possíveis alternativas tecnológicas e construtivas. Em seguida o projeto é desenvolvido amarrando as soluções de diferentes especialidades, particularizando as soluções na etapa de detalhamento (MATTEDI, 2005).

Dado o caráter inovador de uso do PBD no Brasil, não foram desenvolvidas soluções específicas de aplicação do processo de projeto simultâneo para empreendimentos já executados, porém uma adequação deste processo aplicado ao PBD, apresentado pela engenheira Domenica Loss Mattedi (Figura 17), foi estudada baseado na proposta de seqüência do projeto simultâneo desenvolvido pelos engenheiros Márcio Minto Fabrício e Silvio Burrattino Melhado. Nota-se nesta adaptação, que a segurança contra incêndios baseado no desempenho (PBD), é viabilizada já na fase de planejamento do projeto arquitetônico. A formatação do projeto acontece na etapa de desenvolvimento do anteprojeto dos demais sistemas, e o detalhamento do projeto acontece na etapa em que os projetos executivos são elaborados.

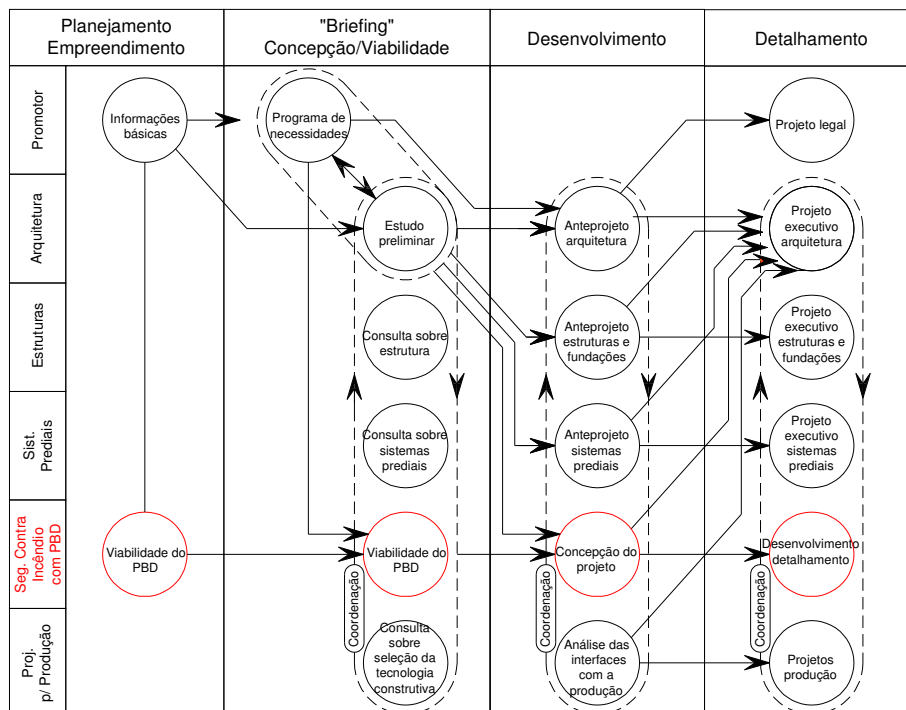


Figura 17: Inclusão do PBD no processo de projeto simultâneo

Fonte: MATTEDI, 2005

Nota-se que a aplicação deste processo de projeto para o dimensionamento das saídas de emergência voltado ao PBD, requer que o estudo arquitetônico, já sofra interferências do projeto de prevenção contra incêndios. É necessário que o arquiteto possua condições para a obtenção dos fatores arquitetônicos que influenciam no desenvolvimento do incêndio e nas rotas de fuga de uma edificação, seja pelo conhecimento da engenharia de incêndio, ou pelo desenvolvimento simultâneo do anteprojeto arquitetônico e do projeto de prevenção contra incêndios. Esta particularidade amplia a qualidade do projeto e, por conseguinte do produto, aumenta a construtibilidade do projeto, subsidia de forma mais robusta a introdução de novas tecnologias e métodos no processo de produção de edifícios (conceito básico do projeto baseado no desempenho - PBD) e reduz os prazos globais de execução através de projetos de execução mais rápida (FABRICIO; MELHADO, 2002).

Estas características aumentam a relação custo/benefício do empreendimento, pois se num primeiro momento o investimento em planejamento e novas tecnologias é maior, tem-se como consequência a redução nos prazos de execução da obra e a criação de soluções específicas para cada empreendimento.

Referindo-se à importância do conceito arquitetônico elaborado em paralelo com a

segurança contra incêndio Fernandez (1984), coloca que “em qualquer caso, a partir do ponto de vista que nos interessa não cabe a menor dúvida que a apropriada prevenção reside no adequado projeto da edificação e seu entorno”.

## **4.2 Estudo comparativo do PBD e das normas prescritivas**

Até o presente momento foram apresentados os conceitos referentes ao PBD e às noções relacionadas à engenharia de incêndio que devem ser desenvolvidas pelos profissionais engenheiros e arquitetos, na confecção dos projetos da edificação e complementares. Para melhor demonstrar esta teoria, segue-se a apresentação de um exemplo possibilitando, assim, a verificação dos resultados obtidos pelo método do desempenho, comparando com as soluções referentes às normas prescritivas, obtendo assim, dados para análise da interferência de ambos os sistemas na formatação de edificações de uso variado no estado de Santa Catarina.

### **4.2.1 Dados da edificação**

Em função de não haver estudos anteriores sobre o PBD em edificações no estado de Santa Catarina e de ainda não existirem ferramentas disponíveis para a conclusão dos resultados, foi selecionado um estudo de caso apresentado por Castanheira (2001), no edifício da Vitória-Seguros localizado na Avenida da Liberdade, na cidade de Lisboa, Portugal. Um dos fatores que determinaram à escolha deste prédio foi a sua formatação e elementos construtivos, que são semelhantes aos aplicados no Brasil. Outro ponto decisivo, foi a semelhança com que a norma portuguesa, prescreve o dimensionamento das saídas de emergência.

O prédio possui 13 pavimentos, sendo 04 pavimentos de subsolo destinado a garagens, e 09 pavimentos superiores. O térreo constitui-se de um saguão principal, e quatro lojas com saídas diretas para a rua. A porta de saída principal é giratória e não serve como saída de emergência, sendo usado para este fim, duas portas laterais à principal. Existe ainda um mezanino neste pavimento. Do primeiro ao sétimo pavimento tipo, o prédio é constituído exclusivamente por escritórios. O oitavo pavimento serve de depósito para instalações e equipamentos, não havendo permanência prolongada de pessoas, sendo o acesso restrito somente a funcionários autorizados. O primeiro pavimento subsolo, possui 20 vagas de estacionamento e demais salas com compartimentos variados, como transformador, gerador,

lixreira e etc.. O segundo, terceiro e quarto subsolo são idênticos e comportam 37 vagas de estacionamento.



Figura 18: Fachada do prédio da Victória Seguros – Lisboa/Portugal

Fonte: Disponível em <http://www.victoria-seguros.pt> . Acesso em 20 de abril de 2008

Para a circulação vertical dos ocupantes, existem duas escadas de emergência e uma escada comum, entre o térreo e o sétimo pavimento. O oitavo pavimento possui somente uma escada de emergência. Do quarto ao segundo subsolo, existem duas escadas de emergência em cada pavimento e três escadas de emergência no primeiro subsolo.

#### 4.2.2 Aplicação do PBD

A proposta da análise feita no edifício teve como objetivo verificar se as saídas projetadas pelas normas prescritivas de Portugal, eram suficientes para garantir a segurança dos ocupantes em caso de incêndio. O objetivo principal foi determinar, através da modelagem de incêndios e escape, se haveria tempo suficiente para os ocupantes chegarem às saídas de emergência, através da análise dos seguintes elementos:

- Temperaturas atingidas pelo incêndio;
- Altura da camada de fumaça;
- Composição da fumaça em relação aos gases tóxicos;

- Tempo de evacuação.

Para a formatação das modelagens, foram comparados os resultados obtidos por dois simuladores conhecidos como SIMULEX e FAST 3.1.6.. O SIMULEX, projetado pela *Integrated Enviromental Solutions Ltda*, do Reino Unido, desenvolveu a evacuação das pessoas pelo edifício. Este programa que utiliza plantas CAD para sua execução, permite a utilização de perfis diferenciados dos habitantes e associar cada tipo com uma determinada proporção do corpo e com a respectiva velocidade de caminhada horizontal (KULIGOWSKI; MILKE apud MATTEDI, 2005). O FAST 3.1.6 permitiu determinar no edifício as temperaturas do incêndio nos vários pavimentos, a altura da camada de fumaça e a porcentagem de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e CO. As seguir serão observados os resultados de cada simulador individualmente.

#### 4.2.2.1 Emprego do SIMULEX

Através da definição das escadas nos pavimentos, foram determinadas as ligações entre elas e o pavimento. Ao todo foram 72 ligações e 9 saídas para o exterior, sendo que uma delas, representada pela porta giratória foi desconsiderada, por não ser tratada como saída de emergência. O segundo passo foi determinar os mapas de distâncias, que definem quais escadas e saídas estarão disponíveis para a evacuação em caso de incêndios. Vários mapas podem ser criados, quanto mais mapas forem desenvolvidos, mais informações serão obtidas para análise dos resultados, porém por motivos de simplificação o autor desenvolveu dois mapas distintos. São eles:

Mapa 1: este mapa determina que todas as saídas para o exterior e as três escadas (comum, emergência 01 e emergência 02) são consideradas livres para evacuação (Figura 19).

Mapa 2: o mapa 2 leva em conta que a escada de emergência 01 está obstruída (Figura 20).

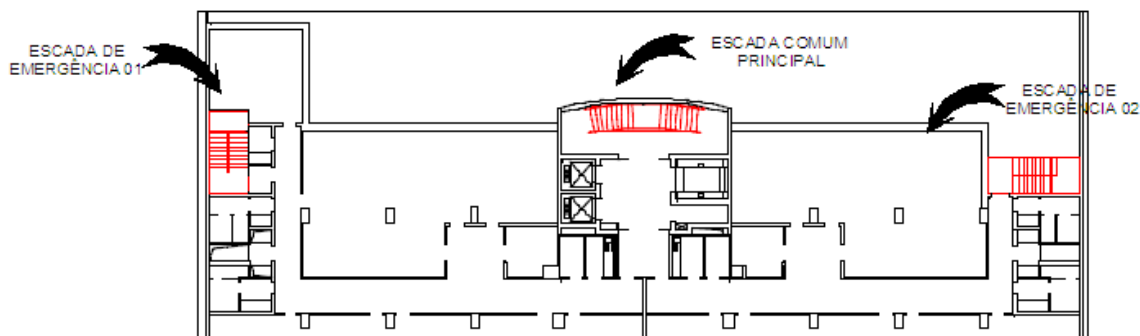


Figura 19: Planta pavimento tipo - mapa 01

Fonte: Adaptado de CASTANHEIRA, 2001

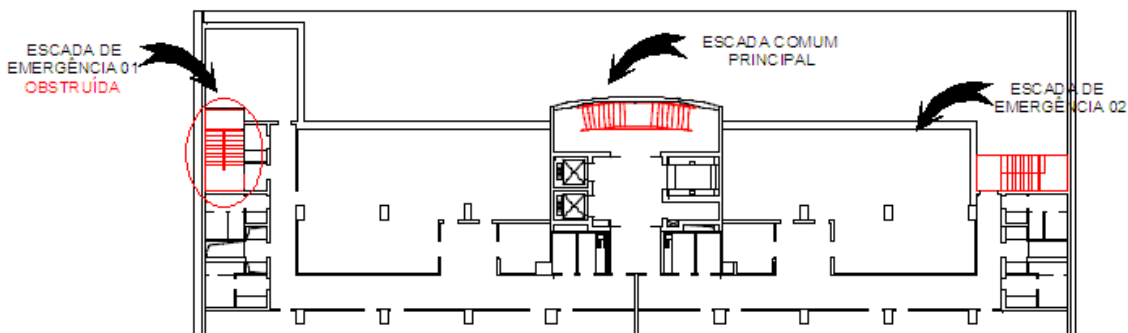


Figura 20: Planta pavimento tipo - mapa 02

Fonte: Adaptado de CASTANHEIRA, 2001

A segunda etapa para alimentação do programa, foi a determinação do número de habitantes que ocupariam cada um dos andares da edificação. De forma análoga a NSCISC:1994, a norma portuguesa determina a definição de 0,1 habitante por metro quadrado nas áreas de escritório. Nos pavimentos de garagem foi considerado 0,01 habitante por metro quadrado. Como o oitavo pavimento será de uso exclusivo de funcionário foi considerado somente 03 habitantes (Tabela 16). Com os dados inseridos no programa, foi possível determinar as seguintes informações para cada mapa de distância: tempo de evacuação, quantidade de habitantes por escada e tempo de evacuação por pavimento (Tabela 17 e 18). Vale ressaltar que o autor apresentou os resultados somente para os pavimentos que possuíam as três escadas (comum, emergência 01 e emergência 02), para que se pudesse obter valores mais significativos na análise dos dimensionamentos das escadas para os dois mapas.

	Número de Habitantes
Subsolo 04	12
Subsolo 03	12
Subsolo 02	12
Subsolo 01	12
Térreo	25
Mezanino	14
Tipo 1	50
Tipo 2	50
Tipo 3	50
Tipo 4	50
Tipo 5	50
Tipo 6	50
Tipo 7	50
Pavimento 8	3

Tabela 16: Número de habitantes por piso

Fonte: Adaptado de CASTANHEIRA, 2001



Pavimentos	Tempo de evacuação em cada pavimento (s)	
	Mapa 1	Mapa 2
Tipo 7	79,1	199,9
Tipo 6	150,0	246,4
Tipo 5	202,0	268,1
Tipo 4	230,0	288,0
Tipo 3	253,4	299,6
Tipo 2	278,9	310,9
Tipo 1	303,9	321,8
Térreo + Mezanino	349,00	376,2
Tempo total de evacuação para toda a população	5m49s	6m16,2s

Tabela 17: Tempo de evacuação dos habitantes

Fonte: Adaptado de CASTANHEIRA, 2001

Escada	Mapa 1	Mapa 2
Escada nº1	157	0 (considerada obstruída)
Escada comum	83	183
Escada nº2	124	181
<b>Total de habitantes do térreo ao tipo 7 que passam pelas escadas</b>	364	

Tabela 18: Distribuição dos habitantes pelas escadas (térreo ao tipo 7)

Fonte: Adaptado de CASTANHEIRA, 2001

### Análise dos resultados do SIMULEX

Algumas considerações podem ser observadas, através dos resultados obtidos com a aplicação deste programa. Em primeiro lugar percebe-se que o tempo de evacuação total obtido pelo mapa 01 foi menor em função das escadas estarem liberadas. Porém, a diferença foi de apenas 27,2 segundos o que parece ser muito pequena. Isto ocorre, pois no mapa 2, apesar da escada de emergência 01 estar obstruída, na fuga, os habitantes passam a utilizar a escada comum como fuga. Analisando a Tabela 18, percebe-se, que dos 364 habitantes, somente 22% utilizam a escada principal. Porém quando se obstrui a escada 01, a tendência dos habitantes, é a de se deslocarem para a escada comum, ficando praticamente em 50% o

número de pessoas que irão utilizar as duas escadas.

Analisando pela ótica do tempo de evacuação, percebe-se que duas escadas são suficientes para permitir a fuga dos ocupantes. Porém há que se fazer uma análise sobre o comportamento do fogo e da fumaça, observando em quanto tempo estes elementos transformam os ambientes em inabitáveis.

#### 4.2.2.2 Emprego do FAST 3.1.6

Para a aplicação deste programa foi necessária a determinação do piso analisado e os compartimentos que seriam trabalhados (Figura 21). Como este programa não permite a leitura de plantas em CAD, as dimensões de cada compartimento foram transcritas. Como pode ser visto na Tabela 19, os dados informados foram largura, profundidade, altura e elevação. Para a escada, a elevação não foi informada, pois se trata de um elemento que serve do pavimento térreo ao sétimo. Durante o ensaio, foi considerado que todas as portas dos compartimentos estavam abertas, uma vez que a maioria das pessoas não a fecha em caso de emergência.

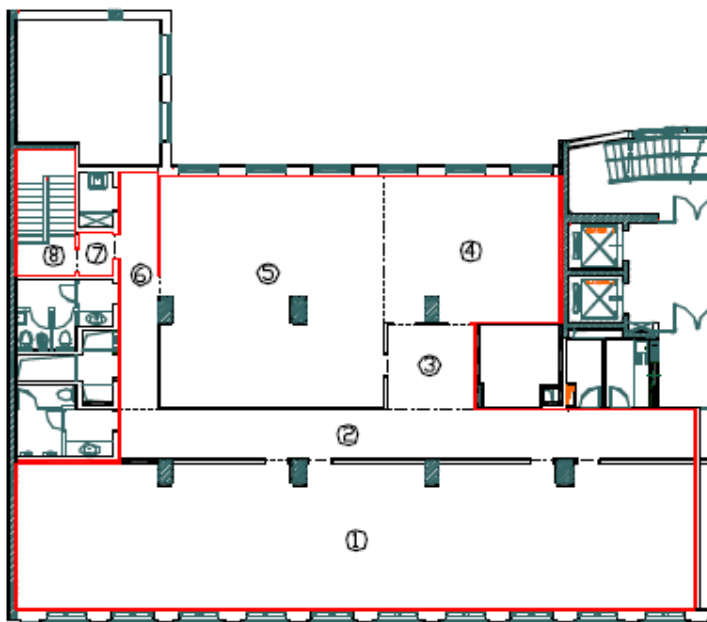


Figura 21: Planta pavimento tipo - compartimentos de estudo

Fonte: Adaptado de CASTANHEIRA, 2001

Compartimentos	Largura(m)	Profundidade(m)	Altura(m)	Elevação em relação ao piso térreo(m)
1	25,50	5,50	3,00	9,90
2	21,70	1,90	3,00	9,90
3	3,30	3,20	3,00	9,90
4	6,60	5,50	3,00	9,90
5	8,40	8,60	3,00	9,90
6	1,50	8,90	3,00	9,90
7	1,30	1,60	3,00	9,90
8	2,25	4,70	31,10	0,00

Tabela 19: Dimensões dos compartimentos

Fonte: Adaptado de CASTANHEIRA, 2001

Para informar ao programa o comportamento do fogo inicial, deve-se escolher uma curva de incêndio que melhor represente a situação. A escolhida foi a Y0/21, obtida para elementos típicos de escritório: uma divisória, uma secretária, uma prateleira com 32kg de papel, um módulo de gavetas com 6kg de papel cada e uma estante com cinco prateleiras.

Foram fornecidas pelo programa as seguintes informações: temperatura da camada superior do incêndio (Figura 22), altura da camada de fumaça e porcentagem de CO, CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> na camada superior.

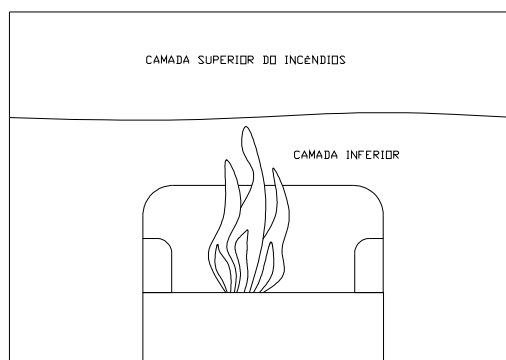


Figura 22: Localização da camada superior do incêndio em um compartimento

Fonte: Adaptado de CASTANHEIRA, 2001

- **Temperatura da camada superior:** no tempo em que a maior temperatura registrada no valor de 80,0°C foi no compartimento considerado como início do incêndio, ou seja, o compartimento cinco. Os demais compartimentos obtiveram as temperaturas variando entre 20°C e 70°C (Tabela 20).

Compartimentos	Temperatura (°C) no tempo de 564,6s
1	22,4
2	39,4
3	50,3
4	68,2
5	80,0
6	43,0
7	38,7
8	22,4

Tabela 20: Variação de temperatura

Fonte: Adaptado de CASTANHEIRA, 2001

- Altura da camada de fumaça:** a altura da camada de fumaça, leva em consideração que a situação crítica é quando a fumaça fica a uma altura de 1,50m do piso do compartimento. Como o programa leva em consideração a altura do pavimento de análise até o pavimento térreo, a altura limite da camada de fumaça a ser considerada, para que as pessoas evacuem o compartimento com segurança é de 11,40m, ou seja, 9,90m que é a elevação do compartimento em relação ao piso, somado a 1,50m, que é altura limite no compartimento (Figura 23).

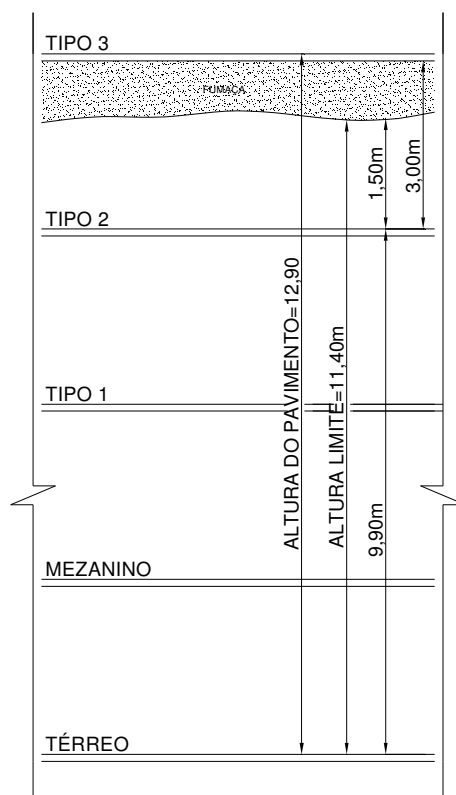


Figura 23: Comprimentos adotados pelo FAST 3.1.6 no gráfico de fumaça

Como resultado o programa fornece um gráfico (figura 24) para a determinação do tempo em que a fumaça atinge a altura limite em cada compartimento, que relaciona as alturas da camada de fumaça em relação ao piso do pavimento térreo e o tempo de desenvolvimento da fumaça.

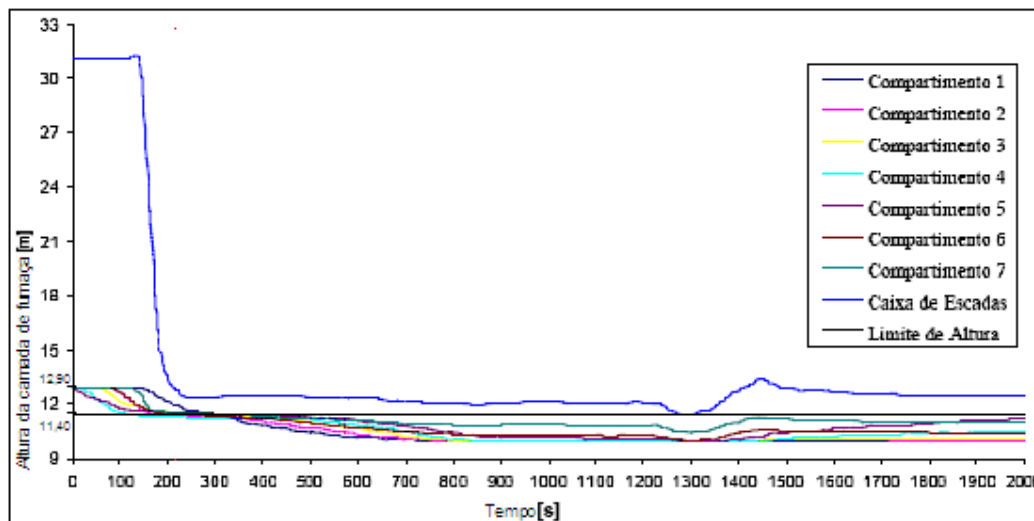


Figura 24: Gráfico altura da camada de fumaça

Fonte: Adaptado de CASTANHEIRA, 2001

Foi determinado pelo gráfico que a camada de fumaça atinge rapidamente o seu limite em quase todos os compartimentos, exceto o 08, que representa a escada e sofreu uma análise diferente. O compartimento 02 teve sua altura de fumaça limite em 170 segundos, e o pavimento 6 em 220 segundos. A escada que atende vários pavimentos, aos 215 segundos, já atingiu todos os pavimentos superiores. Este fato revela que a fumaça não chega rapidamente ao seu limite na escada do segundo pavimento, porém obstrui a evacuação dos habitantes nos pavimentos superiores, pois nos primeiros instantes ela já atinge 31 metros, se este for o caso as pessoas deverão se deslocar para outras caixas de escada, se existirem.

- **Porcentagem de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, e CO:** as informações fornecidas pelo programa, mostram o desenvolvimento destes elementos ao longo do tempo. O primeiro elemento analisado é o O<sub>2</sub>, que não deve ser inferior a 15%. Para o CO<sub>2</sub>, o risco de morte ocorre quando há uma exposição maior que 15% por mais de 5 minutos. A exposição por mais de 30 minutos a uma quantidade de 0,3% de CO, põe em risco a vida humana. Na Tabela 21 estão apresentados os valores limites obtidos, para cada compartimento.

Compartimentos	O <sub>2</sub> (ideal >15%)		CO <sub>2</sub> (ideal <15%)		CO (ideal <0,3%)	
	%	Tempo (s)	%	Tempo (s)	%	Tempo (s)
1	>18	1820	<2	1900	<0,10	1900
2	>17	1420	<3	1420	<0,15	1420
3	>17	1420	<3	1400	<0,15	1400
4	<15	1410	<5	1400	<0,20	1400
5	<15	1400	<5	1400	<0,25	1400
6	>17	1410	<3	1410	<0,15	1410
7	>17	1410	<3	1410	<0,10	1410
8	>20	1390	<1	1400	<0,05	1400

Tabela 21: Valores limites

Fonte: Adaptado de CASTANHEIRA, 20

#### 4.2.2.3 Deduções sobre os dados obtidos pelo SIMULEX e o FAST 3.1.6

Para verificar se as saídas de emergência adotadas na edificação foram satisfatórias, o autor desenvolveu uma relação entre os dados obtidos pelos dois programas. Para comparação foi adotado o tempo obtido pelo SIMULEX para evacuação total do prédio no mapa 01, onde a escada de emergência 01 estava disponível, que foi de 349 segundos. Foi determinado, também, que o tempo de acionamento do alarme de incêndio após o início do sinistro era de 215,6 segundos. Considerando que os habitantes irão começar a sair do prédio somente após o acionamento do alarme, o tempo total para saída do prédio será a soma dos dois tempos anteriores, ou seja, 564,6 segundos. Com estes dados chegou-se às seguintes suposições:

No tempo total em que as pessoas irão sair do prédio (564,6s-9,41m) (Tabela 17), as temperaturas obtidas nos corredores de acesso a escada, compartimentos 02, 06, 07 e na escada, compartimento 08 foram respectivamente, 39,4°C, 43,0°C e 38,7°C (Tabela 19). Tem-se que a temperatura prejudicial para o ser humano é de 65°C com exposição acima de 1 hora (EGAN, 1978). Portanto, como a maior temperatura obtida nestes compartimentos foi de 43,0°C, e o tempo total de evacuação é de 9,41 minutos, pode-se dizer que em termos de temperatura da camada superior, as escadas atendem satisfatoriamente as condições de segurança.

Com relação à fumaça, quase todos os compartimentos apresentaram camada crítica próximos ao acionamento do alarme de incêndios (Figura 25), sendo assim, quando as pessoas começarem a evacuar os ambientes, a situação já estará complicada. Na escada do segundo

pavimento, a fumaça não atingiu a altura crítica, mesmo após a evacuação total do prédio, porém, a fumaça preencheu completamente os pavimentos superiores, o que faz supor que as pessoas terão grande dificuldade de se locomover destes pavimentos ao pavimento térreo.

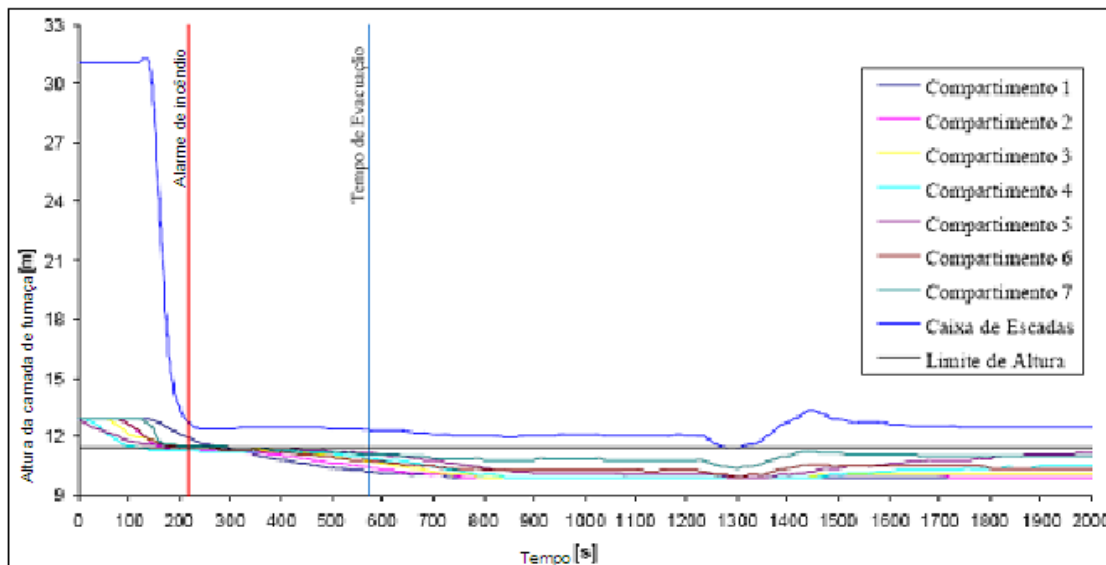


Figura 25: Gráfico da camada de fumaça, alarme de incêndio e tempo de evacuação

Fonte: Adaptado de CASTANHEIRA, 2001

- Como visto anteriormente o acionamento do alarme de incêndio ocorre aos 215,6s, e a evacuação total do prédio aos 564,6s. Com relação à porcentagem de  $O_2$ , somente após 1400s, é que ocorrem valores abaixo de 15%, o que determina que não haja problemas neste sentido (Tabela 20). Para as porcentagens de  $O_2$  e  $CO$ , não ocorreram valores críticos em nenhum momento ao longo do incêndio.

### Considerações

Através destas suposições, pode-se concluir que as escadas de emergência do edifício são satisfatórias para a evacuação segura da edificação, porém, existe a necessidade de execução de sistemas de ventilação para que a fumaça possa escoar mais rapidamente sem prejudicar os habitantes. Com relação à evacuação, deve-se ter precaução com relação à locação da escada comum, que existe entre as duas escadas de emergência. Percebe-se que as pessoas em caso de sinistro, irão usar esta escada em algum momento, porém sofrerão risco de vida, pois ela não apresenta resistência ao fogo e isolamento em sua composição.

Estas informações fazem supor que a escada comum, poderia ser retirada do projeto

original para evitar que as pessoas involuntariamente usassem esta rota de fuga. De acordo com o SIMULEX, mapa 01, a escada comum é usada somente por 22% dos habitantes.

Esta ação de remoção da escada comum estaria contribuindo para o custo/benefício do empreendimento, pois quando se aumenta a segurança dos habitantes, tem-se uma significativa redução no custo total do empreendimento.

#### 4.2.3 Aplicação das normas prescritivas

O dimensionamento das rotas de fuga para este empreendimento, elaborado através das normas prescritivas, não envolve nenhuma análise de comportamento de incêndio. Os dados são retirados de tabelas pré-determinadas, e aplicados na edificação, respeitando regras de distanciamento máximo. A seguir seguem os resultados obtidos pelas duas normas aceitas em Santa Catarina.

##### 4.2.3.1 Dimensionamento pela NSCISC:1994:

O dimensionamento por esta norma é feito através da aplicação do **Anexo G - Tipo e número de escadas - pag. 140** (ANEXO B). Os dados de entrada para escolha do tipo e da quantidade de escadas necessária, são:

- Tipo de edificação: comercial;
- Altura da edificação: > 15metros;
- Número de pavimentos: 13 a 40 pavimentos;
- Área do pavimento tipo: >750 m<sup>2</sup>.

Com estas informações, pode-se concluir que para a edificação de estudo, são necessárias duas escadas protegidas, que como visto nos capítulos anteriores, são aquelas que possuem parede resistente ao fogo por no mínimo duas horas, com portas de acesso com resistência ao fogo por trinta minutos, e ventilação para o espaço livre exterior. Com relação às distâncias máximas a serem percorridas pelos habitantes, a NSCISC:1994, determina que este valor não deve ultrapassar 25metros, quando os pavimentos possuem isolamento entre si. O **Anexo F - pag. 139** (ANEXO C) determina qual largura deve ter a escada para comportar os habitantes sem congestionamento. A fórmula utilizada para este dimensionamento é dada por:

$$N = \frac{P}{C}$$



Onde,

$N$  = número de unidades de passagem, sendo uma unidade de passagem igual a 0,55m.

$P$  = população da edificação que é de uma pessoa / m<sup>2</sup> ou seja, 99 hab/pavimento. (Anexo G da norma)

$C$  = capacidade da unidade de passagem que é 60 (Anexo G da norma)

Com os dados inseridos na fórmula, a largura da escada deve ser de no mínimo 1,10metros. Porém a norma determina que a largura mínima da escada deve ser de 1,20metros.

Portanto, a edificação não satisfaz a norma de Santa Catarina, pois não possui ventilação para o exterior, a distância de acesso à escada de emergência é de aproximadamente 40metros e a largura da escada de emergência adotada foi de 1,00m.

#### 4.2.3.2 Dimensionamento pela NBR 9077:1993

Através da NBR, o dimensionamento leva em consideração as **Tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 do Anexo** (ANEXO D). Os seguintes dados devem ser determinados para a escolha do tipo de escada:

- Tabela 1 – Classificação quanto à ocupação: D1 – escritórios administrativos;
- Tabela 2 – Classificação quanto a altura: O1 – edificações altas com altura maior que 30m.
- Tabela 3 – Classificação quanto a sua dimensão em planta: Q – de grande pavimento  $\geq 750\text{m}^2$
- Tabela 4 – Classificação quanto a característica construtiva: Z – concreto armado resistente ao fogo
- Tabela 6 – Distâncias máximas a serem percorridas: para a distância máxima a ser percorrida a norma determina duas distâncias distintas:

Com chuveiro automático e mais de uma saída = 40,00m

Sem chuveiro automático e mais de uma saída = 55,00m

Para a determinação do tipo e número de escada a ser adotada, utiliza-se as informações da tabela 1, 2 e 3. Para as características apresentadas o prédio necessita de duas escadas a prova de fumaça que, como visto, são aquelas que possuem caixa isolada por parede resistente ao fogo por no mínimo quatro horas, com portas do tipo corta-fogo e acesso através de antecâmara com duto de entrada e saída de ar.

A tabela 5, determina qual largura deve ter a escada para comportar os habitantes sem

congestionamento. A fórmula utilizada para este dimensionamento é dada por:

$$N = \frac{P}{C}$$

Onde,

$N$  = número de unidades de passagem, sendo uma unidade de passagem igual a 0,55m.

$P$  = população da edificação que é de 7 pessoas / m<sup>2</sup>, ou seja, 127 hab/pavimento. (Tabela 5 da norma)

$C$  = capacidade da unidade de passagem que é 60 (Tabela 5 da norma)

Com os dados inseridos na fórmula, a largura da escada deve ser de no mínimo 1,65metros.

Portanto, a edificação satisfaz em partes a NBR 9077. Com relação ao número e tipo de escada, a edificação está irregular, pois não possui duto de entrada e saída de ar. Sob o aspecto das distâncias máximas a serem percorridas, o prédio satisfaz as condições sem restrição, porém é reprovada na largura da escada, pois as escadas de emergência adotadas possuem 1,00metro de largura cada.

#### 4.2.4 Interpretação dos resultados e comentários

De acordo com os levantamentos anteriormente apresentados, pôde-se perceber que a aplicação do método baseado no desempenho das edificações (PBD), requer um maior conhecimento da engenharia de incêndio e do comportamento do fogo e de seus elementos. Os resultados obtidos através de sua aplicação determinaram que a edificação dimensionada pela norma prescritiva de Portugal, não apresentou desempenho satisfatório perante a ação da fumaça nas rotas de fuga. Porém em relação ao tempo de evacuação dos habitantes, as duas escadas utilizadas como saídas de emergência foram suficientes. Este método determinou ainda que a escada comum, destinada a circulação vertical de pessoas no dia-a-dia, representa um risco para a população pois será utilizada em caso de sinistros. Ações como retirada deste tipo de escada, o que reduziria o custo da obra, ou a execução de sistemas que garantam a resistência ao fogo e a estanqueidade de fumaça, deveriam ser previstas já na fase de elaboração do projeto arquitetônico. Este fato comprova a necessidade de aplicação de um processo de projeto adequado, no qual envolva engenheiros e arquitetos já nas fases iniciais de concepção do estudo arquitetônico.

Por outro lado, os resultados obtidos através das normas prescritivas adotadas em Santa Catarina, não foram satisfatórios para a edificação. Pela NSCISC:1994, a utilização de duas escadas protegidas, seria suficiente, sem sistemas de evacuação de fumaça especiais,

resultado este oposto aos dados obtidos pelas simulações descritas pelo método do PBD.

A NSCISC:1994 determina, ainda, que a distância máxima a ser percorrida seja de 25 metros para acesso das escadas. Sendo assim para a edificação estudada, seria necessária a adoção de três escadas de emergência, visto que as distâncias percorridas nos pavimentos são de 40 metros. Porém, através da análise do PBD, o tempo necessário para evacuação da população foi suficiente para que a mesma abandonasse o prédio sem risco de vida, com a utilização de somente duas escadas de emergência.

Os resultados obtidos pela NBR 9077:1993, foram mais próximos dos resultados obtidos pelo PBD. Pela NBR, a utilização de escadas a prova de fumaça com entrada e saída de ar, encaixa com os dados fornecidos pela análise do PBD.

Com relação à largura das escadas, ambas as normas, prescrevem larguras superiores àquelas adotadas no estudo do PBD.

Portanto, comparando os resultados de ambos os métodos, a análise do projeto pelo PBD, pode favorecer em alguns momentos, o custo da obra, pois aceita que valores abaixo dos descritos pelas normas prescritivas sejam utilizados sem restrição. Por outro lado este método, em dado momento, pode exigir que sejam adotadas medidas de segurança, como a inserção de escadas a prova de fumaça, por exemplo, que elevam o custo do empreendimento, mas que por consequência aumentam a segurança da população. Vale lembrar, que outros estudos mais aprofundados podem ser realizados na edificação pelo método do PBD, podendo assim, serem fornecidas mais de uma solução para uma mesma obra, contribuindo para a adoção do resultado que venham de encontro à relação custo/benefício do empreendimento.

Analisando os dimensionamentos obtidos pelas normas prescritivas, nota-se que nem sempre os resultados são a garantia de segurança para os habitantes. Em virtude dos dados de entrada de dimensionamento serem genéricos, não levando em conta características específicas da edificação e da população, pode-se ter como consequência a adoção de escadas, que não satisfaçam as condições de segurança, como por exemplo, a utilização de saídas sem tratamento específico para a estanqueidade da fumaça, fator de maior risco na edificação, conforme ensaios realizados.

Comtudo, apesar das aparentes vantagens do projeto voltado ao desempenho das edificações (PBD), a sua aplicação no Brasil ainda precisa ser aprimorada. Em alguns cálculos, são necessárias outras variáveis para a determinação de resultados que possam auxiliar no dimensionamento das saídas de emergência. Estes dados são baseados em ensaios realizados em edificações típicas de cada região, que hoje são realizados em sua maioria no exterior. Portanto para a aplicação satisfatória do PBD, no Brasil, existem alguns desafios

que devem ser superados (CLARET; ESTRUSCO, 2002).:

- Determinação das razões de liberação de calor, através de ensaios, que caracterizem os incêndios no país em função da arquitetura típica, da ventilação mais utilizada e da geometria dos compartimentos;
- Determinação da quantidade de calor carregada pelas chamas em função do material combustível e dos índices de ventilação típicos das edificações brasileiras;
- Determinação das distribuições de temperaturas típicas, levando em conta as características comuns de ventilação e geometria dos ambientes nas edificações brasileiras, agrupadas em função da ocupação ou de outra característica do tipo construtivo.

Frente a isto, percebe-se que o método de projeto aplicado ao desempenho das edificações em Santa Catarina (PBD), precisa ser aprimorado, através de ensaios e modelamentos voltados para a realidade do Brasil. Por outro lado, as normas prescritivas adotadas no estado, não apresentam em alguns casos resultados satisfatórios para a segurança dos habitantes da edificação. Porém, estas normas, já vêm sendo adotadas no estado há mais de 15 anos, com resultados satisfatórios nas edificações em que foram adotadas, o que pode ser uma comprovação de que suas informações são de alguma forma viáveis ao empreendimento.

Isto faz supor que, de imediato, a junção destes dois métodos, prescritivo e PBD, para a determinação das saídas de emergência em edificações de Santa Catarina, será uma solução mais coerente. Num primeiro momento devem ser feitos os dimensionamentos baseados nas normas prescritivas, e que por consequência devem ser comprovados pela aplicação do PBD, buscando, assim, soluções variáveis, para a segurança dos habitantes da edificação. Caberá então, aos responsáveis, a escolha daquela que mais se encaixa as necessidades do empreendimento, satisfazendo assim, a relação custo/benefício, aliado à segurança dos habitantes e a estética do projeto, que deve ser confeccionado simultaneamente aos demais projetos, conforme os estudos descritos anteriormente.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 Conclusões

A elaboração do projeto de segurança contra incêndios de uma edificação visa, na maioria das vezes, o cumprimento legal de aprovação nos órgãos competentes, para que a obra seja liberada legalmente para execução e, posteriormente, para a moradia dos habitantes, pois algumas prefeituras exigem, através de vistoria do corpo de bombeiros, o habite-se do empreendimento. Porém, a busca pelo crescimento por parte de algumas construtoras, impulsionadas por programas de qualidade, vem trazendo um novo conceito ao projeto, que começa a ser considerado como elemento fundamental para aplicação da qualidade.

Em ambos os casos, seja para o cumprimento legal, ou para aplicação da qualidade, observou-se, através deste trabalho, que em Santa Catarina, seguindo as tendências do resto do Brasil, os projetos de segurança contra incêndios são elaborados através da aplicação de normas prescritivas. Estas normas possuem como característica exigências estabelecidas para um produto específico, com dimensões, formato e materiais constituintes perfeitamente definidos, com base na consagração do uso, ao longo do tempo, com características próprias.

Outro fator observado no estudo foi o atraso tecnológico na área de segurança contra incêndios no Brasil, onde as primeiras regulamentações prescritivas surgiram somente na década de 70. Nesta mesma época, em países como Estados Unidos e Japão, as regulamentações prescritivas começavam a sofrer uma significativa mudança, gerada pela inserção dos conceitos do projeto baseado no desempenho das edificações, conhecido como *Performance Based Design* – PBD. Porém, verificou-se neste trabalho, que este modelo de formatação de projeto, teve suas primeiras ações no ano 2000, através do Projeto de Norma de Desempenho e Avaliação de Inovações Tecnológicas para aprovação de Sistemas Construtivos, que apesar de não incluir em seu escopo a segurança contra incêndio serviu como iniciativa para a discussão e introdução do conceito no setor de edificações.

Além de verificar como vem se estruturando as normas prescritivas e o estudo do PBD no Brasil e no mundo ao longo dos anos, o trabalho apresentou as principais diferenças entre estes dois modelos de elaboração de projeto. Por um lado projeto aplicado às normas prescritivas não exige dos profissionais envolvidos um conhecimento aprofundado do comportamento do incêndio em edificações, pois as regulamentações fornecem parâmetros estabelecidos empiricamente onde os projetistas trabalham com requisitos mínimos de segurança sem a preocupação em dominar os conceitos de proteção contra incêndios. Por

outro lado, o projeto de segurança contra incêndios aplicado ao PBD, exige por parte dos profissionais, o conhecimento da engenharia de incêndio, através da aplicação da teoria do fogo, modelagem determinística e probabilística do incêndio, modelagem dos efeitos tóxicos, além de considerar a análise do comportamento humano, tendo como resultado mais de uma solução de projeto, contribuindo para a relação custo/benefício, pois a solução que mais se enquadra as necessidades do empreendimento pode ser escolhida.

Neste sentido, a pesquisa mostrou, através do estudo, das saídas de emergência em edificações, as possibilidades de inserção do PBD, no estado de Santa Catarina, através da análise da restrição projetual e do grau de prescritividade da Norma de Segurança Contra Incêndios do Estado de Santa Catarina – NSCISC:1994 – Capítulo VIII e da NBR 9077:1993 – Saída de emergência em edifícios ambas aplicadas no estado.

Com relação à restrição projetual, através da análise dos conceitos e da forma de dimensionamento adotado por cada norma, a pesquisa determinou que a NSCISC:1994, é mais restritiva que a NBR 9077:1993. Analisando o grau de prescritividade, pôde-se verificar que ambas as normas adotadas apresentam alto grau de prescritividade o que faz supor que os comandos fornecidos por estas normas, são determinantes da conduta profissional, pois as soluções adotadas são exclusivamente fornecidas por estas normas.

Observando as variáveis envolvidas na elaboração do projeto para saídas de emergência baseado no desempenho das edificações, que leva em consideração a ocorrência, desenvolvimento e propagação do incêndio, o movimento de fumaça, o comportamento humano e aplicação de modelos matemáticos para a simulação dos resultados e, levando em consideração os profissionais que não possuem inseridos em sua rotina de trabalho os conceitos da engenharia de incêndio, concluiu-se que a implantação do PBD deverá enfrentar certa resistência.

Na verdade deverá haver uma mudança na mentalidade dos envolvidos, tanto por parte dos profissionais que terão que rever os conceitos na forma de projetar, quanto por parte dos órgãos de fiscalização, que deverá desenvolver ações de formação e reciclagem dos responsáveis pela aprovação dos projetos, bem como investir na aquisição de programas específicos para análise dos resultados.

Outro ponto analisado na pesquisa, e que contribui para o desenvolvimento do PBD, foi a inserção do processo de projeto ideal. A aplicação do processo de projeto tradicional, que acontece de forma isolada para cada etapa do processo, sem interação entre os profissionais de projeto, normalmente empregado no Brasil, não contribui para a execução plena dos conceitos do PBD. Para o PBD, a segurança contra incêndio é parte integrante de

todo o processo, onde o engenheiro e o arquiteto devem compreender e formatar o projeto de edificação sob os princípios de segurança contra incêndio, considerando as exigências funcionais, estéticas e econômicas do cliente.

Em virtude da influência significativa das saídas de emergência no conceito do projeto de edificação, onde a escada torna-se um elemento construtivo sem possibilidades de alterações pós-ocupação, a inserção do processo de projeto simultâneo, onde todos os envolvidos com a concepção do empreendimento estarão interagindo desde o início do projeto, pode ser considerado o modelo ideal de formatação.

Como resultado, a pesquisa verificou que este tipo de processo de projeto, inserido aos conceitos do PBD, amplia a qualidade do projeto e subsidia a introdução de novas tecnologias e métodos de produção, reduzindo os prazos de execução, indo de encontro aos conceitos do projeto baseado no desempenho das edificações.

Por fim, como forma de complementar as informações discutidas em toda a pesquisa e demonstrar a teoria apresentada, foi demonstrado um exemplo de aplicação do PBD para saídas de emergência, que envolveu os conceitos da engenharia de incêndios, através de simuladores de tempo de escape, desenvolvimento da fumaça e concentração de gases tóxicos no desenvolvimento do incêndio. Em contrapartida, foram discutidos para a edificação em questão os dimensionamentos das saídas de emergência através das normas prescritivas adotadas no estado de Santa Catarina.

Como resultado, diante dos conceitos apresentados ao longo de todo o trabalho, e pelas soluções obtidas na aplicação do exemplo, a pesquisa apresentou as seguintes considerações:

- Nem sempre os resultados adotados pelas normas prescritivas são a garantia de segurança para os habitantes, pois os dados de entrada não levam em consideração características específicas da edificação e da população;
- O dimensionamento das escadas para saídas de emergência, pode em alguns casos não satisfazer as condições de segurança para o empreendimento;
- O projeto aplicado ao PBD requer dos profissionais maior conhecimento sobre a engenharia de incêndios;
- A aplicação do PBD em Santa Catarina precisa ser aprimorada, pois a grande parte das variáveis disponíveis nos modelamentos de incêndio para aplicação dos resultados, é baseada em dados internacionais, e não representam, muitas vezes, a realidade brasileira;
- A junção dos métodos, prescritivo e PBD, para a determinação das saídas de emergência

em edificações de Santa Catarina, são a solução mais viável num primeiro momento, para a familiarização dos conceitos do PBD;

- A aplicação do PBD aliado ao método prescritivo, apresenta soluções variáveis, para a segurança dos habitantes da edificação, possibilitando aos responsáveis a escolha daquela que mais se adaptaria as necessidades do empreendimento satisfazendo, assim, a melhor relação custo/benefício e a segurança dos habitantes somado a estética do projeto de edificação.

Nota-se que a hipótese principal levantada nesta pesquisa se confirma, pois a aplicação do *Performance Based Design* - PBD gera avanços no estudo da segurança contra incêndio no Brasil e conseqüentemente em Santa Catarina, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico de edificações, e o aprimoramento das normas prescritivas, que aplicados ao processo de elaboração do projeto, ampliam as possibilidades de formatação das saídas de emergência em edificações, garantindo maior segurança para o patrimônio e seus ocupantes aliados à relação custo/benefício do empreendimento.

## **5.2 Sugestões para futuras pesquisas**

O estudo do PBD, ainda dá os seus primeiros passos, e requer que muitas outras linhas de pesquisa sejam abordadas para a contribuição de sua aplicação no cenário brasileiro e mais especificamente no estado de Santa Catarina.

Neste trabalho, foram levantadas as interferências das saídas de emergências em edificações sem referências a outros sistemas de prevenção contra incêndios, que de alguma forma influencia na formatação do projeto de edificação e que devem ser analisados sob a ótica do desempenho das edificações. São eles:

- instalações de Gás Liquefeito de Petróleo, que em Santa Catarina, exigem a construção de centrais de gás específicas e que devem ser inseridas já na formatação do projeto arquitetônico, por questões de distâncias de segurança, e áreas disponíveis;
- sistema hidráulico preventivo, que necessita de pressões suficientes para seu funcionamento e que geralmente, são garantidos através da altura do reservatório superior, elemento este que compõem as fachadas das edificações.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADESSE, Eliane. **A coordenação de projetos externa em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno e médio portes.** 2002. 99 f. Dissertação (Especialização) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ALENCASTRO, João Paulo Ulrich. **Diagnóstico das práticas de coordenação e compatibilização de projetos no mercado de construção civil de Florianópolis-sc.** 2006. 124 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ALMACINHA, José António. **Introdução ao conceito de normalização em geral.** Disponível em: <<http://inegi.inegi.up.pt/>>. Acesso em: 15 set. 2006.

ÁLVAREZ E., CVETREZNIK, F. Projetos baseados em desempenho, **NFPA Journal Latinoamericano**, Quincy, vol. 1, nº 6, pg.65-67, 2002.

ALVES, R. M. **Risco de incêndio em edificações comerciais tipo shopping centers.** Academia de Polícia Militar, Polícia Militar de Minas Gerais, 2001. 90p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – parte 1: requisitos gerais: 02:136.01.001.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Saída de emergência em edifícios: NBR 9077.** Rio de Janeiro, 1993.

AVERILL, Jason D. **Performance-based codes: economics, documentation and design.** 1998. Disponível em: <<http://www.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-051199-173528/>>. Acesso em: 13 nov. 2006.

BAIA, Josaphat I.; MELHADO, Silvio B. Implantação de um sistema de gestão da qualidade em empresas de arquitetura. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, São Paulo, BT/PCC/221, 21p, 1998.

BECK, Vaughan. Performance-based fire engineering design and its application in Australia. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FIRE SAFETY SCIENCE, 5., 1997, Melbourne. **Proceedings**. Melbourne: International Association for Fire Safety Science, 1997. p. 23-40

BORGES, Carlos Alberto. **Normas. Tire sua dúvida**. Revista Técnica, São Paulo, n. 113, p 2, 4 ago. 2006

BUILDING CODE OF AUSTRALIA – BCA. **Information from the Australian Building Codes Board (ABCB)**., BCA, 2004, Disponível em: < <http://www.abcb.gov.au/>> . Acesso em: 10 jan. 2008

BURKE, R. **Project Management: Planning and Control**. 2nd. Ed. Chichester, John Wiley & Sons, 1997.

CAMPOS, Alexandre R. de. Plataformas de ação para desenvolver a área de segurança contra incêndio no Brasil. **Revista Incêndio**, São Paulo, ano VI, n.28, p 22-26, 2004.

CASTANHEIRA, José Pedro. **Os regulamentos da segurança contra incêndio e a evacuação de edifícios**. 2001. 32 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior Técnico de Lisboa, Lisboa, 2001.

CLARET, Antônio Maria. **Engenharia de incêndio**. Apostila da disciplina de Engenharia de Incêndio do curso de Mestrado em Construção Metálica – Pós – Graduação em Engenharia Civil – UFOP, Ouro Preto, 2003.

CLARET, Antônio Maria; ETRUSCO, Paula. **Tempo de escape em edificações: os desafios do modelamento de incêndios no Brasil**. Ouro Preto, Minas Gerais.: R. Esc. Minas., 2002. 5 p.

COSTA, Carla Neves et al. A importância da compartimentação e suas implicações no dimensionamento das estruturas de concreto para situação de incêndios. In: Congresso brasileiro do concreto, 47., 2005, Recife. **Anais...** Recife: IBRACON, 2005. p. III.1 – III.25

DIAMANTES, David. **Principles of fire prevention**. New York: Thomson Delmar Learning, 2005.

DIAS, José Luciano de Mattos. **Medida, normalização e qualidade: aspectos da história da metrologia no Brasil.** Rio de Janeiro: Inmetro, 1998. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes\\_avulsas.asp](http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes_avulsas.asp)>. Acesso em: 13 nov. 2006.

EGAN, David M. **Concepts in building fire safety.** New York: John Wiley & Sons, 1978. ISBN 0-471-02229-2 <<http://www.pentoncmg.com/sfpe/sfpe/sfpe2003.html>> . Acesso em: 05 jun. 2006.

ESPÍRITO SANTO, Kárida Lúcia Silva do; SALGADO, Mônica Santos. **Aspectos da qualidade do projeto relacionados com a segurança: estudo de caso na FAU/UFRJ.** Brasil - São Carlos, SC. 2003. 10 p. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos, SP

FABRÍCIO, M. M. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios.** 2002. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FABRÍCIO, Márcio Minto; MELHADO, Silvio Burrattino. **Por um processo de projeto simultâneo.** Brasil - Porto Alegre, RS. 2002. 5 p. Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2., 2002, Porto Alegre. Artigo Técnico.

FAILLACE, Raul Rego. **Escadas e saídas de emergência.** 4. ed. Porto Alegre: Sagra, 1991.

FERNANDEZ, Jesús de Benito. **Curso de protección contra incendios en la edificación – La construcción y la protección contra incendios.** Madrid: Servicio de Publicaciones Del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1984. 6 p.

FERREIRA, Sérgio Gonçalves. Ação do incêndio nas estruturas de concreto armado: consequências e recuperação. **Incêndio**, São Paulo, p.40-48, 1988.

GILL, Alfonso Antônio et al. Projeto de saídas de emergência em edificações – Uma análise crítica de parâmetros de dimensionamento em normas e regulamentações vigentes no Estado de São Paulo. In: Encontro nacional de tecnologia no ambiente construído, XI., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, 2006. p. 1512 – 1523

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo: v.35, n.2, p. 57-63, abril 1995.

HANSSEN, Claudio A. Curso de proteção contra incêndios. Apostila. Cópia xerox 74 páginas. Florianópolis. 1993

HEERDT, Mauri Luiz. **O projeto de pesquisa**. Disponível em: <[http://inf.unisul.br/~ines/pccsi/O\\_PROJETO\\_DE\\_PESQUISA\\_2004B.doc](http://inf.unisul.br/~ines/pccsi/O_PROJETO_DE_PESQUISA_2004B.doc)>. Acesso em: 10 out. 2006.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION – CIB. **Rational fire safety engineering approach to fire resistance of buildings**. CIB Publication 269. The Netherlands: CIB W014 Fire, 2001. 48p.

IOSHIMOTO, Eduardo; MITIDIERI, Marcelo Luis. **Proposta de classificação de materiais e componentes construtivos com relação ao comportamento frente ao fogo: reação ao fogo**. Brasil - São Paulo, SP. 1998. BOLETIM TÉCNICO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP, DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL, BT/PCC/222 28p.

KALAY, Yehuda. Performance-based design. **Automation in Construction**, v. 8, n. 4, p. 395-409, abr. 1999. Disponível em: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>. Acesso em: 10 maio 2007.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos da metodologia científica: teoria da ciência e prática da pesquisa**. 14 ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

LORD, James; MARRION, Chris. Developments in codes around the world. **Fire Protection Engineering**, Cleveland, n. 19, 2003. Disponível em:

LUCHT, David (Ed.). **Regulatory reform and fire safety design in the United States**. Massachusetts: Worcester Polytechnic Institute, 1999.

LUNDIN, Johan. A simple model to determine the need for desing review, In: International conference on performance-based codes and fire safety design methods, 5., 2004, Luxembourg. Anais **eletrônicos...** Disponível em:<<http://www.brand.lth.se/english/publications/>>. Acesso em: 01 maio 2007.

MACHADO, H Jorge. **Metrologia, método e arte da medição**. Lisboa: Ipq, 1993.

MANFE, Giovanni; POZZA, Rino; SCARATO, Giovanni. **Desenho técnico mecânico**. Vol 1 São Paulo: Ed. Hemus, 1977.

MASSET, George Eduardo. Prevenção contra incêndios. **Portal em foco**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: < [www.portalemfoco.com.br/artigos](http://www.portalemfoco.com.br/artigos) > . Acesso em: 20 mar. 2008

MATTEDI, Domenica Loss. **Uma contribuição ao estudo do processo de projeto de segurança contra incêndio baseado no desempenho**. 2005. 227 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, 2005.

MATTOS, Karine Gonçalves da Silva. **Mudanças tecnológicas em empresas construtoras e sua relação com os processos projetuais**. 2005. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Departamento de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MEACHAM, Brian J. Assessment of the technological requirements for the realization of performance-based fire safety design in the United States – phase I: fundamental requirements. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FIRE RESEARCH AND ENGINEERING, 2., 1997, Gaithersburg. Proceedings... Disponível em: <http://fire.nist.gov/bfrlpubs/>. Acesso em: 20 nov. 2006

MINAYO, M.C. de S. (Org.) **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 22 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2003.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA's future in performance-based codes and standards.** Quincy: NFPA, 1995, 45p. Disponível em: <<http://www.nfpa.org/Codes/Performance/Performance.asp>> . Acesso em: 01 ago. 2006.

NETO, Manoel Altivo da Luz. **Condições de segurança contra incêndios.** Brasília: Ministério da Saúde, 1995. 100 p.

OHMIYA, Yoshifumi. **Fire Phenomena and Verification of Structural Fire Resistance- Technical Basis on Structural Fire Resistance Design in Building Standards Law of Japan.** Department of Architecture, Tokyo University of Science. Disponível em: <<http://www.cbca-ibs.org.br/nsite/site/acervo>> . Acesso em: 10 jan. 2008

OLIVEIRA, Rozeli de Sousa Matos. **Histórico da norma** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <[inbloco@inbloco.com.br](mailto:inbloco@inbloco.com.br)> em 10 fevereiro 2008.

ONO, Rosária; VITTORINO, Fulvio. Sistem de escadas em edifícios altos – avaliação de sua estanqueidade a fumaça em situações de incêndio. In: NUTAU, I., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: NUTAU, 1998. p. 1 – 8

PICCHI, F. A. ; AGOPYAN, V. . **Sistemas da qualidade na construção de edifícios.** São Paulo: EPUSP, 1993

PICCHI, Flávio A. **Sistema de qualidade: Uso em empresas de construção de edifícios.** São Paulo, Tese de doutorado – EPUSP, 1993.462p.

RAJÃO, Alan José Natal. **Grupo de Pesquisa em Segurança contra Incên.** São Paulo: Grupo de Pesquisa em Segurança Contra Incêndio do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1998. 6 p.

ROBERTSON, James Cole. **Introduction to fire prevention.** 6. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2005.

ROMANI, R; YANAGIARA, J. I. **Modelagem e simulação de incêndio em ambientes confinados**. In: Encontro Nacional de Modelos de Simulação de Ambientes. São Paulo, 1995. Artigo Técnico. P. 41-55.

ROMANO, Bruno Dessaune. **Programas da qualidade na construção civil do Brasil: uma análise sob a ótica da teoria institucional**. Disponível em: < [www.fgvsp.br/iberoamerican/Papers/0410\\_Conf.Iberoamerican.pdf](http://www.fgvsp.br/iberoamerican/Papers/0410_Conf.Iberoamerican.pdf) >. Acesso em: 20 nov. 2006.

SANDERS, T. R. B. **Objetivos e princípios da normalização**. Tradução de Francisco S. Barreto. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

SANTA CATARINA; Corpo de Bombeiros. **Normas de segurança contra incêndios do estado de Santa Catarina**. 2.ed. rev. e ampl. Florianópolis: EDEME, 1994. 144p.

SCHEER, Sérgio; BARANOSKI, Emerson Luiz. A utilização de simuladores de incêndio como ferramenta auxiliar para o desenvolvimento de projetos de arquitetura e de prevenção de incêndio. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, VII., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: VII WBGPPCE 2007, 2007. p. 1 –8

SEITO, Alexandre Ito. **Fumaça de incêndio**. In: Tecnologia de Edificações. São Paulo: Pini, 1988.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muskat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. e atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2001.

SILVA, Valdir P. **Estruturas de aço em situações de incêndio**. São Paulo: Zigurate, 2001.

SILVA, Valdir Pignata. **A segurança das estruturas em situação de incêndio**. Brasil - São Paulo, SP. 1998. 10 p. NUTAU'98. Artigo Técnico.

SOCIETY OF FIRE PROTECTION ENGINEERS. **SFPE Engineering guide to performance-based fire protection analysis and design of building.** Quincy: National Fire Protection Association, 2000. 170p.

SOCIETY OF FIRE PROTECTION ENGINEERS. **SFPE Engineering guide to performance-based fire protection and design of building.** Quincy: National Fire Protection Association, 2000. 170p

SOUZA, João Carlos. A importância do projeto arquitetônico na prevenção contra incêndios. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA, ARQUITETURA E URBANISMO, 1996, São Paulo. **Anais...** . São Paulo: Nutau, 1996. v. 1, p. 103 - 111.

SOUZA, Roberto de et al. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras.** São Paulo: Pini, 1995.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** São Paulo: Editora Pini, 2001.

TSUJIMOTO, Makoto. **History of fire safety engineering.** Center for fire science and technology Corporation. Disponível em: < <http://www.cbca-ibs.org.br/nsite/site/acervo> > . Acesso em: 10 jan. 2008.

TSUJIMOYO, Makoto. **History of fire safety engineering.** Disponível em: < <http://www.cbca-ibs.org.br/nsite/site/acervo> > . Acesso em: 10 jan. 2008

URIARTE, José de La Gándara. **Curso de proteccion contra incêndios en la edificacion – Resistência ao fogo de los elementos constructivos.** Madrid: Servicio de Publicaciones Del Colégio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1984. 23 p.

VIEIRA, Sérgio. **Projetos.** Revista Técnica, São Paulo, n. 113, p 2, 4 ago. 2006

YASHIRO, Yoshiro. **Examples and key points in performance-based fire safety design based on fire behavior prediction.** Institute of Technology Shimizu Corporation. Disponível em: < <http://www.cbca-ibs.org.br/nsite/site/acervo> > . Acesso em: 10 jan. 2008



## **ANEXOS**

**ANEXO A** – Análise da NBR 9077:1993 Saída de emergência em edifícios sob o aspecto da prescritividade.

**ANEXO B** – Anexo G da NSCISC:1994 - Tipo e número de escadas.

**ANEXO C** – Anexo F da NSCISC:1994 – Saída de emergência em edificações.

**ANEXO D** – Tabela 01/02/03/04/05/06/07 – Tabelas de anexo da NBR 9077:1993 Saída de emergência.

**ANEXO A – Análise da NBR 9077:1993 Saída de emergência em edifícios sob o aspecto da prescritividade.**

<b>NBR 9077/93 – Saída de emergência em edifícios – Procedimento (35 p.)</b>					
ITEM DA NORMA	AÇÃO / COMANDO	PESO (p)	FREQÜÊNCIA (F)	PESO TOTAL DE PRESC. (Pp)	OBSERVAÇÃO
2 - Documentos complementares	f5	2	13	26	Referências normativas - consulta.
4.4.1 e 4.5.1 - Largura das saídas e acessos	f2	4	2	8	Cálculo da largura.
4.4.2; 4.4.3 e 4.5.1 - Larguras; exigências adicionais e acessos	g4	5	3	15	Larguras mínimas (1,10 e 2,20m); pé-direito mínimo (2,50m).
4.5.2 - Distâncias máximas a percorrer	g4	5	1	5	Tabela 6.
4.5.2.7 - Unidades autônomas isoladas	f9	6	1	6	Resistência paredes.
	f5	2	1	2	Paredes segundo ensaios NBR.
	f3	2	1	2	Definição aberturas das unidades.
4.5. 2.8 e 4.5.2.9	g4	5	2	10	Dimensão mínima e/ou máxima de aberturas.
4.5.3 - Número de saídas	f8	6	2	12	Tipo e número de saídas.
4.5.4 - Portas	f2	4	1	4	Método de cálculo para largura das portas comuns e PCF.
	g4	5	1	5	Dimensões mínimas para portas.
	f8	6	1	6	Tipo de porta a ser utilizada.
	g8	5	1	5	Itens 4.5.4.4 e 4.5.4.6- dispositivos de segurança para portas.
4.6 - Rampas	f2	4	1	4	Dimensionamento.
	g4	5	1	5	Dimensões mínimas.
	f8	6	1	6	Guarda e corrimãos.
4.7 - Escadas (4.7.1 a 4.7.4)	g9	5	1	5	Resistência ao fogo para paredes.
	f8	6	1	6	Corrimãos / guardas.
	f2	4	1	4	Dimensionamento conforme 4.4.
	g2	3	1	3	Método de cálculo para degraus e patamar.
	g4	5	1	5	Dimensão mínima para degraus e patamares.
4.7.5 - Escadas não destinadas à S.E.	f8	6	1	6	Corrimãos e guardas.
	f2	4	1	4	Dimensionamento degraus.
	g4	5	1	5	Dimensões máximas degraus.
4.7.10 - Escadas protegidas (EP) (atender a 4.7.1 a 4.7.4)	g9	5	1	5	Resistência ao fogo para paredes.
	f8	6	1	6	Corrimãos / guardas.
	f2	4	1	4	Dimensionamento degraus.
	g2	3	1	3	Método de cálculo para degraus e patamar.
	g4	5	1	5	Dimensão mínima para degraus e patamares.
	g9	5	1	5	Resistência ao fogo para paredes e portas.

	g8	5	1	5	Alçapão de alívio de fumaça.
	f3	2	1	2	Como as janelas devem ser.
4.7.10.2	g1	5	1	5	Definição material janelas.
	g4	5	1	5	Dimensões mínimas p/ ventilação.
	g9	5	1	5	Resistência ao fogo para paredes.
	f8	6	1	6	Corrimãos.
4.7.11 - Escada à prova de fumaça (PF) (atender a 4.7.1 a 4.7.4)	g2	3	1	3	Método de cálculo para degraus e patamar.
	f2	4	1	4	Dimensionamento degraus/patamar
	g4	5	1	5	Dimensão mínima para degraus e patamares.
	f9	6	1	6	Resistência o fogo parede e PCF.
	g3	1	1	1	Iluminação natural e antecâmara.
	g4	5	1	5	Comprimento e PD mínimos.
4.7.12 - Antecâmara	f9	6	2	12	Resistência ao fogo portas.
	f8	6	1	6	Dutos de entrada e saída de ar.
	g3	1	1	1	Como eles devem ser executados.
	g4	5	1	5	Área e distância mínimas.
	g2	3	2	6	Seção mínima.
4.7.13 - Dutos de ventilação natural (dutos de entrada e saída de ar)	g4	5	4	20	Áreas e distâncias mínimas (DE/DS).
	g9	5	2	10	Resistência mínima de paredes.
	f3	2	2	4	Execução para isolamento térmico.
4.7.14 - Balcões, varandas e terraços	f8	6	1	6	Exigências portas corta-fogo
	g4	6	2	12	Dimensões mínimas para altura e distância horizontal.
	g4	5	3		Dimensões mínimas para altura.
	g1	5	1	5	Materiais vazados para guardas.
4.8 - Guarda e corrimãos	g7	5	1	5	Como deve ser a instalação.
	g3	1	1	1	Definição de resistência estrutural para guarda de alvenaria.
	f8	6	1	6	Obriga EE em prédios com mais de 20 pavimentos e mais de 12m.
4.9 - Elevadores de emergência (EE)	f5	1	1	1	Referência normativa.
	f9	6	1	6	Resistência ao fogo das paredes dos EE.
	f7	6	1	6	Instalação do painel de comando.
	f5	2	1	2	Exigências estruturais e resistência devem obedecer à NBR 5627.
4.10 - Áreas de refúgio	f9	6	1	6	Resistência mínima ao fogo.
	f8	6	1	6	Obrigatoriedade de área de refúgio.
	g4	5	1	5	Largura mínima saída emergência.
	g8	5	1	5	Exigência porta corta-fogo.
4.11 - Descarga	g4	5	2	10	Largura mínima marquises e descarga.
	f3	2	2	4	Definição do funcionamento das antecâmaras e descargas nas áreas de refúgio.

4.12 - Alarme de incêndio e comunicação de emergência	f5	2	1	2	Referência normativa - obedecer a NBR 9441.
	f8	6	1	6	Tipo de instalação para alarme e emergência.
4.13 - Iluminação de emergência	f5	2	2	4	Referência normativa - obedecer a NBR 5413 e 10898.
	f8	6	2	12	Especificação locais para iluminação de emergência e sinalização de saída.
5.1 - Acesso sem obstáculos	f5	2	1	2	Referência normativa - largura das rotas segundo a NBR 9050.
5.2 - Construções subterrâneas	g4	5	1	5	Dimensões mínimas para subsolo, térreo e não térreo.
	f8	6	1	6	Alternativas para construções subterrâneas e sem janelas.
F=105				Pp=441	

**ANEXO B – Anexo G da NSCISC:1994 - Tipo e número de escadas.**

CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES	Altura (m)	N.º Pavimentos	Área <750m2 p/Pavimento		Área >750m2 p/Pavimento	
			N.º Escada	Tipo de Escada	N.º Escada	Tipo de Escada
Residencial Privativa Multifamiliar	<20	Até 4	1	I	2	I
	<20	5 a 9	1	II	2	II
	>=20	6 a 16	1	III	2	III
	>20	17 a 40	1	IV	2	IV
	>20	+ de 40	2	IV	2	IV
Residencial Coletiva	<15	Até 7	1	II	2	II
	>=15	5 a 9	1	III	2	II,III
	>15	10 a 40	2	III,IV	2	IV
	>15	+ de 40	2	IV	3	IV
Residencial Transitória	<15	Até 7	1	II	2	II
	>=15	5 a 9	1	III	2	II,III
	>15	10 a 40	2	III,IV	2	IV
	>15	+ de 40	2	IV	3	IV
Comercial	<15	Até 7	1	II	2	II
	>=15	5 a 12	1	III	2	III
	>15	13 a 40	2	III,IV	2	IV
	>15	+ de 40	2	IV	3	IV
Industrial	<15	Até 2	1	I	2	I
	<15	3 a 7	1	III	2	III
	>=15	+ de 5	1	IV	2	IV
Mista (*)	<15	Até 7	1	II	2	II
	>=15	5 a 12	1	III	2	III
	>15	13 a 40	2	III,IV	2	IV
	>15	+ de 40	2	IV	3	IV
Pública	<15	Até 7	1	II	2	II
	>=15	5 a 12	1	III	2	III
	>15	13 a 40	2	III,IV	2	IV
	>15	+ de 40	2	IV	3	IV
Escolar	<15	Até 2	1	I	2	I
	>15	4 a 7	2	II	2	II,III
	>=15	5 a 8	2	II,III	2	III
	<15	+ de 8	2	III,IV	2	IV
Hospitalar e Laboratorial	<15	Até 7	1	II	2	II
	>=15	5 a 8	1	III	2	III
	>15	+ de 8	2	IV	3	IV
Garagens	<15	Até 2	1	I	1	I
	<15	3 a 7	1	II	1	II
	>=15	5 a 8	1	III	2	III
	>15	+ de 8	1	IV	2	IV
De Reunião de Público	<15	Até 3	2	I,II	2	II
	<15	4 a 7	2	III,IV	2	IV
	>=15	+ de 5	2	IV	3	1-III,2-IV

Especiais	<15	Até 7	1	II	2	II
	>=15	5 a 12	1	III	2	III
	>15	13 a 40	2	III,IV	2	IV
	>15	+ de 40	2	IV	3	IV

**ANEXO C – Anexo F da NSCISC:1994 – Saída de emergência em edificações.**

Classe de Ocupação		Cálculo da População	Capacidade N° de Pessoas/Unidade de Passagem			Distância máxima para alcançar a saída
			Acessos	Saídas	Portas	
Escritórios em geral e Consultório		1 Pessoa p/ 9.00 m2 de área bruta	100	60	100	35
Apartamentos		2 Pessoas/dormitórios de serviço	60	45	100	
Hotéis		1.5 Pessoas dormitório	60	45	100	
Hospitais		15 Pessoas/leito	30	22	30	
Locais de Reuniões	Restaurantes,bares, boates, etc.	1 pessoa/m2 de área bruta	100	75	100	
	Templos,cinemas e teatros					
	Ginásio de Esportes	2 pessoas/m2 de área para assistentes				
Salas de Aula		1 Aluno/m2	100	60	100	
Lojas e Centros de Compras		1 Pessoa/ 5.00m2 de área bruta	60	60	100	

**ANEXO D – Tabela 01/02/03/04/05/06/07 – Tabelas de anexo da NBR 9077:1993 Saida de emergência.**

**Tabela 1 - Classificação das edificações quanto à sua ocupação**

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitações unifamiliares	Casas térreas ou assobradadas, isoladas ou não
		A-2	Habitações multifamiliares	Edifícios de apartamentos em geral
		A-3	Habitações coletivas (grupos sociais equivalentes à família)	Pensionatos, internatos, mosteiros, conventos, residenciais geriátricos
B	Serviços de hospedagem	B-1	Hotéis e assemelhados	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, albergues, casas de cômodos
		B-2	Hotéis residenciais	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, hotéis residenciais)
C	Comercial varejista	C-1	Comércio em geral, de pequeno porte	Armarinhos, tabacarias, mercearias, fruteiras, butikues e outros
		C-2	Comércio de grande e médio portes	Edifícios de lojas, lojas de departamentos, magazines, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros
		C-3	Centros comerciais	Centros de compras em geral ( <i>shopping centers</i> )
D	Serviços profissionais, pessoais e técnicos	D-1	Locais para prestação de serviços profissionais ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, consultórios, instituições financeiras (não incluídas em D-2), repartições públicas, cabeleireiros, laboratórios de análises clínicas sem internação, centros profissionais e outros
		D-2	Agências bancárias	Agências bancárias e assemelhados
		D-3	Serviços de reparação (exceto os classificados em G e I)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros, pintura de letreiros e outros
E	Educatonal e cultura física	E-1	Escolas em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitários e outros
		E-2	Escolas especiais	Escolas de artes e artesanatos, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros não incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapias e outros
		E-4	Centros de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral
		E-5	Pré-escolas	Creches, escolas maternas, jardins-de-infância
		E-6	Escolas para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e outros
F	Locais de reunião de público	F-1	Locais onde há objetos de valor inestimável	Museus, galerias de arte, arquivos, bibliotecas e assemelhados
		F-2	Templos e auditórios	Igrejas, sinagogas, templos e auditórios em geral



Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Exemplos
F	Locais de reunião de público	F-3	Centros esportivos	Estádios, ginásios e piscinas cobertas com arquibancadas, arenas em geral
		F-4	Estações e terminais de passageiros	Estações rodoferroviárias, aeroportos, estações de transbordo e outros
		F-5	Locais para produção e apresentação de artes cênicas	Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão e outros
		F-6	Clubes sociais	Boates e clubes noturnos em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais e assemelhados
		F-7	Construções provisórias	Circos e assemelhados
		F-8	Locais para refeições	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e outros
G	Serviços automotivos	G-1	Garagens sem acesso de público e sem abastecimento	Garagens automáticas
		G-2	Garagens com acesso de público e sem abastecimento	Garagens coletivas não-automáticas em geral, sem abastecimento (exceto para veículos de carga e coletivos)
		G-3	Locais dotados de abastecimento de combustível	Postos de abastecimento e serviço, garagens (exceto para veículos de carga e coletivos)
		G-4	Serviços de conservação, manutenção e reparos	Postos de serviço sem abastecimento, oficinas de conserto de veículos (exceto de carga e coletivos), borracharia (sem recauchutagem)
		G-5	Serviços de manutenção em veículos de grande porte e retificadoras em geral	Oficinas e garagens de veículos de carga e coletivos, máquinas agrícolas e rodoviárias, retificadoras de motores
H	Serviços de saúde e institucionais	H-1	Hospitais veterinários e assemelhados	Hospitais, clínicas e consultórios veterinários e assemelhados (inclui-se alojamento com ou sem adestramento)
		H-2	Locais onde pessoas requerem cuidados especiais por limitações físicas ou mentais	Asilos, orfanatos, abrigos geriátricos, reformatórios sem celas e outros
		H-3	Hospitais e assemelhados	Hospitais, casas de saúde, prontos-socorros, clínicas com internação, ambulatórios e postos de atendimento de urgência, postos de saúde e puericultura e outros
		H-4	Prédios e instalações vinculados às forças armadas, polícias civil e militar	Quartéis, centrais de polícia, delegacias distritais, postos policiais e outros
		H-5	Locais onde a liberdade das pessoas sofre restrições	Hospitais psiquiátricos, reformatórios, prisões em geral e instituições assemelhadas

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Exemplos
I	Industrial, comercial de alto risco, atacadista e depósitos	I-1	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados e/ou depositados apresentam médio potencial de incêndio. Locais onde a carga combustível não chega a 50 kg/m <sup>2</sup> ou 1200 MJ/m <sup>2</sup> e que não se enquadram em I-3	Atividades que manipulam e/ou depositam os materiais classificados como de médio risco de incêndio, tais como fábricas em geral, onde os materiais utilizados não são combustíveis e os processos não envolvem a utilização intensiva de materiais combustíveis
		I-2	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados e/ou depositados apresentam grande potencial de incêndio. Locais onde a carga combustível ultrapassa 50 kg/m <sup>2</sup> ou 1200 MJ/m <sup>2</sup> e que não se enquadram em I-3. Depósitos sem conteúdo específico	Atividades que manipulam e/ou depositam os materiais classificados como de grande risco de incêndio, tais como marcenarias, fábricas de caixas, de colchões, subestações, lavanderias a seco, estúdios de TV, impressoras, fábrica de doces, heliportos, oficinas de conserto de veículos e outros
		I-3	Locais onde há alto risco de incêndio pela existência de quantidade suficiente de materiais perigosos	Fábricas e depósitos de explosivos, gases e líquidos inflamáveis, materiais oxidantes e outros definidos pelas normas brasileiras, tais como destilarias, refinarias, elevadores de grãos, tintas, borracha e outros
J	Depósitos de baixo risco		Depósitos sem risco de incêndio expressivo	Edificações que armazenam, exclusivamente, tijolos, pedras, areias, cimentos, metais e outros materiais incombustíveis

Tabela 2 - Classificação das edificações quanto à altura

Código	Tipo de edificação	Alturas contadas da soleira de entrada ao piso do último pavimento, não consideradas edículas no ático destinadas a casas de máquinas e terraços descobertos (H)
	Denominação	
K	Edificações térreas	Altura contada entre o terreno circundante e o piso da entrada igual ou inferior a 1,00 m
L	Edificações baixas	$H \leq 6,00$ m
M	Edificações de média altura	$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00$ m
N	Edificações medianamente altas	$12,00 \text{ m} < H < 30,00$ m
O	Edificações altas	0-1 $H > 30,00$ m ou
		0-2 Edificações dotadas de pavimentos recuados em relação aos pavimentos inferiores, de tal forma que as escadas dos bombeiros não possam atingi-las, ou situadas em locais onde é impossível o acesso de viaturas de bombeiros, desde que sua altura seja $H > 12,00$ m

Tabela 3 - Classificação das edificações quanto às suas dimensões em planta

Natureza do enfoque		Código	Classe da edificação	Parâmetros de área
$\alpha$	Quanto à área do maior pavimento ( $s_p$ )	P	De pequeno pavimento	$s_p < 750 \text{ m}^2$
		Q	De grande pavimento	$s_p \geq 750 \text{ m}^2$
$\beta$	Quanto à área dos pavimentos atuados abaixo da soleira de entrada ( $s_s$ )	R	Com pequeno subsolo	$s_s < 500 \text{ m}^2$
		S	Com grande subsolo	$s_s \geq 500 \text{ m}^2$
$\gamma$	Quanto à área total $S_i$ (soma das áreas de todos os pavimentos da edificação)	T	Edificações pequenas	$S_i < 750 \text{ m}^2$
		U	Edificações médias	$750 \text{ m}^2 \leq S_i < 1500 \text{ m}^2$
		V	Edificações grandes	$1500 \text{ m}^2 \leq S_i < 5000 \text{ m}^2$
		W	Edificações muito grandes	$A_i > 5000 \text{ m}^2$

Tabela 4 - Classificação das edificações quanto às suas características construtivas

Código	Tipo	Especificação	Exemplos
X	Edificações em que a propagação do fogo é fácil	Edificações com estrutura e entrepisos combustíveis	Prédios estruturados em madeira, prédios com entrepisos de ferro e madeira, pavilhões em arcos de madeira laminada e outros
Y	Edificações com mediana resistência ao fogo	Edificações com estrutura resistente ao fogo, mas com fácil propagação de fogo entre os pavimentos	Edificações com paredes-cortinas de vidro ("cristaleiras"); edificações com janelas sem peitoris (distância entre vergas e peitoris das aberturas do andar seguinte menor que 1,00 m); lojas com galerias elevadas e vãos abertos e outros
Z	Edificações em que a propagação do fogo é difícil	Prédios com estrutura resistente ao fogo e isolamento entre pavimentos	Prédios com concreto armado calculado para resistir ao fogo, com divisórias incombustíveis, sem divisórias leves, com parapeitos de alvenaria sob as janelas ou com abas prolongando os entrepisos e outros

Nota: Os prédios devem, preferencialmente, ser sempre projetados e executados dentro do tipo "Z".

Tabela 5 - Dados para o dimensionamento das saídas

Ocupação		População <sup>(A)</sup>	Capacidade da U. de passagem		
Grupo	Divisão		Acessos e descargas	Saídas Escadas <sup>(B)</sup> e rampas	Portas
A	A-1, A-2	Duas pessoas por dormitório <sup>(C)</sup>	60	45	100
	A-3	Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4 m <sup>2</sup> de área de alojamento <sup>(D)</sup>			
B	-	Uma pessoa por 15,00 m <sup>2</sup> de área <sup>(E) (G)</sup>	100	60	100
C	-	Uma pessoa por 3,00 m <sup>2</sup> de área <sup>(E) (J)</sup>			
D	-	Uma pessoa por 7,00 m <sup>2</sup> de área			
E	E-1 a E-4	Uma pessoa por 1,50 m <sup>2</sup> de área <sup>(F)</sup>			
	E-5, E-6	Uma pessoa por 1,50 m <sup>2</sup> de área <sup>(F)</sup>	30	22	30
F	F-1	Uma pessoa por 3,00 m <sup>2</sup> de área	100	75	100
	F-2, F-5, F-8	Uma pessoa por m <sup>2</sup> de área <sup>(E) (G)</sup>			
	F-3, F-6, F-7	Duas pessoas por m <sup>2</sup> de área <sup>(G)</sup> (1:0,5 m <sup>2</sup> )			
	F-4	† <sup>(I)</sup>			
G	G-1, G-2, G-3	Uma pessoa por 40 vagas de veículo	100	60	100
	G-4, G-5	Uma pessoa por 20 m <sup>2</sup> de área <sup>(E)</sup>			
H	H-1	Uma pessoa por 7 m <sup>2</sup> de área <sup>(E)</sup>	60	45	100
	H-2	Duas pessoas por dormitório <sup>(C)</sup> e uma pessoa por 4 m <sup>2</sup> de área de alojamento <sup>(E)</sup>	30	22	30
	H-3	Uma pessoa e meia por leito + uma pessoa por 7,00 m <sup>2</sup> de área de ambulatório <sup>(H)</sup>			
	H-4, H-5	† <sup>(I)</sup>	60	45	100
I	-	Uma pessoa por 10,00 m <sup>2</sup> de área	100	60	100
J	-	Uma pessoa por 30,00 m <sup>2</sup> de área <sup>(J)</sup>			

Tabela 6 - Distâncias máximas a serem percorridas

Tipo de edificação	Grupo e divisão de ocupação	Sem chuveiros automáticos		Com chuveiros automáticos	
		Saída única	Mais de uma saída	Saída única	Mais de uma saída
X	Qualquer	10,00 m	20,00 m	25,00 m	35,00 m
Y	Qualquer	20,00 m	30,00 m	35,00 m	45,00 m
Z	C, D, E, F, G-3, G-4, G-5, H, I	30,00 m	40,00 m	45,00 m	55,00 m
	A, B, G-1, G-2, J	40,00 m	50,00 m	55,00 m	65,00 m

Tabela 7 - Número de saídas e tipos de escadas

Dimensão		P (área de pavimento ≤ 750 m <sup>2</sup> )										Q (área de pavimento > 750 m <sup>2</sup> )										
Altura		K		L		M		N		O		K		L		M		N		O		
Ocupação		N <sup>qs</sup>	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.	N <sup>qs</sup>	Tipo esc.
Gr.	Div.																					
A	A-1	1	1	NE	1	NE	-	-	-	-	1	1	NE	1	NE	-	-	-	-	-	-	-
	A-2*	1	1	NE	1	NE	1	EP	1	PF	1	1	NE	2*	NE	2*	EP	2*	EP	2*	PF	PF
	A-3	1	1	NE	1	NE	1	EP	2	PF	1	1	NE	2	NE	2	EP	2	EP	2	PF	PF
B	B-1	1	1	NE	1	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF	PF
	B-2	1	1	EP**	1	EP	2	PF	2	PF	2	2	EP	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF	PF
C	C-1	1	1	NE	1	NE	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF	PF
	C-2	1	1	NE	1	NE	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF	3	PF	PF
	C-3	1	1	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	3	PF	4	PF	4	PF	PF
D	-	1	1	NE	1	EP**	1	PF	1	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF	PF





Dimensão		P (área de pavimento ≤ 750 m <sup>2</sup> )										Q (área de pavimento > 750 m <sup>2</sup> )											
Altura		K		L			M		N		O			K		L		M		N		O	
Ocupação		N <sup>os</sup>	N <sup>as</sup>	Tipo esc.	N <sup>os</sup>	Tipo esc.	N <sup>as</sup>	Tipo esc.	N <sup>os</sup>	Tipo esc.	N <sup>as</sup>	Tipo esc.	N <sup>os</sup>	Tipo esc.	N <sup>os</sup>	Tipo esc.	N <sup>as</sup>	Tipo esc.	N <sup>os</sup>	Tipo esc.	N <sup>as</sup>	Tipo esc.	
Gr.	Div.																						
I	I-1	2	2	NE	2	NE	2	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF	2	PF
	I-2	2	2	NE	2	PF***	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	PF	2	PF	2	PF	2	PF	2	PF
	I-3	2	2	NE	2	PF	2	PF	3	PF	2	2	EP	2	PF	3	PF	3	PF	3	PF	3	PF
J	-	1	1	NE	1	NE	1	NE	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF	2	PF