

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Willians Leal do Amaral

**EVACUAÇÃO DO PRÉDIO NOVO DA ESCOLA DE
ENGENHARIA DA UFRGS: ANÁLISE CRÍTICA DA
SITUAÇÃO ATUAL EM RELAÇÃO À SITUAÇÃO IDEAL**

Porto Alegre
dezembro 2011

WILLIANS LEAL DO AMARAL

**EVACUAÇÃO DO PRÉDIO NOVO DA ESCOLA DE
ENGENHARIA DA UFRGS: ANÁLISE CRÍTICA DA
SITUAÇÃO ATUAL EM RELAÇÃO À SITUAÇÃO IDEAL**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Civil

Orientador: Luiz Carlos Pinto da Silva Filho

Porto Alegre
dezembro 2011

WILLIANS LEAL DO AMARAL

**EVACUAÇÃO DO PRÉDIO NOVO DA ESCOLA DE
ENGENHARIA DA UFRGS: ANÁLISE CRÍTICA DA
SITUAÇÃO ATUAL EM RELAÇÃO À SITUAÇÃO IDEAL**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2011

Prof. Luiz Carlos Pinto da Silva Filho
PhD pela University of Leeds, Grã-Bretanha
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dario Lauro Klein (UFRGS)
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Rogério Cattelan Antochaves de Lima (UFSM)
PhD pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Angela Gaio Graeff (UFRGS)
PhD pela University of Sheffield, Inglaterra

Dedico este trabalho a meus pais, Neri e Jane, que sempre acreditaram no meu potencial e me apoiaram nas horas difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me dado saúde para enfrentar os obstáculos da vida e do curso.

Aos meus pais por me ajudarem a entender que se temos um sonho precisamos buscá-lo sempre, independentemente do que aparecer pela frente, pois não foi nada fácil chegar até aqui. Se não fosse meus pais dando o suporte que precisei não sei se conseguiria alcançar este objetivo.

Aos meus avôs maternos, pois me ajudaram nesta caminhada e me deram um exemplo de vida durante três anos.

A minha esposa que me apoiou e sempre me deu força para eu continuar estudando e nunca desistir.

Ao amigo e colega de engenharia Josué Argenta Chies, por fazer dos momentos difíceis do curso uma etapa de dedicação e aprendizado.

A todos que de alguma forma me ajudaram a crescer, tanto profissionalmente como pessoalmente nestes anos de curso de Engenharia Civil.

Ao Prof. Luiz Carlos Pinto da Silva Filho, orientador deste trabalho, pelo apoio e a dedicação que teve comigo.

A Prof. Carin pela paciência e disponibilidade que sempre teve para me auxiliar dando sugestões para a realização deste trabalho.

Só uma coisa torna um sonho impossível:
o medo de fracassá-lo.

Paulo Coelho

RESUMO

Este trabalho versa sobre a análise crítica das condições de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, dando enfoque para a situação atual e a situação ideal. Esta análise é baseada no Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre, o mesmo que, classifica e define os parâmetros para o dimensionamento das saídas de emergência, iluminação, unidades extintoras, escadas, redes hidráulicas automáticas ou sob comando. Por não existir normativas nem legislação adequada na década de 1970, ocorreram grandes incêndios em dois edifícios em São Paulo, Andraus e Joelma, que resultaram em várias vítimas e mortes. As duas edificações não possuíam escadas de emergência e não tinham saídas adequadas para uma evacuação com sucesso, isso fez com que se perdessem muitas vidas. O prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS possui a mesma característica, não tem uma escada de emergência. Inaugurado em 1960, anteriormente a criação do Código de Proteção Contra Incêndio, portanto, não possui saídas adequadas para abandono do prédio em causa de sinistros. Por ser uma edificação com características construtivas antigas, não possui isolamento de riscos de incêndio, saídas adequadas para a população do prédio, alarmes de incêndio, a sinalização é ineficiente, os equipamentos de combate a incêndio estão danificados, os corredores em alguns pavimentos possuem objetos que obstruem as rotas de fuga. Isso faz com que a probabilidade de acontecer algum acidente, em caso de sinistro seja grande. Assim, neste trabalho é feita uma análise crítica das condições de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia, considerando a situação atual e a situação ideal para uma evacuação com segurança. Foram feitas verificações e dimensionamentos das saídas de emergência, calculando a população do prédio e classificando a edificação segundo o Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre. A análise das condições atuais de evacuação foi feita através de fotos, já a análise das condições ideais foram feitas em plantas baixas, dando enfoque para saídas de emergência, iluminação, sinalização e alarmes. Com este trabalho, foi visto que a legislação e as normas são de caráter prescritivo, ou seja, baseadas em fatos que ocorreram, não possui flexibilidade nas medidas de segurança contra incêndio, como por exemplo, a inclusão de materiais com novas tecnologias. Outro fator importante, que necessita atenção maior, é a fase do projeto arquitetônico na qual podem ser previstas e ajustadas várias situações que, futuramente, poderão dar problemas no sistema de proteção de incêndios e interferindo diretamente no processo de evacuação.

Palavras-chave: Evacuação. Saídas de Emergência. Plano de Prevenção Contra Incêndio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento da pesquisa.....	16
Figura 2 – Tempo de evacuação	22
Figura 3 – Desenvolvimento do fogo	23
Figura 4 – Probabilidade de sobrevivência com restrições de O ₂	27
Figura 5 – Planta baixa do pavimento térreo do prédio	35
Figura 6 – Planta baixa do 2º pavimento do prédio	35
Figura 7 – Planta baixa do 3º pavimento do prédio	36
Figura 8 – Planta baixa do 4º pavimento do prédio	36
Figura 9 – Planta baixa do 5º pavimento do prédio	37
Figura 10 – Planta baixa do 6º pavimento do prédio	37
Figura 11 – Planta baixa do 7º pavimento do prédio	38
Figura 12 – Planta baixa do 8º pavimento do prédio	38
Figura 13 – Hall de entrada da edificação	39
Figura 14 – Laboratório de Robótica e Usinagem no pavimento térreo	39
Figura 15 – Auditório do 2º pavimento	40
Figura 16 – Atual escada do prédio no 3º pavimento	40
Figura 17 – Saguão do 3º pavimento da edificação	41
Figura 18 – Corredor de comunicação do saguão com o auditório e salas de aula	41
Figura 19 – Escada do 5º ao 6º pavimento do prédio	42
Figura 20 – Obstruções de armários e cadeiras nos corredores do 7º pavimento	45
Figura 21 – Obstruções de mesas e cadeiras no saguão do 5º pavimento	45
Figura 22 – Obstruções de armários e cadeiras no saguão do 6º pavimento	46
Figura 23 – Obstruções de cadeiras no 7º pavimento	46
Figura 24 – Sentido não adequado de abertura da porta	47
Figura 25 – Falta de isolamento vertical dos auditórios	48
Figura 26 – Falta de isolamento horizontal dos auditórios com os corredores	48
Figura 27 – Representações das ocupações da edificação no pavimento térreo	51
Figura 28 – Representações das ocupações da edificação no 2º pavimento	52
Figura 29 – Representações das ocupações da edificação no 3º pavimento	52
Figura 30 – Representações das ocupações da edificação no 4º pavimento	53
Figura 31 – Representações das ocupações da edificação no 5º pavimento	53
Figura 32 – Representações das ocupações da edificação no 6º pavimento	54
Figura 33 – Representações das ocupações da edificação no 7º pavimento	54

Figura 34 – Representações das ocupações da edificação no 8º pavimento	55
Figura 35 – Detalhe das guardas e corrimão da escada de emergência	59
Figura 36 – Detalhe dos degraus da escada protegida.....	60
Figura 37 –Modelo genérico de uma escada protegida.....	60
Figura 38 – Rota de fuga do pavimento térreo	62
Figura 39 – Rota de fuga do segundo pavimento	63
Figura 40 – Rota de fuga do terceiro pavimento	63
Figura 41 – Rota de fuga do quarto pavimento	64
Figura 42 – Rota de fuga do quinto pavimento	64
Figura 43 – Rota de fuga do sexto pavimento	65
Figura 44 – Rota de fuga do sétimo pavimento	65
Figura 45 – Rota de fuga do oitavo pavimento	66
Figura 46 – Legenda de Prevenção Contra Incêndios	67
Figura 47 – Adequações para as condições ideais do pavimento térreo	67
Figura 48 – Adequação da saída de emergência do CESUP	68
Figura 49 – Escada de emergência alternativa no segundo pavimento	69
Figura 50 – Corredores de acesso à escada protegida	70
Figura 51 – Sentido de abertura das portas no terceiro pavimento	71
Figura 52 – Sentido de abertura das portas na escada protegida	71
Figura 53 – Adequação das paredes que fazem divisa com a escada no quinto pavimento	72
Figura 54 – Adequações de todos os auditórios para isolamento vertical	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais medidas de prevenção contra incêndio.....	19
Quadro 2 – Evolução do incêndio	21
Quadro 3 – Sintomas humanos em incêndios.....	25
Quadro 4 – Efeitos fisiológicos causados pelo calor.....	27
Quadro 5 – Classificação dos incêndios.....	28
Quadro 6 – Classificação do risco de incêndio.....	29
Quadro 7 – Dados para dimensionamento das saídas.....	31
Quadro 8 – Área construída da Escola de Engenharia da UFRGS	34
Quadro 9 – Vantagens e desvantagens das normas prescritivas e de desempenho.....	43
Quadro 10 – Classificação da Escola de Engenharia da UFRGS segundo o Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre	50
Quadro 11 – Áreas de ocupações presentes na Escola de Engenharia	50
Quadro 12 – Legenda das separações das ocupações do prédio.....	51
Quadro 13 – População do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS	56
Quadro 14 – Dimensionamento das saídas do prédio	57
Quadro 15 – Exigências de proteção contra incêndio	57
Quadro 16 – Especificação das escadas	58
Quadro 17 – Tipos de portas para o isolamento ao fogo	61

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CB-24 – Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio

CESUP – Centro Nacional de Supercomputação

EP – Escada enclausurada protegida

NE – Escada não enclausurada ou escada comum

PCF – Porta corta-fogo

PF – Escada enclausurada à prova de fumaça

PPF – Escada à prova de fumaça pressurizada

PPCI – Plano de Prevenção Contra Incêndio

PRF – Porta resistente ao fogo

SCI – Segurança Contra Incêndio

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	14
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	14
2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	14
2.2.1 Objetivo principal	120
2.2.2 Objetivo secundário	120
2.3 PRESSUPOSTO	14
2.4 DELIMITAÇÕES.....	15
2.5 LIMITAÇÕES	15
2.6 DELINEAMENTO	15
3 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	18
3.1 PLANO DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO.....	20
3.2 COMPORTAMENTO HUMANO EM INCÊNDIOS.....	24
3.3 LEI COMPLEMENTAR n. 420/98.....	28
4 A EDIFICAÇÃO	34
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO.....	34
4.2 SITUAÇÃO ATUAL DAS CONDIÇÕES DE EVACUAÇÃO DO PRÉDIO NOVO DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRGS.....	42
4.2.1 Aspectos gerais	420
4.2.2 Descrição da situação atual das condições de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS	420
4.3 SITUAÇÃO IDEAL DAS CONDIÇÕES DE EVACUAÇÃO DO PRÉDIO NOVO DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRGS.....	49
4.3.1 Classificação da edificação segundo o Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre	420
4.3.2 Cálculo da População	520
4.3.3 Dimensionamento das saídas de emergência	520
4.3.4 Diretrizes para o projeto da escada de emergência	520
4.3.5 Definição das rotas de fuga	620
4.3.6 Adequação das saídas de emergência do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS	620
4.3.7 Análise das condições ideais de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS	720
5 CONCLUSÕES	76
REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

A segurança contra incêndios no Brasil vem ganhando espaço dentro de universidades, congressos, seminários, palestras, à medida que aumenta o número de sinistros. Grandes incêndios no Brasil como, por exemplo, o da indústria Volkswagen em São Bernardo do Campo (1970), os edifícios Andraus (1972) e Joelma (1974), ambos em São Paulo (GILL et al., 2008, p. 23-24), fizeram com que os órgãos responsáveis dessem uma atenção maior à legislação e normas para a prevenção e combate a incêndios. Atualmente, com o avanço de leis e normas, esse esforço tem exigido dos projetistas melhora nas condicionantes de segurança contra incêndio nas edificações.

Segundo o Decreto Estadual 37.380, de 28 de abril de 1997, substituído pelo Decreto Estadual 38.273, de 9 de março de 1998, todas as edificações construídas após 28 de abril de 1997 no Rio Grande do Sul deveriam se adaptar a essa legislação, devendo possuir sistemas de prevenção contra incêndio adequados como, por exemplo, rede hidráulica de combate a incêndio sob comando ou automática, escadas de emergência enclausuradas ou não. Como a Escola de Engenharia foi construída anteriormente a criação deste Decreto, teria de ser feita uma adequação da edificação para atender à legislação. A Lei Complementar n. 420/98 define o Código de Prevenção Contra Incêndio em Porto Alegre, o mesmo dispõe sobre o dimensionamento dos equipamentos de prevenção contra incêndio e juntamente com o Decreto Estadual 38.273/98 regulamentam a Segurança Contra Incêndio em Porto Alegre.

Dentro da segurança contra incêndio existem planos de prevenção que dimensionam unidades extintoras, saídas de emergência, alarmes, escadas para que no caso de algum sinistro, pessoas treinadas ou não, possam iniciar com segurança o combate ao incêndio. Ao mesmo tempo, as pessoas devem abandonar a edificação com segurança e ordenadamente segundo um plano de evacuação do prédio. Esse plano estabelece medidas para facilitar a fuga das edificações em caso de sinistro. Neste trabalho foi feita uma análise crítica das condições de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia, considerando a situação atual e a situação ideal das saídas de emergência.

Foi feita uma caracterização do prédio em relação à sua ocupação com o auxílio de plantas baixas. Posteriormente, com o recurso de imagens, foi analisada a situação atual das

condições de evacuação do prédio e em seguida para se chegar a situação ideal foi feito o cálculo da população do prédio, dimensionamento das saídas de emergência, diretrizes para o projeto da escada de emergência, definição das rotas de fuga, adequações das saídas de emergência e por fim a análise da situação ideal.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

Neste capítulo serão abordadas as diretrizes do Trabalho de Diplomação.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: como seriam as condições ideais, em relação à situação atual, para a evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

A seguir serão descritos o objetivo principal e secundário do Trabalho de Diplomação.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é fazer a análise crítica das condições de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS, considerando a situação atual e a situação ideal.

2.2.2 Objetivo secundário

O objetivo secundário deste trabalho é a análise da situação atual das condições de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que a Lei Complementar n. 420/98 define adequadamente como deve ser feito o cálculo da população da Escola de Engenharia para o dimensionamento das saídas de emergência e classifica a edificação dentro dos parâmetros do sistema de prevenção contra incêndio.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho estará delimitado a análise crítica das condições de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS, considerando a situação atual e a situação ideal.

2.5 LIMITAÇÕES

As limitações da pesquisa são:

- a) foram considerados oito pavimentos no prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS;
- b) as plantas baixas do prédio foram atualizadas em março 2011;
- c) para a classificação do prédio, segundo a Lei Complementar n. 420/98, foram consideradas somente ocupações do tipo D-1, E-1, F-1 e F-5;

2.6 DELINEAMENTO

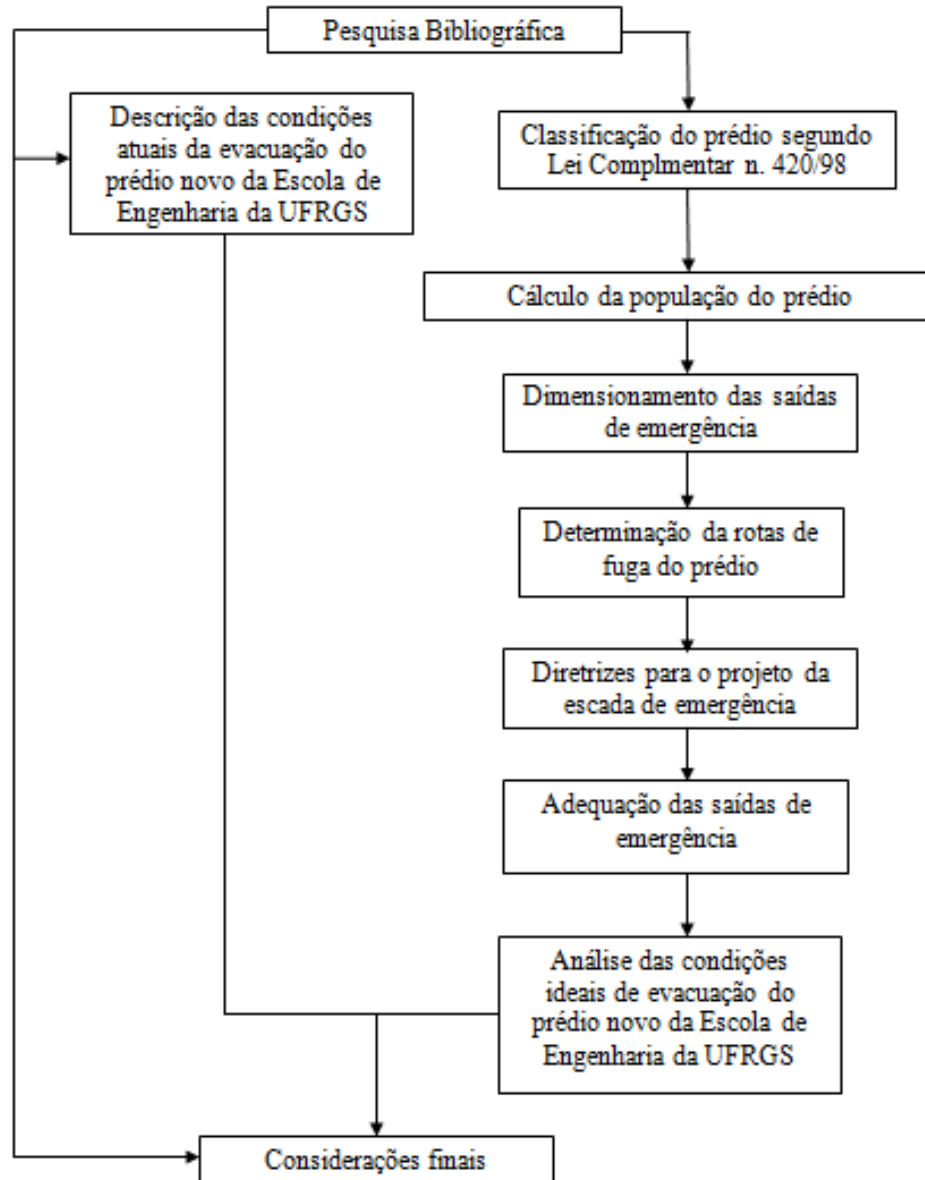
O trabalho foi realizado através das etapas representadas na figura 1, ou seja:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) descrição da situação atual das condições de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS;
- c) análise da situação atual;
- d) classificação da edificação segundo a Lei Complementar n. 420/98;
- e) cálculo da população do prédio;
- f) dimensionamento das saídas de emergência;
- g) definição das rotas de fuga do prédio;
- h) diretrizes do projeto da escada de emergência;
- i) adequação das saídas de emergência;
- j) análise da situação ideal de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS;
- l) considerações finais.

A **pesquisa bibliográfica** se destina ao estudo do sistema de combate ao incêndio para adequar o prédio da Escola de Engenharia da UFRGS segundo o Código de Proteção Contra Incêndio. Esta etapa se inicia com o Projeto de Pesquisa e permanece durante todas as etapas.

Para o dimensionamento e a adequação das saídas de emergência da Escola de Engenharia da UFRGS foi feita a **classificação da edificação segundo a Lei Complementar n. 420/98**, classificando-a quanto à ocupação/uso, grau de risco, características construtivas e exigências de Proteção Contra Incêndio por tipo de edificação.

Figura 1 – Delineamento da pesquisa



(fonte: elaborada pelo autor)

Para um melhor entendimento do cenário analisado será feita uma **descrição da situação atual das condições de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS**,

com as plantas dos pavimentos da edificação. Na sequência será realizada a **análise da situação atual** para comparação da situação ideal das condições de fuga do prédio.

Após a classificação da edificação foi feito o **cálculo da população do prédio**, segundo o Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre, para posteriormente fazer o **dimensionamento das saídas de emergência**, que compreendem portas, corredores, escadas e rampas. Em seguida foi feita a **definição das rotas de fuga do prédio** para ter conhecimento do sentido da evacuação.

Simultaneamente ao dimensionamento foi visto que a Escola de Engenharia necessita de uma escada de emergência, então foi feita a definição das **diretrizes de projeto da escada de emergência** e dada uma sugestão de localização para a mesma. Em seguida foi feita a **adequação das saídas de emergência** da Escola de Engenharia da UFRGS. Depois de concluídas todas as etapas anteriores, foi feita uma **análise da situação ideal de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS**. Com isso entra-se na etapa de **considerações finais** do Trabalho de Diplomação.

3 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

A segurança contra incêndio no Brasil vem ganhando forma desde a década de 1970 com o acontecimento de grandes sinistros no País. Infelizmente muitas vítimas e algumas mortes tiveram que acontecer para uma mobilização dos órgãos responsáveis. Em 1974, uma semana após o incêndio no Edifício Joelma, em São Paulo (GILL et al., 2008, p. 24), o Poder Legislativo daquele Estado, juntamente com os bombeiros e engenheiros atuantes na área de segurança contra incêndio, trabalharam para a criação de legislação e normas que regulamentassem adequadamente o sistema de proteção contra incêndios.

Em 1997, são aprovadas as normas de segurança contra incêndio, no Rio Grande do Sul, segundo Decreto Estadual 37.380/97 que, em 1998, foi alterado pelo Decreto Estadual 38.273/98. Desde a década de 1990 que está instituído o Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre com a Lei Complementar n. 420/98. Faz então um pouco mais de uma década que se intensificou a fiscalização da prevenção contra incêndio nas edificações de Porto Alegre. Isso permite que prédios construídos anteriormente a instituição do Código de Proteção Contra Incêndio adêquem-se à Legislação.

Atualmente está se verificando que a Segurança Contra Incêndio tende a uma unificação de leis e normas vigentes no Brasil, uma vez que cada Estado, e até municípios, têm as suas próprias normas, “[...] a cadeia das profissões envolvidas na SCI [Segurança Contra Incêndio] é complexa, pois vai desde legisladores e profissionais seniores indo até os brigadistas¹, passando por arquitetos, engenheiros, técnicos em instalações, avaliadores, etc.” (DEL CARLO, 2008, p. 15). O Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio (ABNT/CB 24) é o órgão de planejamento, coordenação e controle das atividades de elaboração de Normas relacionadas com os assuntos de segurança contra incêndio.

Dentro da tendência da unificação das leis algumas medidas devem ser tomadas. O quadro 1 apresenta as principais medidas de prevenção contra incêndio indicadas por Mitidieri (2008, p. 58-59).

¹ Brigadistas: integrantes do grupo organizado de pessoas voluntárias ou não, treinadas e capacitadas para atuar na prevenção, abandono e combate a um princípio de incêndio e prestar os primeiros socorros, dentro de uma área preestabelecida. NBR 14276 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 2)

Quadro 1 – Principais medidas de prevenção contra incêndio

ELEMENTO	PRINCIPAIS MEDIDAS DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO	
	RELATIVAS AO PROCESSO PRODUTIVO DO EDIFÍCIO	RELATIVAS AO USO DO EDIFÍCIO
Precaução contra o início do incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - correto dimensionamento e execução de instalações de serviço - distanciamento seguro entre fontes de calor e materiais combustíveis - provisão de sinalização de emergência 	<ul style="list-style-type: none"> - correto dimensionamento e execução de instalações do processo - correta estocagem e manipulação de líquidos inflamáveis e combustíveis e de outros produtos perigosos - manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos e instalações que podem provocar o início do incêndio - conscientização do usuário para a prevenção do incêndio
Limitação do crescimento do incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos - controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos 	<ul style="list-style-type: none"> - controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos
Extinção inicial do incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - provisão de equipamentos portáteis - provisão de sistema de hidrantes e mangotinhos - provisão de sistema de chuveiros automáticos - provisão de sistema de detecção e alarme - provisão de sinalização de emergência 	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos de proteção destinados a extinção inicial do incêndio - elaboração de planos para a extinção inicial do incêndio - treinamento dos usuários para efetuar o combate inicial do incêndio - formação e treinamento de brigadas de incêndio
Limitação da propagação do incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - compartimentação horizontal - compartimentação vertical - controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos - controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos 	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos destinados a compor a compartimentação horizontal e vertical - controle da disposição de materiais combustíveis nas proximidades das fachadas
Evacuação segura do edifício	<ul style="list-style-type: none"> - provisão de sistema de detecção e alarme - provisão de sistema de comunicação de emergência - provisão de rotas de fuga seguras - provisão do sistema de iluminação de emergência - provisão do sistema do controle do movimento da fumaça - controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos 	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos destinados a garantir a evacuação segura - elaboração de planos de abandono do edifício - treinamento dos usuários para a evacuação de emergência - formação e treinamento de brigadas de evacuação de emergência
Precaução contra a propagação do incêndio entre edifícios	<ul style="list-style-type: none"> - distanciamento seguro entre edifícios - resistência ao fogo da envoltória dos edifícios 	<ul style="list-style-type: none"> - controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos (na envoltória do edifício) - controle da disposição de materiais combustíveis nas proximidades das fachadas

continua

ELEMENTO	PRINCIPAIS MEDIDAS DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO	
	RELATIVAS AO PROCESSO PRODUTIVO DO EDIFÍCIO	RELATIVAS AO USO DO EDIFÍCIO
Precaução contra o colapso estrutural	- resistência ao fogo dos elementos estruturais - resistência ao fogo da envoltória do edifício	---
Rapidez, eficiência e segurança das operações de combate e resgate	- controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos - controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos	- controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos

(fonte: BERTO², 1991 apud MITIDIÉRI, 2008, p. 58-59)

Analisando estas medidas foi verificado que o PPCI (Plano de Prevenção Contra Incêndio) é fundamental para prevenção de incêndios, já que dimensiona equipamentos, compartimentação e saídas de emergência. Também relacionado à SCI o comportamento humano em incêndios, bem como a Lei Complementar n. 420/98, ajudam a entender as medidas relacionadas no quadro 1 e tratadas com mais ênfase a seguir.

3.1 PLANO DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO (PPCI)

Desde a década de 1990, está em vigor o Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre através da Lei Complementar n. 420/98. Este Código institui o plano de prevenção contra incêndio, que segundo Nunes (2009, p. 5), “[...] consiste em uma exigência legal para a avaliação contra incêndio e tem por objetivo reduzir a possibilidade de ocorrência deste, proteger a vida dos ocupantes das edificações, minimizar a propagação do fogo e reduzir os danos materiais.”. O PPCI deve nascer juntamente com o projeto arquitetônico, levando em conta as distâncias para serem alcançadas as saídas, as escadas (largura, dimensionamento dos degraus, controle de fumaça, corrimãos, resistência ao fogo, etc.), a combustibilidade e a resistência ao fogo das estruturas e materiais de acabamento, a vedação de aberturas, as barreiras para evitar propagação de um compartimento a outro, o controle da carga de incêndio (soma das energias caloríficas que poderiam ser liberadas pela combustão) e a localização dos demais sistemas.

² BERTO, A. F. **Medidas de proteção contra incêndio**: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios. 1991. 351 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Os fatores citados interferem no comportamento da evacuação das edificações, bem como nas saídas de emergência, em caso de sinistro, portanto as edificações em Porto Alegre que necessitam de PPCI devem seguir a Lei Complementar n. 420/98 para que, em caso de incêndio, por exemplo, o sistema de prevenção esteja bem dimensionado e não ocorram acidentes. A evacuação de edificações inicia-se no período de ignição do fogo, passando pela detecção (através de detectores de incêndio e fumaça), alarme (acústico e/ou visual), a partir do aviso ocorre à percepção do que está acontecendo no local e a interpretação da informação gerando dúvida se é verídica ou não. Para Araújo ([2009], p. 7):

A maior parte das pessoas [acreditam que] durante o acionamento de um alarme de incêndio trata-se apenas de um exercício simulado, e outra quantidade significativa pensa estar relacionado o som com as atividades de manutenção dos sistemas, [poucas pessoas] consideram a hipótese de um incêndio real.

O momento de maior pânico corresponde a fase 3 da evolução de um incêndio, segundo Martín e Peris (1982³ apud MITIDIÉRI, 2008, p. 61), mostrado no quadro 2.

Quadro 2 – Evolução do incêndio

FASES	EVOLUÇÃO CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS ENVOLVIDOS
FASE 1	Fonte localizada: calor desenvolvido limitado Reação ao fogo: - incombustibilidade - inflamabilidade
FASE 2	Propagação do incêndio Reação ao fogo: - incombustibilidade - inflamabilidade - propagação de chamas - transmissão de calor Resistência ao fogo
FASE 3	Reação ao fogo: Pânico - vítimas Resistência ao fogo: - medidas de extinção - salvamento: pessoas e bens

(fonte: MARTÍN; PERIS⁴, 1982, p. 22 apud MITIDIÉRI, 2008)

Caso o sinistro seja confirmado inicia-se a ação propriamente dita, as pessoas presentes na edificação começam a se dirigir para as saídas de emergência, pelas rotas de fuga, estas devendo permanecer desobstruídas em todos os pavimentos, ficando livres de quaisquer

³ MARTÍN, L. M. E.; PERIS, J. J. F. **Comportamiento al fuego de materiales y estructuras**. Madrid: Laboratorio de Experiencias e Investigaciones del Fuego. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1982.

⁴ op. cit.

obstáculos, tais como móveis, divisórias, depósito de materiais. Os sentidos de abertura das portas podem ser obstáculos no momento de fuga. Para Porto Alegre (2001, p. 77), “[...] as portas das rotas de saída, as das salas com capacidade acima de cem pessoas quando em comunicação com acessos ou descargas⁵ e as de locais de reunião de público devem abrir no sentido do trânsito de saída.” A construção do sistema de saídas de emergência deve estar em condições de dar conforto mínimo e segurança ao usuário.

As PCF⁶ (portas corta-fogo) e PRF⁷ (portas resistentes ao fogo) devem permitir a abertura sem uso de chaves, para que qualquer pessoa que esteja na edificação possa sair pelas rotas de fuga sem qualquer impedimento. Terminando a movimentação dos ocupantes está completa a evacuação. O ideal é que isto aconteça dentro das condições suportáveis pelo ser humano, como mostra a figura 2.

Figura 2 – Tempo de evacuação



(fonte: ALVES et al., 2008, p. [6])

O primeiro período compreende o início do fogo, quando os materiais que estão em fase de queima ainda podem ser controlados, a partir disto ocorre um aumento súbito de calor que se perde o controle da combustão e pela quantidade de calor ou fumaça liberada pela queima dos

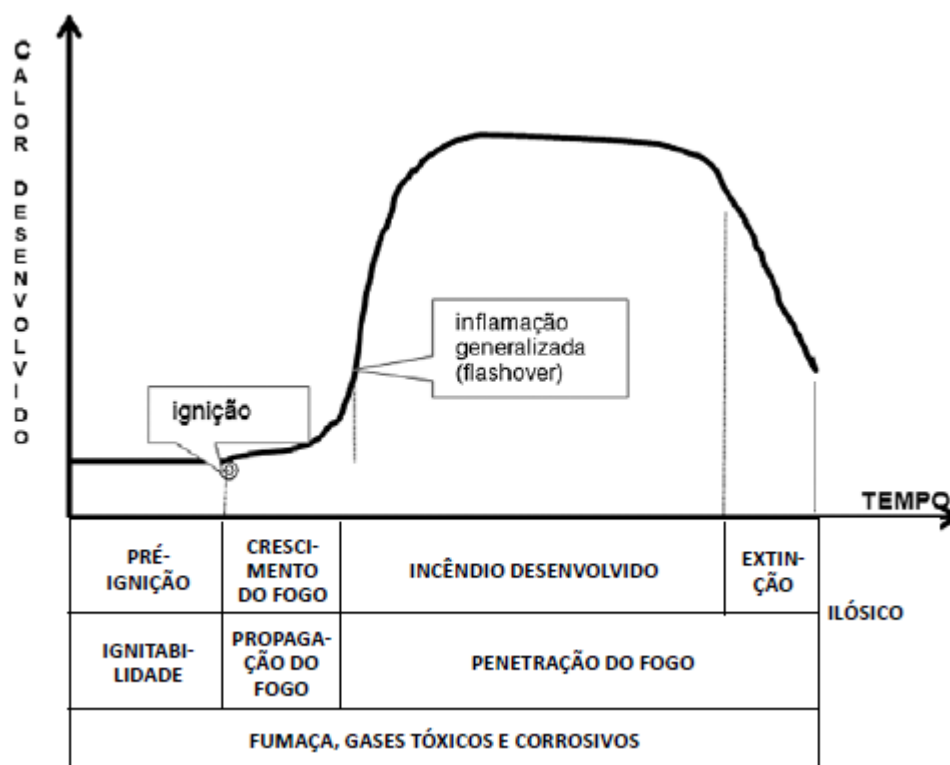
⁵ Descargas: parte da saída de emergência de uma edificação que fica entre a escada e o logradouro público ou área externa com acesso a este (PORTO ALEGRE, 2001, p. 12).

⁶ PCF = Porta corta-fogo: conjunto de folha de porta, marco e acessórios, construída de acordo com as normas brasileiras, que retarda a propagação do incêndio de um ambiente para outro, sem sofrer colapso, por tempo determinado (PORTO ALEGRE, 2001, p. 15).

⁷ PRF = Porta resistente ao fogo: conjunto de folha de porta, marco, alizares e acessórios que resistem ao efeito do fogo, sem sofrer colapso, por tempo não inferior a 30 minutos (PORTO ALEGRE, 2001, p. 15).

materiais é detectado o incêndio, dando início a segunda etapa da figura 2. A figura 3 exemplifica melhor a evolução do fogo. Após ocorrer a detecção, o alarme é acionado, automaticamente ou manualmente. A partir deste momento é dado início ao tempo de pré- evacuação, quando ocorre a percepção, interpretação e a ação de movimentação propriamente dita. A população se dirige as rotas de fuga dando início ao tempo de movimento até a completa evacuação do prédio, finalizando a etapa de tempo necessário para a evacuação, simbolizada pela seta verde da figura 2. O ideal é que a seta vermelha seja sempre maior que a seta verde, pois o ser humano possui limites de tolerância de calor e inalação de gases tóxicos.

Figura 3 – Desenvolvimento do fogo



(fonte: SEITO, 2008, p. 44)

Para Abolins et al. (2008, p. 104, grifo nosso) o tempo de evacuação depende de:

- características da população:** número de ocupantes, sua distribuição pela edificação, sua condição física, suas reações, seu estado físico e mental; tempo que dormiu ou o tempo que esteja acordado e se é ou não treinado para enfrentar emergências;
- tipo de atividade exercida:** natureza dos componentes, dos processos industriais, etc.;

- c) **instalações industriais abertas**: são consideradas de alto risco para a evacuação. São os processos industriais que em fração de segundos colocam em risco uma grande área. A saída de funcionários de plataformas e torres de refinação devem estar no sistema de evacuação e receber um tratamento particular e requerem um treinamento específico (indústrias químicas, petroquímicas).

De acordo com Alves et al. (2008, p. [7], grifo nosso):

O **tempo de detecção** é o tempo necessário para que o incêndio seja percebido desde o seu início, seja por sistemas automáticos de detecção ou por uma testemunha. Quanto mais rápida for a detecção, maior a chance de o incêndio ser debelado e maior será o tempo disponível para a evacuação. O tempo de alarme é medido entre a detecção e o momento que as pessoas são avisadas. Este aviso também pode ser por sistemas automáticos ou mesmo pelos brigadistas de incêndio. Atualmente, para o caso de dispositivos automáticos de detecção e alarme, esses tempos são facilmente estimados com a utilização dos modelos de propagação do fogo, principalmente resultantes das simulações computacionais e de testes de detecção de fumaça e temperatura.

3.2 COMPORTAMENTO HUMANO EM INCÊNDIOS

Para Araújo (2008, p. 96), “[...] a maioria das pessoas que sobrevivem às situações de emergência não é a mais jovial e forte, mas a que está mais consciente e preparada de como agir nessas situações.”. O ideal é que para as pessoas saberem agir é necessário que a edificação tenha uma equipe especializada em ordenar a evacuação do local inseguro, para isso existe uma equipe chamada de Brigada de Abandono⁸. Além disso, existe o plano de abandono do prédio, no qual se encontra um conjunto de normas e ações que a equipe de abandono deve executar visando à remoção da população presente. Para Araújo ([2009], p. 1, grifo do autor):

[...] as reações humanas são condicionadas por um mecanismo fisiológico, no qual o homem ao ser informado de uma situação de perigo, o qual ele identifica com base em experiências, cognitivas anteriores ou de conhecimento adquirido através da informação e de relatos, o qual lhe permite estabelecer comparações.

As reações, estas as mais típicas são:

- a) a **fuga**, na maior parte dos comportamentos ou;
- b) a **luta** da situação de perigo, ou a ausência dela;
- c) a **inércia**, em que nada mais é de um processo total de negação do fato relacionado com o perigo, motivado por uma situação maior e mais complexa que a capacidade individual de ser tomada qualquer ação, quer fugir ou lutar.

⁸ Brigada de Abandono: grupo de funcionários estrategicamente localizados e devidamente treinados para efetuarem a retirada ordenada de todos os ocupantes do edifício. (CAMILLO JÚNIOR; LEITE, 2008, p. 290).

Existem várias situações que modificam o comportamento humano em situações de risco, uma delas é a redução do nível de gás oxigênio (O_2), acarretando em vários efeitos fisiológicos, bem como psicológicos. A toxicidade da fumaça depende das substâncias gasosas que as compõe, de acordo com Seito (2008, p. 51) o monóxido de carbono (CO):

[...] é encontrado em todos os incêndios e é resultado da combustão incompleta dos materiais combustíveis a base de carbono, como a madeira, tecidos, plásticos, líquidos inflamáveis, gases combustíveis, etc.

O efeito tóxico deste gás é a asfixia, pois ele substitui o oxigênio no processo de oxigenação do cérebro efetuado pela hemoglobina.

Outra situação que modifica o comportamento do humano em situações de risco é a presença de dióxido de carbono (CO_2). Segundo Seito (2008, p. 52), “[...] resultado da combustão completa dos materiais combustíveis a base de carbono.”, que afeta a respiração das pessoas presentes no sinistro, chegando ao ponto de fechar uma porta ao invés de abrir para fugir da edificação em chamas. Mitidieri (2008, p. 65) mostra no quadro 3 os sintomas dos seres humanos em relação aos incêndios.

Quadro 3 – Sintomas humanos em incêndios

CONCENTRAÇÃO (PPM)	SINTOMAS
35	nenhum sintoma adverso dentro de 8 horas de exposição
200	dor de cabeça após 2 a 3 horas de exposição
400	dor de cabeça e náusea após 1 a 2 horas de exposição
800	dor de cabeça, náusea e distúrbios após 45 minutos de exposição; morte em até 2 horas de exposição
1.000	perda da consciência
1.600	dor de cabeça, náusea e distúrbios após 5 a 10 minutos de exposição, perda da consciência após 30 minutos de exposição
12.800	efeitos fisiológicos imediatos, perda da consciência e risco de vida após 1 a 3 minutos de exposição

(fonte: MITIDIERI, 2008, p. 65)⁹

Um ambiente com fumaça dificulta principalmente a respiração e a visibilidade. Mesmo a edificação possuindo iluminação e sinalização de emergência, com a presença da fumaça fica difícil a percepção das indicações de rotas de fuga, para Seito (2008, p. 48):

⁹ O autor indica como fonte o artigo do NFPA Journal, v. 6, n. 6, Nov./Dec. 1997.

[...] a fumaça desenvolvida no incêndio afeta a segurança das pessoas das seguintes maneiras:

- a) tira a visibilidade das rotas de fuga;
- b) tira a visibilidade por provocar lacrimejamento, tosse e sufocação;
- c) aumenta a palpitação devido à presença de gás carbônico;
- e) provoca o pânico por ocupar grande volume do ambiente;
- f) provoca o pânico devido ao lacrimejamento, tosse e sufocação;
- g) debilita a movimentação das pessoas pelo efeito tóxico de seus componentes;
- h) tem grande mobilidade podendo atingir ambientes distantes em poucos minutos.

De acordo com Seito (2008, p. 51, grifo do autor):

[...] a visibilidade de um observador dentro do ambiente com fumaça depende de várias condições; algumas são funções da fumaça, outras do ambiente e outras do próprio observador.

Estas condições podem ser agrupadas, como segue:

- a) **fumaça**: cor, tamanho das partículas, densidade e efeitos fisiológicos;
- b) **ambiente**: tamanho e cor do objeto observado, iluminação no objeto;
- c) **observador**: estado físico e mental, verificado em condições laboratoriais ou em estado de tensão ou pânico num incêndio real.

Outro fator relevante na evacuação de edificações em caso de incêndio é a temperatura. Os efeitos podem variar de acordo com o tempo de exposição, “[...] as condições mais severas entre 50°C até 65°C são consideradas incapacitantes. Temperaturas acima de 100°C podem causar a morte.” (ARAÚJO, [2009], p. 5). Portanto, como a temperatura interfere diretamente na fuga em caso de sinistros, o quadro 4 mostra os efeitos fisiológicos do calor.

Quadro 4 – Efeitos fisiológicos causados pelo calor

EFEITOS FISIOLÓGICOS DO CALOR	
EFEITOS FISIOLÓGICOS	TEMPERATURA
Possível parada cardíaca	60°C
Tolerância da temperatura por 49 minutos	82°C
Queimadura rápida da pele no ar úmido	100°C
Tolerância da temperatura por 20 minutos	115°C
Dificuldade de respirar pelo nariz	126°C
Dificuldade de respirar pela boca	148°C
Temperatura limite para escape	148°C
Dor acentuada na pele seca	160°C
Tolerância da temperatura em em menos de 4 minutos	198°C
Limite do sistema respiratório	198°C

(fonte: ARAÚJO, [2009], p. 5)

Segundo Araújo ([2009], p. 5), “[...] a quantidade de O₂ no ambiente determina ou não a sobrevivência em um incêndio, concentrações menores que 9% levam a inconsciência imediata, e a partir do terceiro minuto nestas condições restritivas caem as chances de sobrevivência em um incêndio.”. A figura 4 mostra a probabilidade de sobreviver com restrições de O₂.

Figura 4 – Probabilidade de sobrevivência com restrições de O₂

(fonte: ARAÚJO, [2009], p. 5)

3.3 LEI COMPLEMENTAR n. 420/98

Com a finalidade de preservar e proteger a vida humana em edificações em caso de sinistro foi criado o Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre através da Lei Complementar n. 420/98. Esta obriga a instalação de equipamentos e o atendimento de medidas de proteção contra incêndio em todas as edificações e estabelecimentos existentes, em construção e a construir no município de Porto Alegre. Segundo esse Código, os incêndios são classificados como apresentado no quadro 5.

Quadro 5 – Classificação dos incêndios

Classe A	Incêndios em materiais combustíveis sólidos, tais como madeira, papel, tecido, lixo e assemelhados
Classe B	Incêndios em líquidos inflamáveis e gases combustíveis, graxas, óleos e assemelhados
Classe C	Incêndios em equipamentos elétricos energizados
Classe D	Incêndios em metais pirofóricos (tais como magnésio, potássio e assemelhados) em aparas, pó e assemelhados

(fonte: PORTO ALEGRE, 2001, p. 26)

Para adequar as edificações ao Código são feitas classificações quanto à ocupação¹⁰, às características construtivas, etc. Após esta classificação são dimensionados os números de unidades extintoras, saídas de emergência, alarmes, número e tipos de escadas, rede hidráulica automática ou sob comando, pois no PPCI deve constar anexo com os memoriais de cálculo dos equipamentos de proteção contra incêndio. É necessário para uma boa prevenção do prédio, em caso de incêndio, que todos estes procedimentos estejam conforme a Lei Complementar n. 420/98. Para fins de dimensionamento das instalações de proteção contra incêndio, os riscos correspondentes às diferentes ocupações são classificados de 1 a 12, como mostra o quadro 6 (PORTO ALEGRE, 2001, p. 26).

¹⁰ Classificação quanto à ocupação: uso real ou uso previsto de uma edificação ou parte dela, para abrigo e desempenho de atividades de pessoas ou proteção de animais e bens (PORTO ALEGRE, 2001, p. 14).

Quadro 6 – Classificação do risco de incêndio

CLASSIFICAÇÃO DO RISCO	GRAU DE RISCO
Pequeno	de 1 a 4
Médio	de 5 a 9
Grande	10 a 12

(fonte: PORTO ALEGRE, 2001, p. 26)

Caso este maior risco seja isolado, com afastamento entre edificações, compartimentação horizontal e vertical, trata-se o risco de forma pontual e não global. Considera-se afastamento a distância mínima de 3 m compreendida entre aberturas de edificações. Segundo Porto Alegre (2001, p. 41):

[...] a compartimentação horizontal é feita por paredes corta-fogo, as quais devem ser executadas em alvenaria de tijolos maciços, tendo as seguintes resistências mínimas ao fogo:

I – 4h, quando um ou ambos os setores isolados forem de risco médio ou grande;

II – 2h, quando ambos os setores isolados forem de risco pequeno.

Para Porto Alegre (2001, p. 46), “[...] a compartimentação vertical é constituída por entrepiso executado em concreto armado, resistente à 4h de fogo.”. Definido o risco e o isolamento de riscos, faz-se o dimensionamento das saídas de emergência. As saídas de emergência são compreendidas em: acessos ou rotas de saídas horizontais, escadas PF¹¹ (escada enclausurada à prova de fumaça), EP¹² (escada enclausurada protegida), NE¹³ (escada comum), PFP¹⁴ (escada à prova de fumaça pressurizada) e/ou rampas e descarga.

¹¹ Escada enclausurada à prova de fumaça (PF): escada cuja caixa é envolvida por paredes resistentes ao fogo e dotada de portas corta-fogo, cujo acesso é por antecâmara igualmente enclausurada ou local aberto, de modo a evitar fogo e fumaça em caso de incêndio (PORTO ALEGRE, 2001, p. 12).

¹² Escada enclausurada protegida (EP): escada devidamente ventilada situada em ambiente envolvido por paredes resistentes ao fogo e dotada de portas resistentes ao fogo (PORTO ALEGRE, 2001, p. 12).

¹³ Escada comum (NE): escada que, embora possa fazer parte de uma rota de saída, se comunica diretamente com os demais ambientes, como corredores, halls e outros, em cada pavimento, não possuindo portas corta-fogo ou resistentes ao fogo (PORTO ALEGRE, 2001, p. 12).

¹⁴ Escada à prova de fumaça pressurizada (PFP): escada à prova de fumaça, cuja condição de estanqueidade à fumaça é obtida por método de pressurização (PORTO ALEGRE, 2001, p. 12).

As larguras das saídas de emergência são de suma importância para a vazão da população presente em uma edificação em caso de incêndio, são dimensionadas de acordo com Porto Alegre (2001, p. 50) com a seguinte fórmula:

$$N = P / C \quad (\text{fórmula 1})$$

Onde:

N = número de unidades de passagem¹⁵ que cada saída deve ter;

P = população, conforme coeficiente da Lei Complementar n. 420/98 (quadro 7) e critérios do art. 64;

C = capacidade de unidade de passagem.

Ainda desta Lei, o art. 64 indica (PORTO ALEGRE, 2001, p. 52):

[...] no dimensionamento da largura deve ser observado o seguinte:

- I – os acessos devem ser dimensionados em função da população a que servirem, nos respectivos pavimentos;
- II – as escadas, rampas e descargas são dimensionadas em função do pavimento de maior população, o qual determina as larguras mínimas para os lanços correspondentes aos demais pavimentos, considerando-se o sentido da saída.

Para cada tipo de saídas como: acessos, descargas, escadas, rampas, portas, mudam os coeficientes para o cálculo das unidades de passagem. Durante a evacuação as pessoas percorrem rotas que caso não tenham saídas no mesmo nível para o exterior, necessitam de escadas. Como já tratado anteriormente existem vários tipos de escadas, dependendo de como a edificação se enquadra no Código de Proteção Contra Incêndio, ou seja, para cada tipo de ocupação existe uma necessidade de escada de emergência. Os degraus das escadas de emergência devem seguir a fórmula de Blondel (PORTO ALEGRE, 2001, p. 63).

¹⁵ Unidade de passagem: largura mínima para a passagem de uma fila de pessoas, fixada em 0,55m (PORTO ALEGRE, 1998, p. 16).

Quadro 7 – Dados para dimensionamento das saídas

OCUPAÇÃO		POPULAÇÃO	CAPACIDADE DA UNIDADE DE PASSAGEM		
GR	DIVISÃO		ACESSO E DESCARGAS	ESCADAS E RAMPAS	PORTAS
A	A-1, A-2	2 pessoas por dormitório	60	45	100
	A-3	2 pessoas por dormitório e 1 pessoa por 4m ² de área de alojamento (1)			
B	-	1 pessoa por 15m ² de área (2) (3)	100	60	100
C	-	1 pessoa por 3m ² de área, para térreo e subsolo e 1 pessoa por 5m ² para pavimentos superiores			
D	-	1 pessoa por 9m ² de área			
E	E-1 a E-5	1 aluno por m ² de sala de aula			
	E-6	1 aluno por 1,50m ² de área	30	22	30
F	F-1	1 pessoa por 3m ² de área	100	75	100
	F-2, F-3, F-4, F-6, F-7, F-8	uma pessoa por m ² de área (4)			
	F-5	1,2 pessoa/assento fixo definido no projeto			
G	G-1, G-2, G-3	1 pessoa por 40 vagas de veículo	100	60	100
	G-4, G-5	1 pessoa por 20m ² de área			
H	H-1	1 pessoa por 9m ² de área	60	45	100
	H-2	2 pessoas por dormitório e uma pessoa por 4m ² de área de alojamento (1)	30	22	30
	H-3	1,5 pessoa por leito (5)	60	45	100
	H-4, H-5	(Consultar normas específicas)			
I	-	Uma pessoa por 10m ² de área (6)	100	60	100
J	-	Uma pessoa por 30m ² de área (6)			
OBSERVAÇÕES:					
1) Alojamento = dormitório coletivo, com mais de 10m ² .					
2) Por área entende-se a <i>área de pavimento</i> que abriga a população em foco, conforme 6.5 e artigos 22 e 24. Quando discriminado o tipo de área (p. ex. área de alojamento), usa-se a área útil interna da dependência em questão.					
3) Centros de convenções em hotéis e situações semelhantes não são considerados <i>ocupações subsidiárias</i> desses, devendo ser enquadrados no grupo de <i>ocupação</i> F-5.					
4) As cozinhas e suas áreas de apoio, nas ocupações F-6 e F-7 têm sua ocupação admitida como no grupo D.					
5) Em hospitais e clínicas com internamento (H-3) que tenham pacientes ambulatoriais, acresce-se à área calculada por leito a <i>área de pavimento</i> correspondente ao ambulatório, na base de uma pessoa por 7m ² .					
6) A parte de atendimento ao público de comércio atacadista deve ser considerada no grupo C.					

(fonte: PORTO ALEGRE, 2001, p. 51)

A iluminação também é um elemento importante na evacuação, pois de modo a auxiliar na indicação das saídas, facilita a fuga em caso de emergência. Está definida pela NBR 10898: sistema de iluminação de emergência (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 2): “[...] iluminação que deve clarear áreas escuras de passagens, horizontais e verticais, incluindo áreas de trabalho e áreas técnicas de controle de restabelecimento de serviços essenciais e normais, na falta de iluminação normal.”. Segundo o Código (PORTO ALEGRE, 2001, p. 83), “As luminárias devem ser adequadamente distribuídas, de maneira que de todos os ambientes haja condições de evacuação, devendo haver iluminação ao longo das rotas que constituem as saídas de emergência, para permitir circulação rápida e segura.”. Muita iluminação ofusca a identificação das placas de saída e de objetos, podendo ser prejudicial na hora de abandonar uma edificação em caso de sinistro.

Está claro que o tempo de evacuação fica reduzido se a demora na identificação do sinistro for grande, quanto mais rápido circular a informação de que o prédio está sendo evacuado, maiores são as chances dos ocupantes saírem com vida. A maneira mais eficaz de perceber que está ocorrendo um incêndio, por exemplo, é a informação por um sistema de alarme acústico. Este alarme é composto pelos seguintes componentes. (PORTO ALEGRE, 2001, p. 84):

[...]

I – quadro supervisor central;

II – acionadores manuais locais;

III – alertadores acústicos;

IV – alimentação elétrica normal e de emergência;

V – tubulação resistente ao fogo e fiação elétrica antichama.

Para Porto Alegre (2001, p. 85) “[...] o quadro supervisor central deve ser instalado em local seguro, de fácil acesso, preferentemente em pavimento térreo, junto à local onde seja maior a permanência do pessoal responsável pelo atendimento [...]”. Já os acionadores manuais “[...] devem ser instalados em local bem visível e de fácil acesso, de preferência nas áreas de circulação dos pavimentos.” (PORTO ALEGRE, 2001, p. 85).

Isso faz com que as pessoas que detectaram o incêndio ou sentiram cheiro de fumaça, tenham facilidade de localizar os acionadores do alarme acústico acionando-o para que a informação

de evacuar o prédio seja divulgada instantaneamente ao acionamento do alarme, diminuindo o tempo de pré-evacuação. Os acionadores devem atender os seguintes itens:

[...]

- I – situar-se entre 1,20m e 1,60m acima do piso pronto;
- II – ser colocados de forma que a distância a ser percorrida para atingi-los seja, no máximo de 30m, medida em linha reta de qualquer ponto do pavimento;
- III – localizar-se próximo às entradas, no pavimento térreo, e próximo às escadas, nos pavimentos elevados;
- IV – ser dotados de dispositivo luminoso, tipo “led” ou similar, que indique estar em condições de funcionamento;
- V – ser dotados de dispositivo luminoso, tipo “led” ou similar, em cor diversa ao indicador de funcionamento, que indique ter sido acionado o sistema.

Quando a edificação possuir detector de calor e fumaça, o tempo de percepção diminui mais ainda, já que não é preciso uma pessoa acionar o alarme, pois esse é automático.

O sistema de alarme acústico para Porto Alegre (2001, p. 85):

[...] deve ter:

- I – bateria recarregável que assegure o funcionamento mínimo por uma hora;
- II – sistema de sonorização que não possa ser confundido com o de outras fontes;
- III – indicação visual, no quadro supervisor, de defeito na alimentação elétrica ou na fiação.

Estes itens asseguram o bom funcionamento do sistema de aviso de sinistro, desde que estejam bem localizados.

A indicação visual no quadro supervisor é importante para o tempo de evacuação, pois, caso algum problema ocorra no alarme é de fácil identificação para ser ajustado. Dentro do tempo de evacuação está incluso o tempo de percepção do incêndio, caso algum dos itens citados anteriormente tenha algum problema, o tempo de evacuação aumenta, e, dependendo de quanto for este tempo não revertem as vidas presentes na edificação sinistrada.

4 A EDIFICAÇÃO

Este capítulo descreve a edificação onde foram analisadas as condições de evacuação, apresentando suas características de segurança contra incêndio e dando soluções para um abandono do prédio com segurança.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

O prédio da Escola de Engenharia inaugurado no ano de 1960 é constituído de estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação e divisórias leves. Projetado com intuito de atender a demanda dos alunos com salas de aula, auditórios, laboratórios de ensino e pesquisa, biblioteca e gabinetes, a Edificação veio sofrendo modificações ao longo do tempo. As novas exigências para o bom funcionamento da Escola de Engenharia da UFRGS fez com que houvesse ampliações nas salas de aula, bem como no acervo da biblioteca e na quantidade de gabinetes. Hoje o prédio possui aproximadamente 10.772 m² de área construída distribuídos em 8 pavimentos e 30 m de altura como mostra no quadro 8. Possui 9 laboratórios, 6 auditórios, 1 biblioteca, aproximadamente 22 salas de aula, 2 elevadores sociais, 1 elevador de serviço e somente 1 escada para o acesso dos 8 pavimentos, a mesma, sem proteção contra incêndio e fumaça.

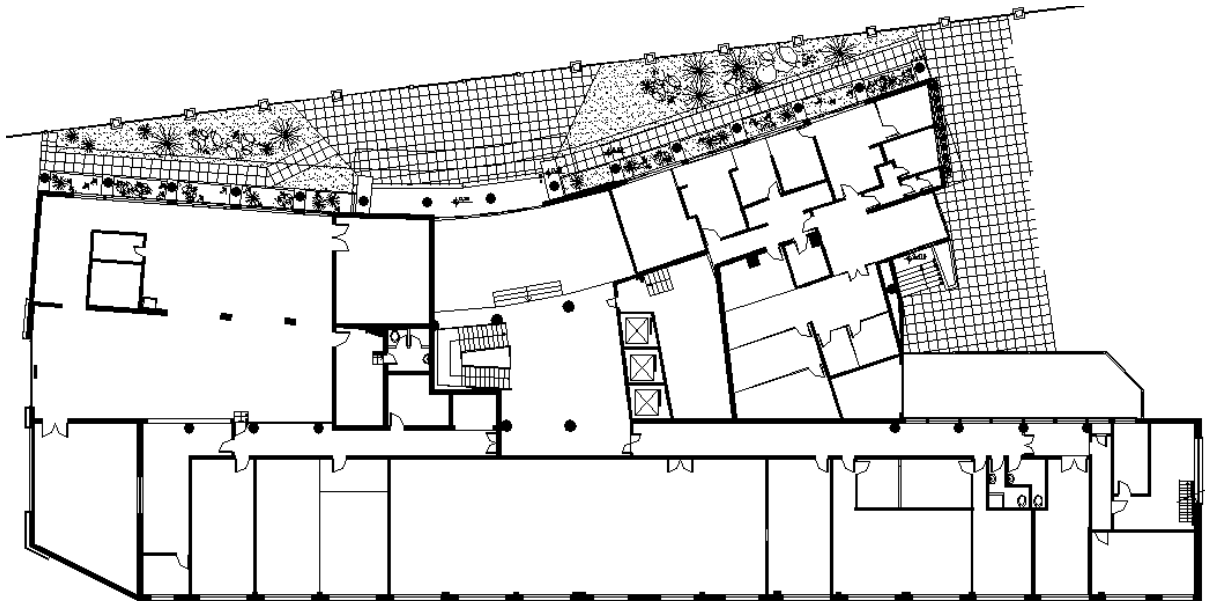
Quadro 8 – Área Construída da Escola de Engenharia da UFRGS

PAVIMENTOS	ÁREA CONSTRUÍDA(m²)
Térreo	1648,786
2º pav.	1500
3º pav.	1500
4º pav.	1500
5º pav.	1500
6º pav.	1500
7º pav.	1500
8º pav.	122,9
TOTAL	10771,686

(fonte: elaborado pelo autor)

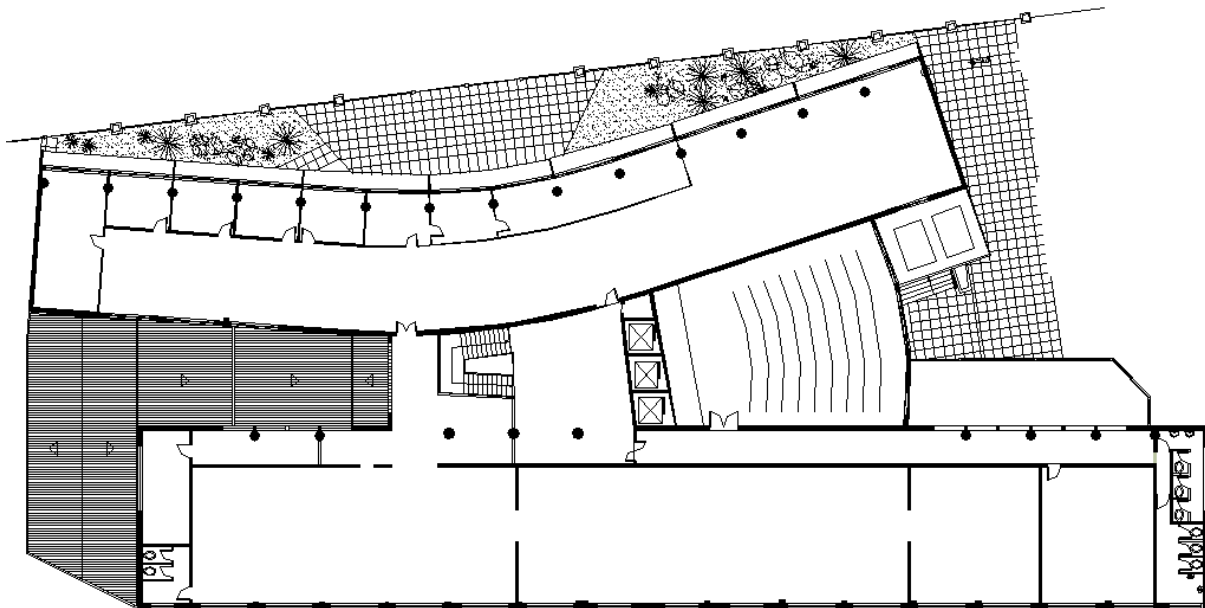
Nas figuras 5 a 12 são apresentadas as plantas baixas de cada pavimento nas quais foram analisadas as ocupações, grau de riscos, dimensões de saídas, no intuito de analisar as condições atuais de evacuação do prédio da Escola de Engenharia da UFRGS.

Figura 5 – Planta baixa do pavimento térreo do prédio.



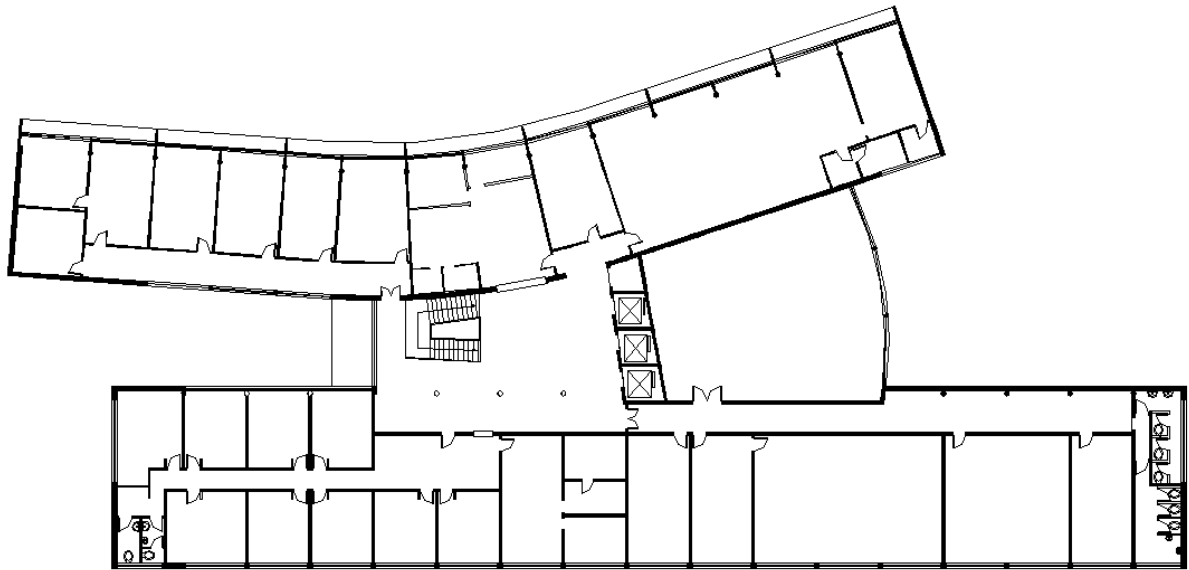
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 6 – Planta baixa do 2º pavimento do prédio.



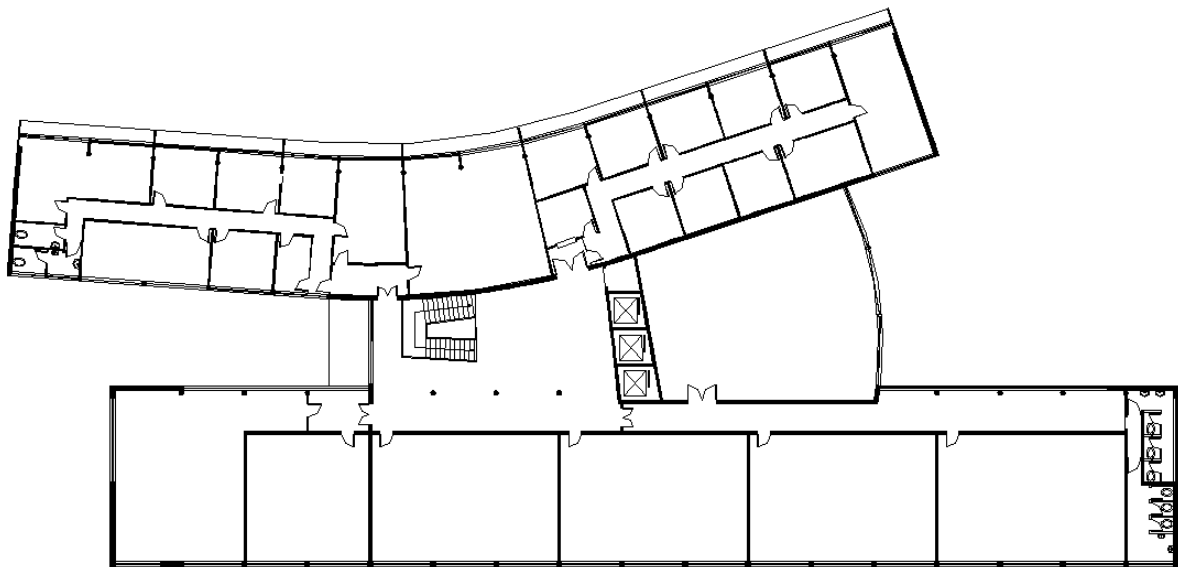
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 7 – Planta baixa do 3º pavimento do prédio.



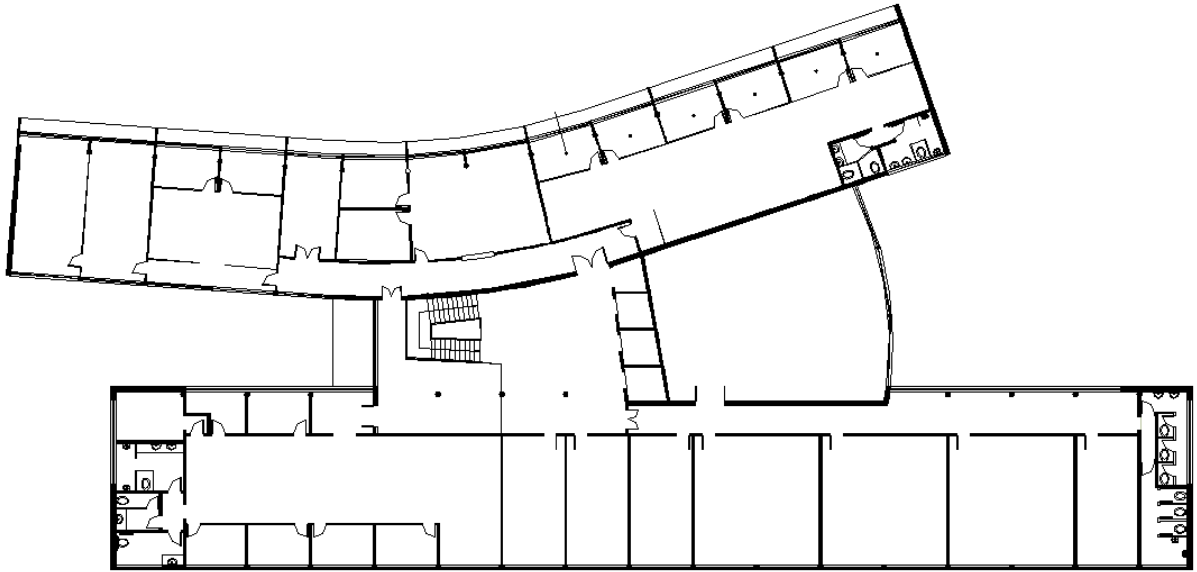
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 8 – Planta baixa do 4º pavimento do prédio.



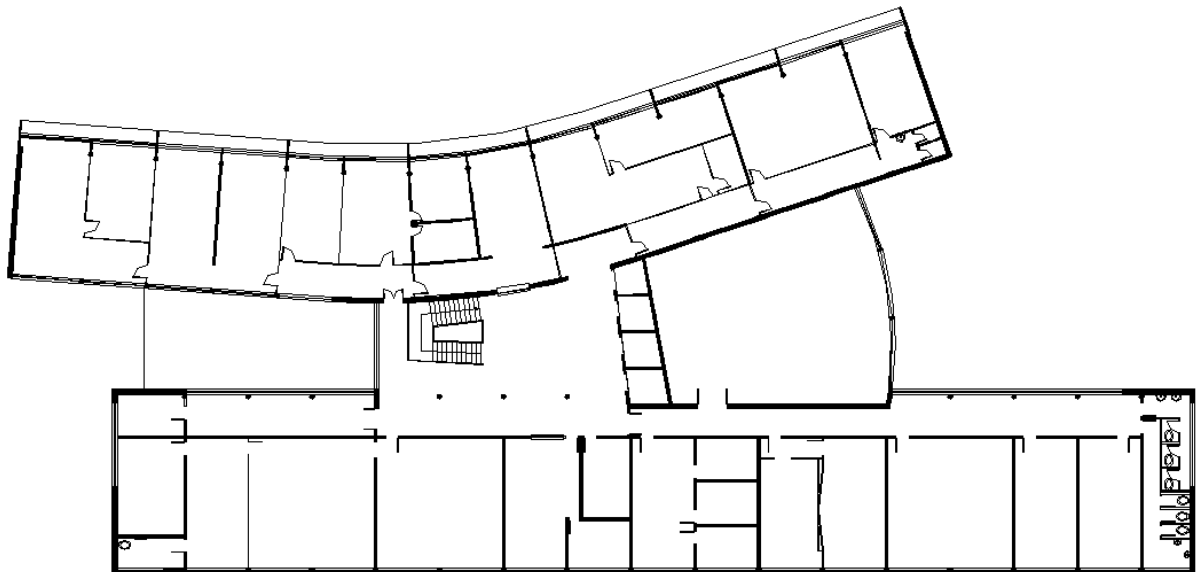
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 9 – Planta baixa do 5º pavimento do prédio.



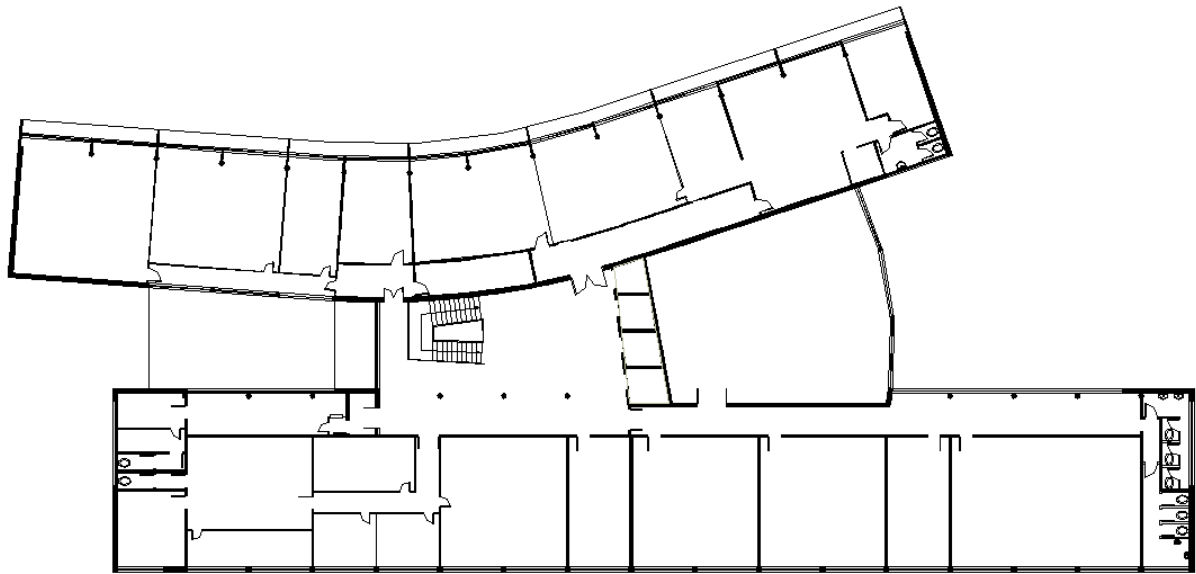
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 10 – Planta baixa do 6º pavimento do prédio.



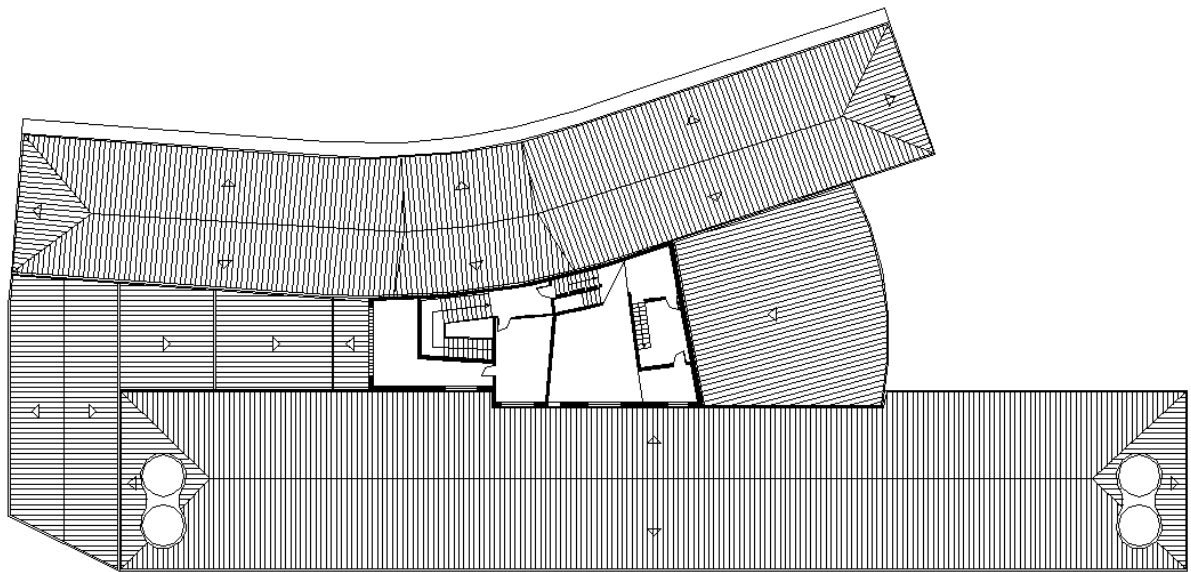
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 11 – Planta baixa do 7º pavimento do prédio.



(fonte: elaborado pelo autor)

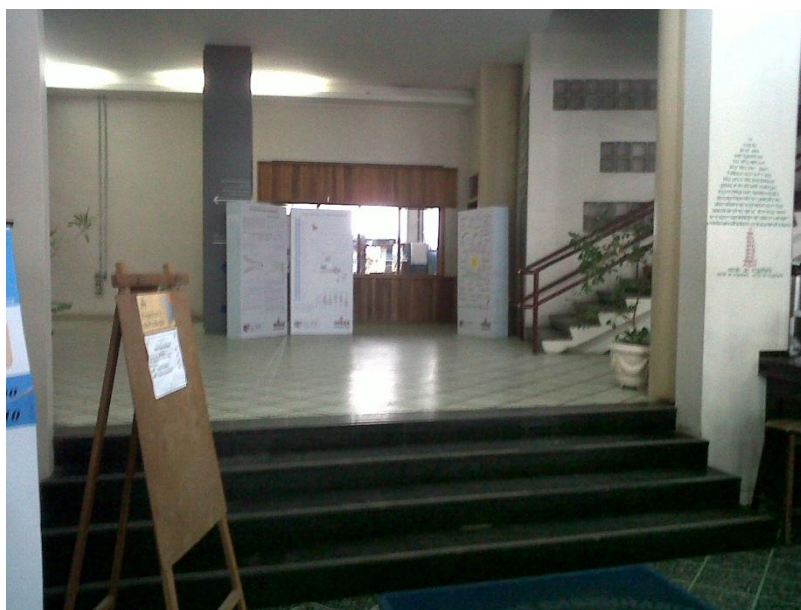
Figura 12 – Planta baixa do 8º pavimento do prédio.



(fonte: elaborado pelo autor)

Para uma melhor apresentação do cenário analisado serão mostradas algumas fotos do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS. Iniciando pelo pavimento térreo, que totaliza 1.648,786 m², encontra-se o hall de entrada delimitado entre os elevadores, Laboratório de Robótica, Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais e a escada do prédio, como mostram as figuras 13 e 14. Todos os pavimentos descarregam sua população no pavimento térreo, que possui acesso com segurança para a parte exterior do prédio.

Figura 13 – Hall de entrada da edificação



(fonte: foto do autor)

Figura 14 – Laboratório de Robótica e Usinagem no pavimento térreo

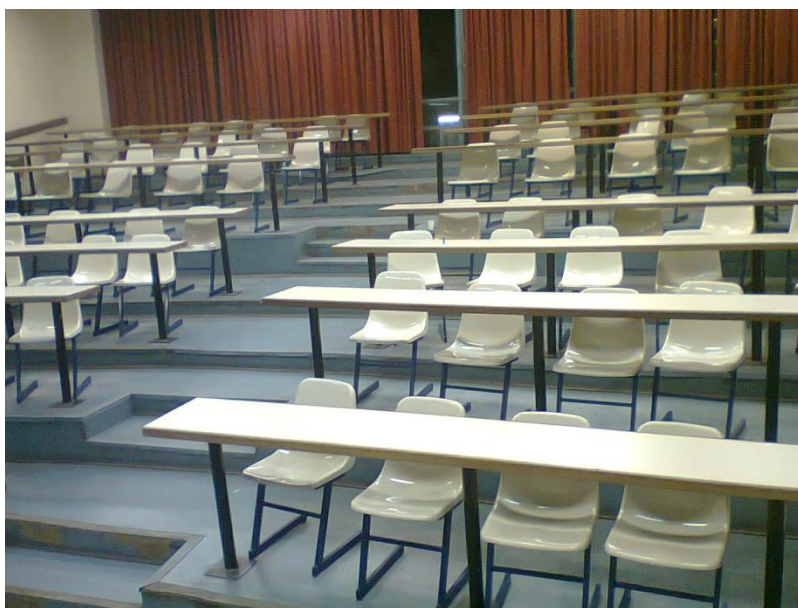


(fonte: foto do autor)

No segundo pavimento encontra-se a biblioteca, maior carga de incêndio do prédio, com 997,70 m². No mesmo pavimento é encontrado o auditório 200, com 156 m² mostrado pela figura 15. Outras ocupações também estão presentes no segundo pavimento como: salas de aula e gabinetes. No terceiro pavimento encontra-se uma maior quantidade de gabinetes e algumas salas de aula. Possui também o auditório de 156 m² e banheiros ao fundo do

corredor, estes presentes em todos os pavimentos. Apenas uma escada atende os oito pavimentos do prédio, sem proteção nenhuma contra incêndio, como mostra a figura 16. Todos os pavimentos da edificação possuem um saguão de 114,70 m², o mesmo faz a comunicação da escada e dos elevadores com as salas de aula e corredores, apresentado pelas figuras 17 e 18.

Figura 15 – Auditório do 2º pavimento



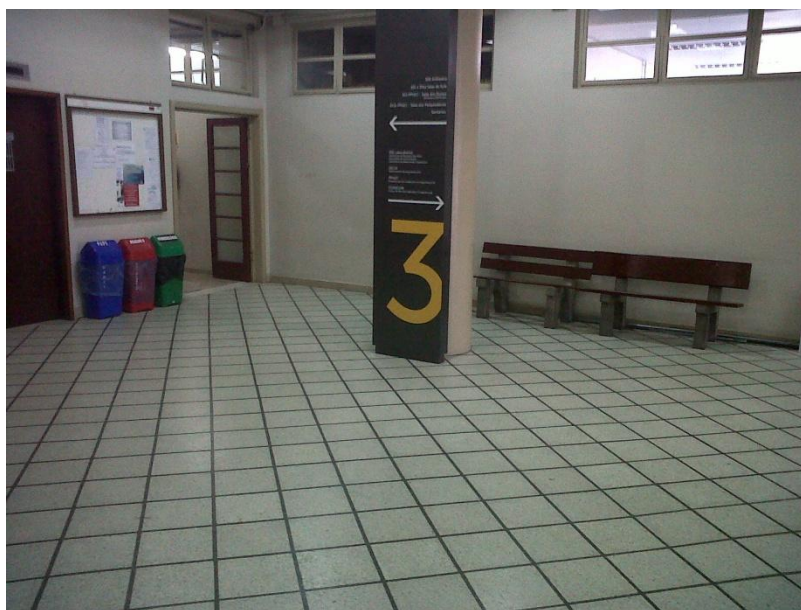
(fonte: foto do autor)

Figura 16 – Atual escada do prédio no 3º pavimento



(fonte: foto do autor)

Figura 17 – Saguão do 3º pavimento da edificação



(fonte: foto do autor)

Figura 18 – Corredor de comunicação do saguão para o auditório e salas de aula



(fonte: foto do autor)

No quarto pavimento está presente a maior área de salas de aula, conseqüentemente, é o local de maior população. Também estão presentes os gabinetes e o auditório 400 com 156 m² de área. No quinto pavimento a escada do prédio está fechada em suas laterais por divisórias de vidro, que separa as áreas de gabinetes e escritórios do saguão, mostrado pela figura 19.

Figura 19 – Escada do 5° ao 6° pavimento do prédio



(fonte: foto do autor)

O sexto andar possui salas de aula, bem como gabinetes e o auditório 600 com 156 m² de área. No sétimo andar encontram-se salas de aula, laboratórios, gabinetes e o auditório 700. No oitavo pavimento com 122,90 m² aparecem somente salas de escritórios, é o menor pavimento entre os outros, ou seja, possui a menor população.

4.2 SITUAÇÃO ATUAL DAS CONDIÇÕES DE EVACUAÇÃO DO PRÉDIO NOVO DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRGS

4.2.1 Aspectos Gerais

A segurança ao incêndio em edifícios passa pela existência de condições que reduzam a possibilidade das pessoas envolvidas num acidente desse tipo sofrerem lesões graves. Para isso as saídas do prédio devem ser bem dimensionadas desde seu projeto arquitetônico, no qual a maioria dos problemas de evacuação podem ser resolvidos se houver uma boa análise de projeto. As normas de segurança contra incêndio no Brasil ainda tem caráter muito prescritivo, “[...] abalizadas em ocorrências passadas de sinistros, dizem como fazer para se chegar aos resultados pré-determinados.” (TAVARES et al., 2002). A legislação prescritiva determina a adoção dos requisitos de segurança contra incêndio de forma empírica, com base em sinistros anteriores. Logo, os custos dos projetos tendem a serem maiores e a

implementação de soluções tecnologicamente inovadoras dificultada. O avanço da ciência do fogo e da capacidade de processamento dos computadores propiciou a modernização das normas em direção à aplicação de parâmetros de desempenho. O quadro 9 mostra vantagens e desvantagens das normas prescritivas e baseadas em desempenho (TAVARES et al., 2002).

Quadro 9 – Vantagens e desvantagens das normas prescritivas e de desempenho

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

(fonte: TAVARES et al., 2002, p. 4)

4.2.2 Descrição das condições atuais de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS

Analisando o cenário atual do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS, as condições de evacuação e de segurança contra incêndio possuem algumas carências. A edificação possui mais de 50 anos, época que não era dada importância adequada para a segurança contra incêndio no Brasil. O prédio deveria sofrer modificações para que atenda a legislação e principalmente, a necessidade de que em caso de algum sinistro a população presente abandone com segurança a edificação.

A edificação possui uma escada sem proteção contra incêndio que atende oito pavimentos, em caso de obstrução desta escada não existe alternativa de fuga. Em alguns andares a escada faz

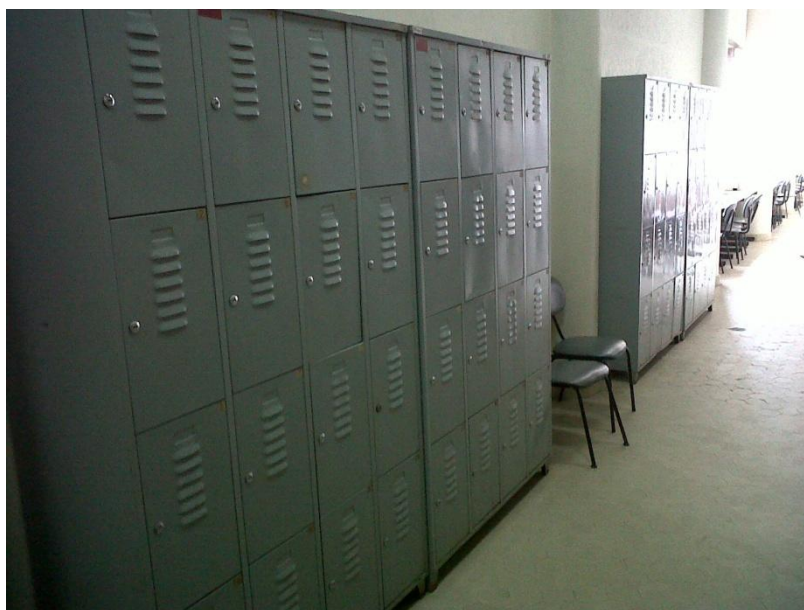
divisa com materiais como: divisórias leves e vidros, materiais que não oferecem resistência ao fogo. Para Mitidieri (2008):

[...] a reação ao fogo dos materiais contidos na edificação, quer seja como mobiliários (estofamentos, cortinas, objetos de decoração, etc.), ou então como agregados aos elementos construtivos (revestimentos de paredes, tetos, pisos e fachadas), destaca-se como um dos principais fatores responsáveis pelo crescimento do fogo, pela propagação das chamas e pelo desenvolvimento de fumaça e gases tóxicos, contribuindo para que o incêndio atinja fases críticas e gere pânico e mortes.

Outra deficiência encontrada é a falta de sinalização de saídas e indicação das rotas de fuga da edificação. A sinalização de emergência e as cores de segurança tem um papel fundamental para um abandono com sucesso, pois não adianta o prédio estar com as saídas bem dimensionadas se não estão sinalizadas. A sinalização de emergência conjugada com as cores de segurança orientaria a população que transita pelas rotas de fuga, pessoas que podem estar emocionalmente alteradas e precisam de um componente de alívio para não entrar em pânico. Uma sinalização adequada e que transmita as informações necessárias a quem dela necessite é fator primordial.

Um fator importante na evacuação é a iluminação das rotas de fuga. Em edificações nas quais a fumaça está presente em grande quantidade, a dificuldade de visibilidade é alta. A velocidade das pessoas é diminuída, pois não conseguem caminhar em uma direção, isso faz com que acabem fazendo um percurso muito maior que se o ambiente não estivesse enfumaçado. A iluminação em excesso, também, poderá prejudicar a identificação do melhor caminho a seguir. Os corredores do prédio novo da Escola de Engenharia não possuem sinalização de emergência mostrando a rota para onde sair da edificação. Para pessoas que não conhecem o ambiente onde estão, a identificação do caminho a seguir é crucial na hora de tomar alguma decisão. A melhor maneira de abandonar um prédio em caso de sinistro é ter um plano de evacuação, em que são sinalizados locais de segurança, como por exemplo, áreas de refúgio, rotas de fuga, ambientes seguros. Então, identificar o local para onde as vítimas de um sinistro devem ir, significa ganhar em tempo de abandono. A presença de cadeiras, armários e mesas nos corredores, como mostram as figuras 20 a 23 dificultam a movimentação da população no momento de fuga, diminuindo o número de unidades de passagem que o corredor suporta. No saguão do quinto e sexto andar, existem mesas de estudo, que pelo mesmo motivo, prejudicam o acesso à escada, conseqüentemente a evacuação do prédio.

Figura 20 – Obstruções de armários e cadeiras nos corredores do 7º pavimento



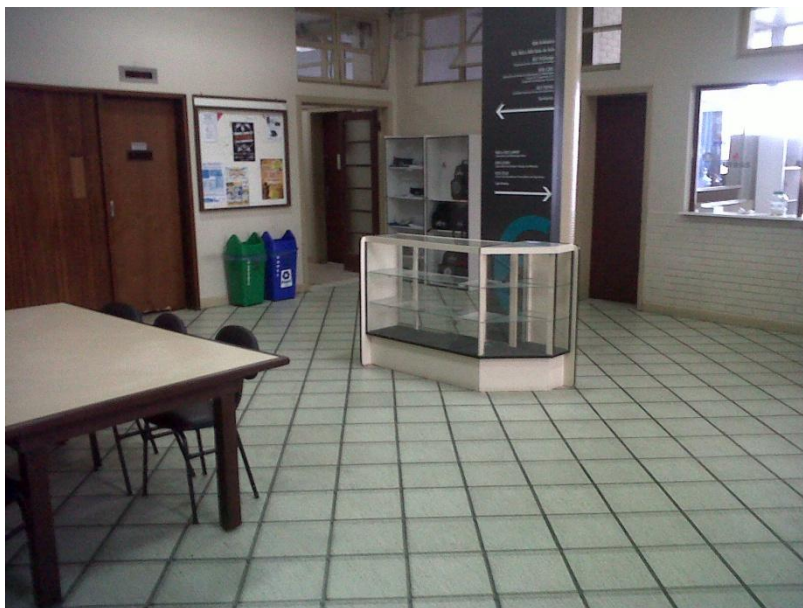
(fonte: foto do autor)

Figura 21 – Obstruções de mesas e cadeiras no saguão do 5º pavimento



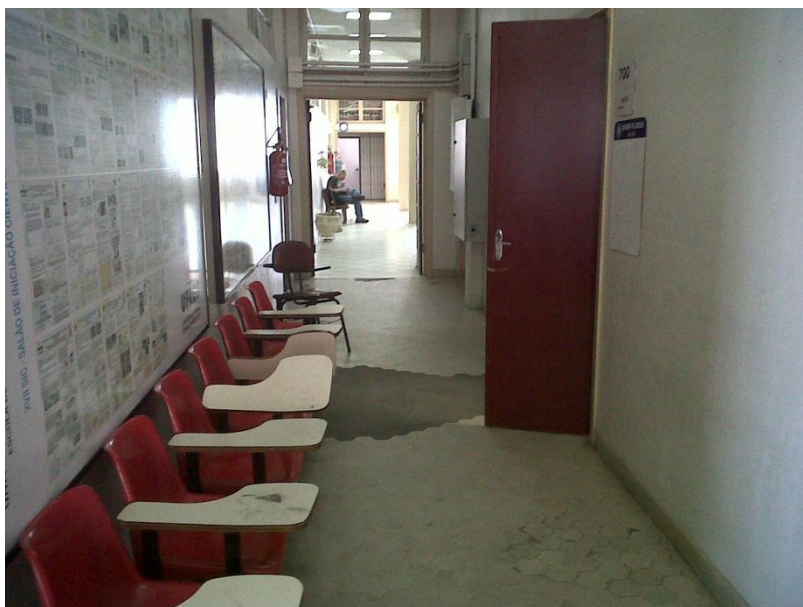
(fonte: foto do autor)

Figura 22 – Obstruções de armários e cadeiras no saguão do 6º pavimento



(fonte: foto do autor)

Figura 23 – Obstruções de cadeiras no 7º pavimento



(fonte: foto do autor)

O sentido das aberturas das portas, neste caso, deve ser no sentido de evacuação do prédio, mas nunca prejudicando o número de passagens dos corredores. Um exemplo do sentido não adequado de abertura de porta está no sétimo andar do prédio, onde a porta abre no sentido

inverso da evacuação gerando transtornos para quem quer evacuar o prédio. A figura 24 mostra o sentido de abertura da porta.

Figura 24 – Sentido não adequado de abertura da porta



(fonte: foto do autor)

A utilização de alarmes de emergência é uma ferramenta que auxilia na proteção das vidas presentes em caso de incêndio, pois as pessoas presentes no prédio necessitam de tempo até perceber que algo de errado está acontecendo. O prédio novo da Escola de Engenharia possui 10.772 m², aproximadamente, e, dependendo do local onde for o foco do incêndio, demorará alguns minutos para a percepção do mesmo e a interpretação da situação. Atualmente a Escola não possui este sistema de alarmes de emergência, o que dificulta a percepção de incêndio no prédio.

Quanto maiores as características de propagação do fogo, menor é o tempo que os ocupantes do prédio têm para abandonar o local em incêndio. Este é um fator que na fase de projeto deveria ser analisado na especificação dos tipos de materiais presentes na edificação. Os auditórios, presentes em todos os pavimentos, exceto, no térreo e no oitavo andar, não possuem isolamento vertical nem horizontal. A figura 25 mostra que as esquadrias dos auditórios possuem um grande potencial para a propagação das chamas, já que os auditórios possuem cadeiras de madeira, cortinas de tecido e rede elétrica envelhecida.

Figura 25 – Falta de isolamento vertical dos auditórios



(fonte: foto do autor)

A propagação vertical do fogo com a alimentação de gás oxigênio entrando pelas janelas faria com que em minutos os auditórios ficassem em chamas, dificultando a movimentação da população do prédio. Horizontalmente, a fumaça atingiria os corredores de cada pavimento pela falta de isolamento entre as janelas dos auditórios e circulação, como mostra a figura 26.

Figura 26 – Falta de isolamento horizontal dos auditórios com os corredores



(fonte: foto do autor)

Hoje o prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS possui somente uma rede hidráulica sob comando, que para combate a incêndio é suficiente, mas analisando do ponto de vista de abandono do prédio não tem nenhuma interferência. Já as redes hidráulicas automáticas, *sprinklers*, interferem no processo de evacuação, pois durante seu funcionamento diminuem a temperatura do local onde estão possibilitando a passagem de pessoas, esta seria uma alternativa a se adotar para aumentar o tempo para fuga da edificação.

4.3 SITUAÇÃO IDEAL DAS CONDIÇÕES DE EVACUAÇÃO DO PRÉDIO NOVO DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRGS

Para ter a condição ideal das saídas de emergência com intuito de melhorar as rotas de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS, foi feito o dimensionamento e a verificação das saídas com a previsão de uma escada de emergência protegida para que no caso de uma obstrução da escada atual, se tenha sucesso na evacuação por uma escada protegida.

O Código de Proteção contra incêndio de Porto Alegre estabelece parâmetros para o dimensionamento das saídas, então este foi tomado como base para chegar à condição ideal no prédio estudado.

4.3.1 Classificação da edificação segundo o Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre

Para fazer a verificação e dimensionamento das saídas de emergência deve-se classificar a edificação segundo o Código de Proteção Contra Incêndio. A classificação é feita quanto à ocupação/uso, grau de risco e características construtivas. Após ser finalizada esta etapa entra-se nas exigências de proteção contra incêndio.

O prédio da Escola de Engenharia da UFRGS se enquadra no tipo E-1, mas como a edificação é de ocupação mista¹⁶ possui também ocupações do tipo D-1, F-1 e F-5, para melhor explicar as diferentes classificações, segue o quadro 10.

¹⁶ Ocupação Mista: edificação cuja ocupação é diversificada, englobando ocupações predominantes de diferentes graus de risco de incêndio (PORTO ALEGRE, 2001, p. 12)

Quadro 10 – Classificação da Escola de Engenharia da UFRGS segundo

Código de Proteção de Incêndio de Porto Alegre

OCUPAÇÃO	LOCAL
D-1	Laboratórios e Escritórios (gabinetes)
E-1	Salas de aula e áreas comuns da Escola de Engenharia
F-1	Biblioteca
F-5	Auditórios

(fonte: elaborado pelo autor)

As ocupações do tipo D-1, E-1 e F-1 são de grau de risco baixo, já a F-5 é de grau de risco médio. O quadro 11 mostra como ficaram distribuídas as áreas de cada ocupação separadas por pavimento.

Quadro 11 – Áreas das ocupações presentes na Escola de Engenharia

PAVIMENTO	OCUPAÇÃO	ÁREA(m ²)	PAVIMENTO	OCUPAÇÃO	ÁREA(m ²)
Térreo	D-1	1188,246	5º pav.	D-1	881,86
	E-1	410,91		E-1	356,92
	Banheiros	17,63		F-5	156
	Vão da escada	18		Banheiros	73,22
	Vão dos elevadores	14		Vão da escada	18
2º pav.	D-1	142,22	6º pav.	Vão dos elevadores	14
	E-1	131,02		D-1	771,02
	F-1	997,7		E-1	495,06
	F-5	156		F-5	156
	Banheiros	41,06		Banheiros	45,92
	Vão da escada	18		Vão da escada	18
	Vão dos elevadores	14		Vão dos elevadores	14
3º pav.	D-1	969,61	7º pav.	D-1	872,54
	E-1	303,47		E-1	392,94
	F-5	156		F-5	156
	Banheiros	38,92		Banheiros	46,52
	Vão da escada	18		Vão da escada	18
	Vão dos elevadores	14		Vão dos elevadores	14
4º pav.	D-1	519,49	8º pav.	D-1	104,9
	E-1	750,78		E-1	-
	F-5	156		F-1	-
	Banheiros	41,73		F-5	-
	Vão da escada	18		Vão da escada	18
	Vão dos elevadores	14		Vão dos elevadores	-

(fonte: elaborado pelo autor)

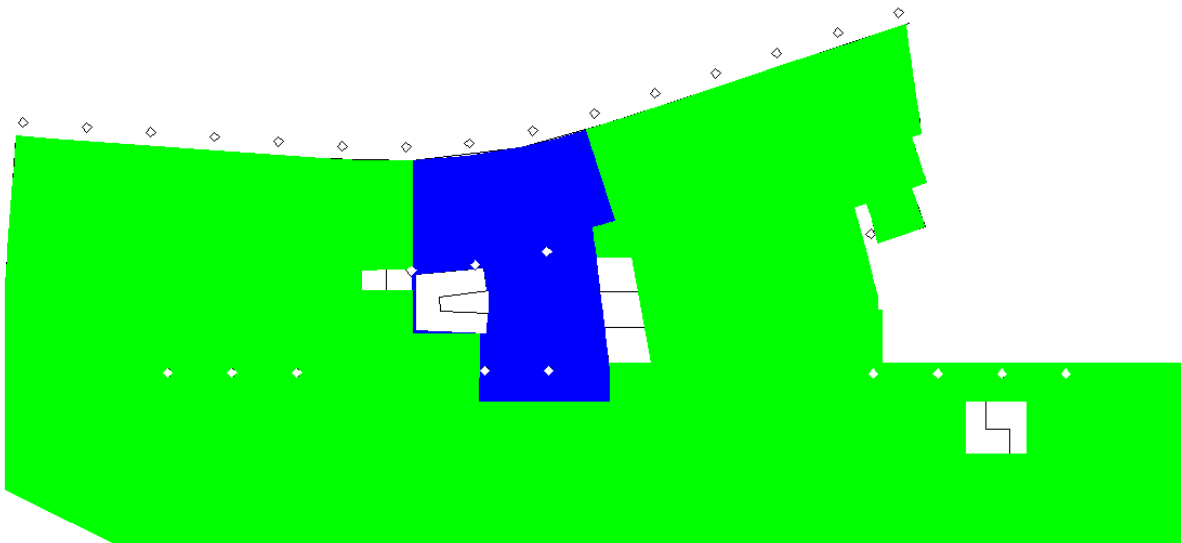
Para melhor entendimento das separações feitas, segundo a Lei Complementar n. 420/98, nos oito pavimentos da Escola de Engenharia da UFRGS as figuras 27 a 34 detalham as ocupações segundo a legenda representada pelo quadro 12.

Quadro 12 – Legenda das separações das ocupações do prédio

LEGENDA DAS OCUPAÇÕES		
	D-1	Laboratórios e gabinetes
	E-1	Escola
	F-1	Biblioteca
	F-5	Auditórios

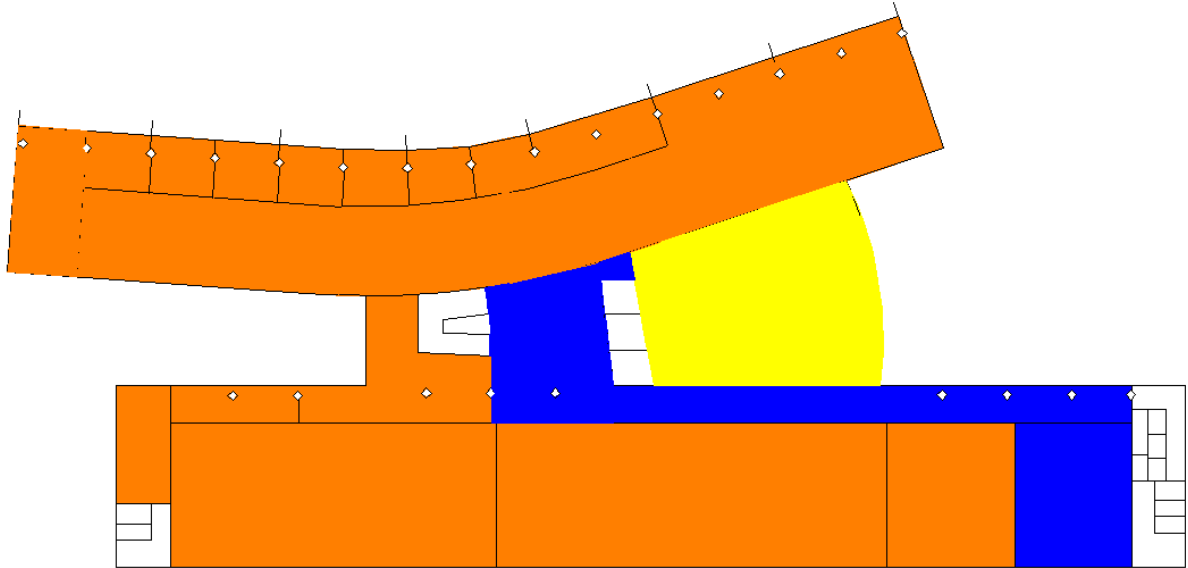
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 27 – Representação das ocupações da edificação no pavimento térreo



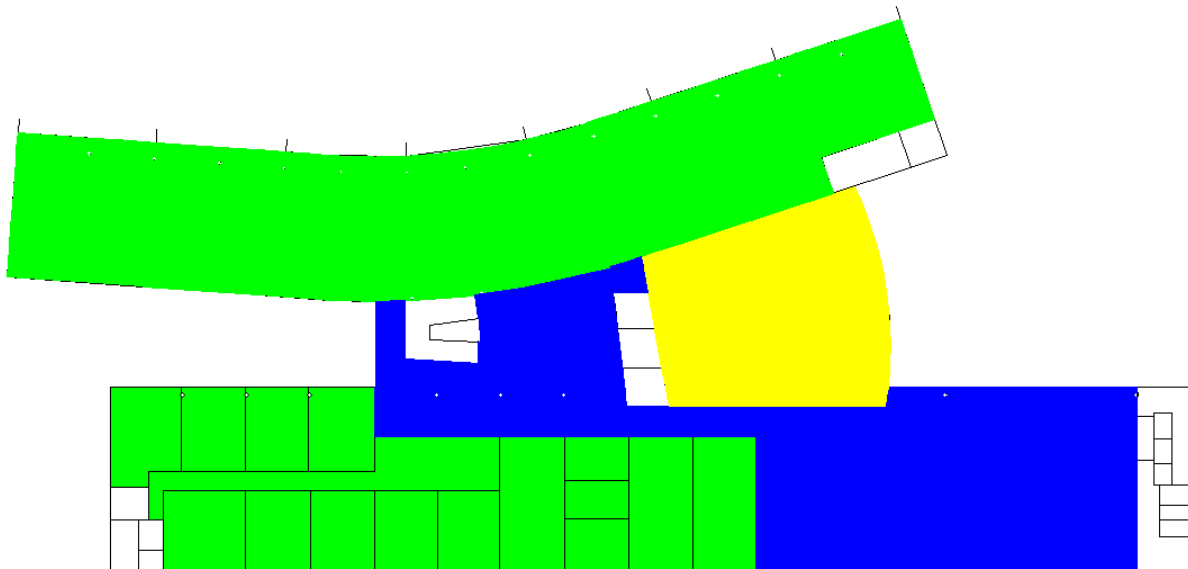
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 28 – Representação das ocupações da edificação no 2º pavimento



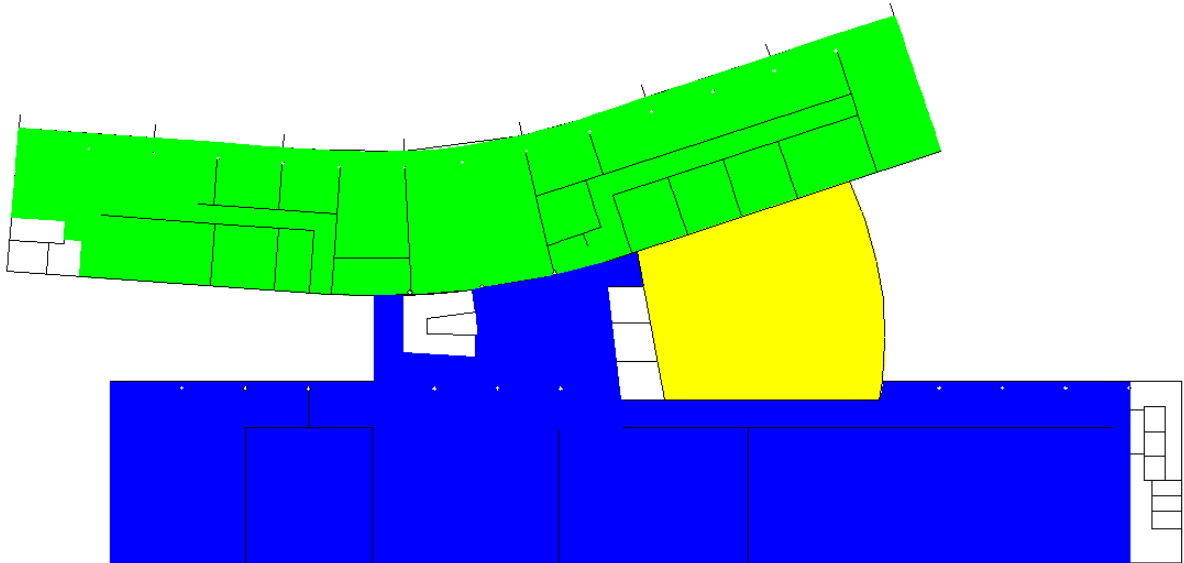
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 29 – Representação das ocupações da edificação no 3º pavimento



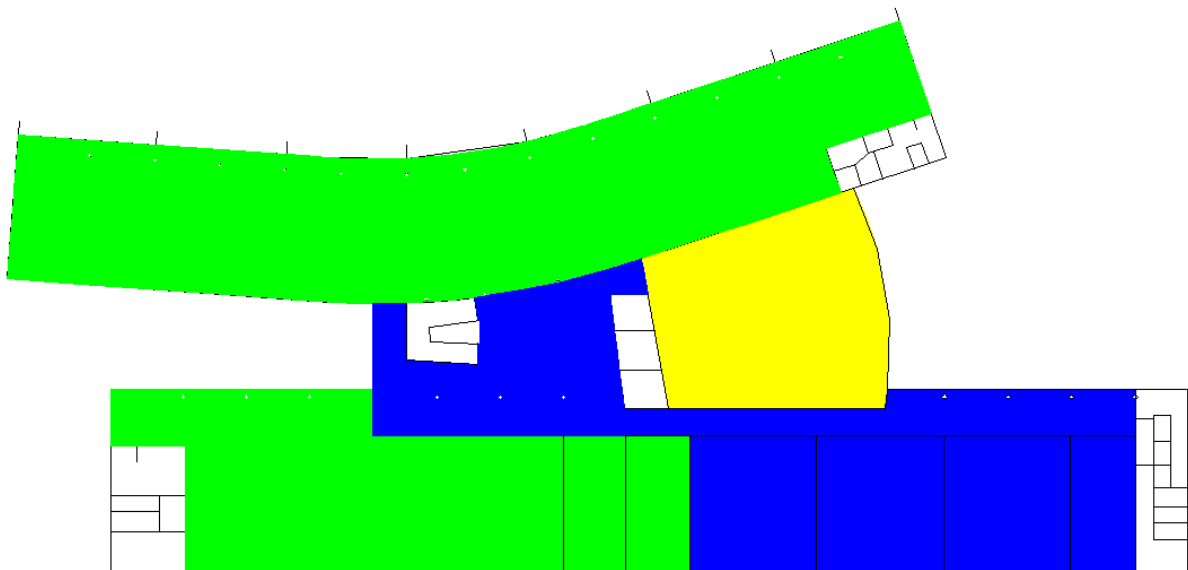
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 30 – Representação das ocupações da edificação no 4º pavimento



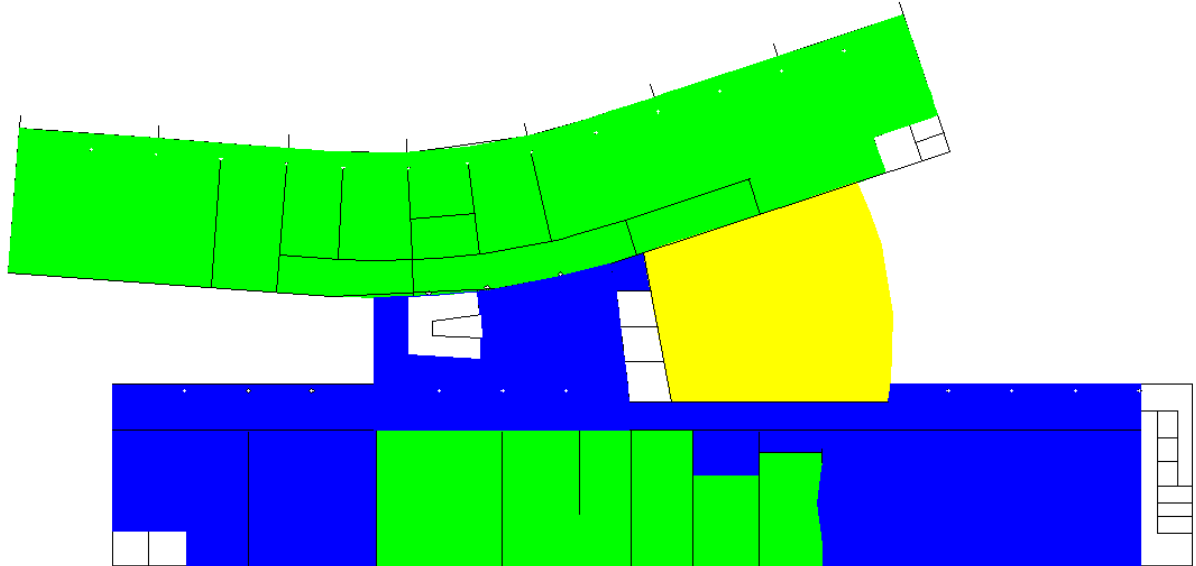
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 31 – Representação das ocupações da edificação no 5º pavimento



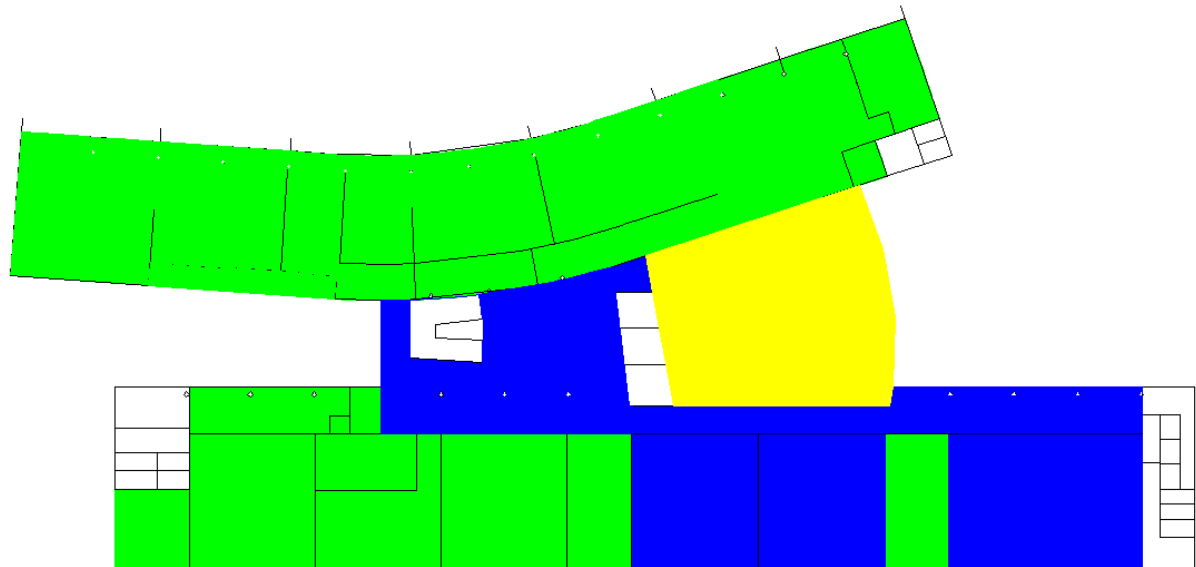
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 32 – Representação das ocupações da edificação no 6º pavimento



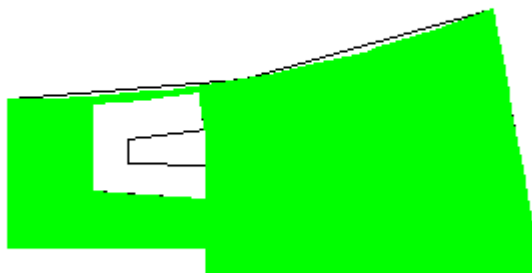
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 33 – Representação das ocupações da edificação no 7º pavimento



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 34 – Representação das ocupações da edificação no 8º pavimento



(fonte: elaborado pelo autor)

Com a classificação do prédio segundo o Código de Proteção Contra Incêndio, analisando suas ocupações e grau de risco, calcula-se a população do prédio para dimensionamento das saídas de emergência.

4.3.2 Cálculo da população

Para o dimensionamento das saídas de emergência da edificação para uma boa evacuação, foi calculada a população presente no prédio. Como mostrado anteriormente a edificação é de ocupação mista onde se enquadra as ocupações do tipo D-1, E-1, F-1 e F-5. Considerando os parâmetros do quadro 7 e a fórmula 1, foi calculado o número de pessoas que estariam na pior situação de sinistro da edificação, como mostra o quadro 13. Segundo o Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre, nas ocupações do tipo E, para cálculo de sua população, são excluídas as áreas de sanitários.

Quadro 13 – População do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS

CÁLCULO DA POPULAÇÃO	PESSOAS
Térreo	544
2º Pavimento	631
3º Pavimento	562
4º Pavimento	959
5º Pavimento	605
6º Pavimento	732
7º Pavimento	640
8º Pavimento	12
TOTAL	4685

(fonte: elaborado pelo autor)

Analisando os dados do quadro 13 nota-se que o pavimento de maior população é o quarto, onde há o maior número de salas de aula. As saídas de emergência devem ser dimensionadas separadamente a cada pavimento, atendendo a necessidade de evacuação de cada andar, mas a escada de emergência deverá ser dimensionada segundo o pavimento de maior população do prédio. No item 4.3.3, será dimensionada a escada e as saídas de emergência para as rotas de fuga.

4.3.3 Dimensionamento das saídas de emergência

Analisado os tipos de ocupação e uso juntamente com o cálculo da população do prédio foram verificadas e dimensionadas as saídas de emergência, compreendidas entre: portas, corredores e escadas. Cada pavimento foi analisado individualmente, somente para o dimensionamento da escada de emergência que foi utilizado como base o pavimento de maior população do prédio, mais precisamente, o quarto. O quadro 14 mostra a quantidade de unidades de passagens, para cada pavimento, necessárias nas rotas de fuga do prédio.

Quadro 14 – Dimensionamento das saídas do prédio

DIMENSIONAMENTO DAS SAÍDAS	PORTAS, ACESSOS E DESCARGAS (m)	ESCADAS E RAMPAS (m)
Térreo	3,0	-
2º Pavimento	3,5	-
3º Pavimento	3,0	-
4º Pavimento	5,3	8,8
5º Pavimento	3,3	-
6º Pavimento	4,0	-
7º Pavimento	3,5	-
8º Pavimento	0,8	-

(fonte: elaborado pelo autor)

Analisando os resultados obtidos, percebe-se que o prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS deve ter 8,80 m de escada, segundo o Código de Proteção Contra Incêndio, divididos em 2 escadas, como visto pelas exigências de proteção contra incêndio, representado pelo quadro 15 e 16, como dispõe Porto Alegre (2001) no parágrafo segundo do art. 270 do Código, onde diz que: “[...] nas edificações existentes cujo licenciamento ocorreu anteriormente a 01 de Julho de 1997 serão toleradas adaptações [...]”.

Quadro 15 – Exigências de proteção contra incêndio

EXIGÊNCIAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO POR TIPOS DE EDIFICAÇÃO													
GR	altura (m) A. total (m²)	Área do maior pavimento ≤ 800m²						Área do maior pavimento > 800m²					
		h = zero (*)	h ≤ 6	6 < h ≤ 12	12 < h ≤ 20	20 < h ≤ 30	h > 30	h = zero (*)	h ≤ 6	6 < h ≤ 12	12 < h ≤ 20	20 < h ≤ 30	h > 30
A-1	-	102	300	300	-	-	-	102	300	300	-	-	-
A-2	-	103	302	302	531	533	733	103	302	302	531	533	832
A-3	-	101	301	301	533	534	734	101	301	301	533	534	833
B	A ≤ 800	101	301	303	337	551	751	-	-	-	-	-	-
	800 < A ≤ 1600	101	337	337	734	751	853	131	434	632	-	-	-
	A > 1.600	-	354	551	751	853	853	252	451	652	852	852	852
C-1	A ≤ 800	132	332	333	333	551	751	-	-	-	-	-	-
	800 < A ≤ 1600	143	340	536	735	752	752	143	439	635	-	-	-
	A > 1.600	-	358	752	752	752	856	151	454	854	854	854	854
C-2	A ≤ 800	132	332	333	336	551	751	-	-	-	-	-	-
	800 < A ≤ 1600	-	340	536	735	752	856	236	439	635	-	-	-
C-3	A ≤ 800	-	358	752	752	856	856	255	454	854	854	854	854
	A > 1.600	-	358	752	752	856	856	255	454	854	854	854	854
D	A ≤ 800	101	301	301	334	551	751	-	-	-	-	-	-
	800 < A ≤ 3.000	133	344	345	534	751	751	134	437	435	833	852	852
	A > 3.000	-	355	355	751	751	751	253	452	652	852	852	852
E-1	A ≤ 800	101	301	301	531	531	733	-	-	-	-	-	-
	800 < A ≤ 1600	-	331	338	534	734	751	231	431	433	-	-	-
E-2	A ≤ 800	-	338	338	534	751	852	234	436	436	833	852	852
	A > 1.600	-	338	338	534	751	852	234	436	436	833	852	852
E-3	A ≤ 800	101	301	301	531	531	733	-	-	-	-	-	-
	800 < A ≤ 1600	-	335	338	534	551	751	232	433	433	-	-	-
	A > 1.600	-	356	356	553	751	852	256	455	455	855	852	852
E-4	A ≤ 800	101	301	301	534	551	751	-	-	-	-	-	-
	800 < A ≤ 1600	-	335	338	534	751	751	233	433	632	-	-	-
E-5	A > 1.600	-	338	534	734	852	852	233	433	632	833	852	852

(fonte: PORTO ALEGRE, 2001, p. 31)

Quadro 16 – Especificação das escadas

CÓDIGOS DAS EXIGÊNCIAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO											FOLHA 4					
CÓD. N°	EXT	SDAL	SSD	IE	HDR	ALR	SPK	NUMERO MÍNIMO DE SAIDAS E TIPOS DE ESCADAS								OBS. N° (ver fl. 5)
								SD		NE		EP		PF		
								1	2	1	2	1	2	1	2	
637	o	-	o	o	o	o	-	-	-	-	-	o	-	-	-	20
651	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	o	-	-	-	19
652	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	o	-	-	-	-
653	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	o	-	-	-	15
733	o	o	-	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	-	-
734	o	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	-	-
735	o	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	-	10
736	o	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	-	11
737	o	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	-	19
751	o	o	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	o	-	-	-
752	o	o	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	o	-	-	10
753	o	o	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	o	-	-	19
832	o	-	-	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	4
833	o	-	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	o	-	-
834	o	-	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	o	-	15
835	o	-	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	o	-	10
836	o	-	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	o	-	11
837	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	19
851	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	19
852	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	o	-	-	-
853	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	15
854	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	10
855	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	13
856	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	10 - 15
857	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	19-20
858	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	o	-	20
901	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
902	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
903	o	-	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
904	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
934	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
935	o	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
936	o	-	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 - 14
937	o	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5 - 14
953	o	-	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	5 - 14
954	o	o	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	14
955	o	o	o	o	o	o	o	-	-	-	-	-	-	-	-	5 - 14

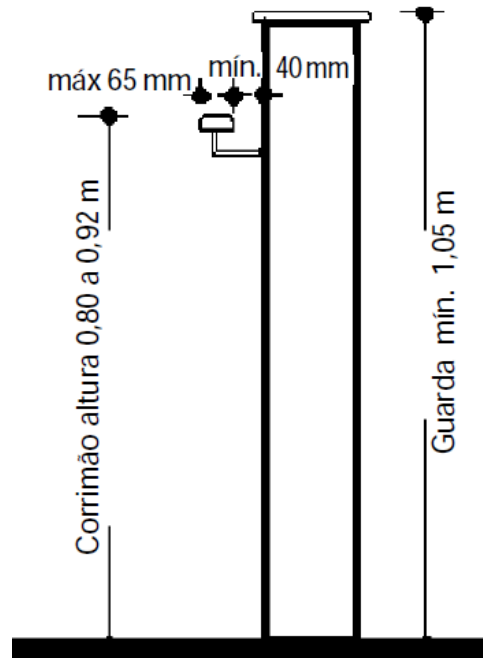
(fonte: PORTO ALEGRE, 2001, p. 38)

Como o prédio foi construído anteriormente a 01 de Julho de 1997, deverá haver uma adaptação das medidas de segurança. O objetivo é melhorar as condições de evacuação do prédio, então uma alternativa seria a proteção da escada atual do prédio com 1,65m de vão, ou seja, 3 unidades de passagem, fechando a mesma com material resistente a 2h de fogo utilizando portas com resistência ao fogo de 2h e seguindo as diretrizes apresentadas na próxima etapa do trabalho. Outra alternativa seria tornar essa escada como uma escada alternativa e a escada principal de emergência do prédio seria nos corredores, do térreo até o sétimo pavimento, não atendendo somente o oitavo pavimento.

4.3.4 Diretrizes para o projeto da escada de emergência

As edificações enquadradas nos casos em que o quadro 16 exigir escadas enclausuradas à prova de fumaça, podem construir escadas enclausuradas protegidas devendo ter os vãos de acesso às escadas dotados de PCF. Como foi diagnosticada a necessidade de uma escada protegida, alguns parâmetros devem ser seguidos para que a escada seja considerada adequada para a proteção contra incêndio. Segundo Porto Alegre (2001), o dimensionamento das bases dos degraus deverá atender a Fórmula de Blondel e a altura dos degraus deve estar compreendida entre 16 e 18,5 cm e possuir sistema antiderrapante. Os corrimãos situados entre altura de 80 a 92 cm acima do nível do piso. Os corrimãos devem ser projetados de forma a poderem ser agarrados fácil e confortavelmente, permitindo um contínuo deslocamento da mão ao longo de toda a sua extensão, sem encontrar quaisquer obstruções, arestas ou soluções de continuidade. A figura 35 mostra como deve ser executado as guardas e corrimão.

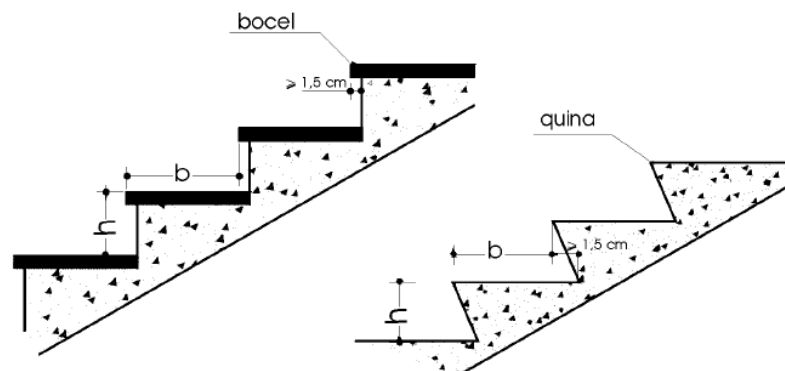
Figura 35 – Detalhe das guardas e corrimão da escada de emergência



(fonte: PORTO ALEGRE, 2001, p. 73)

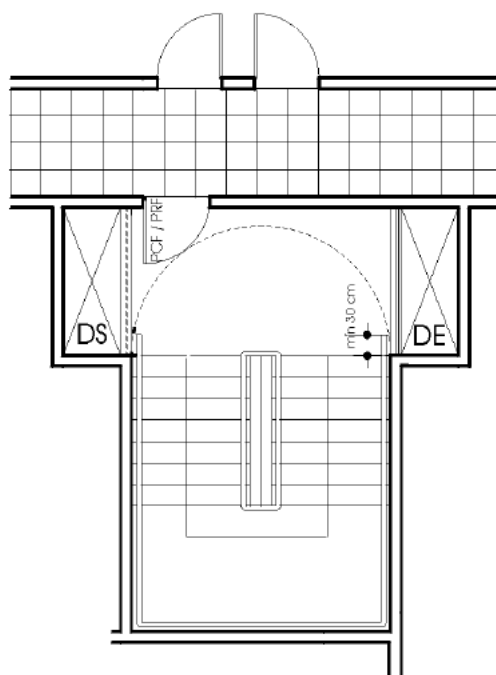
Os degraus devem ter balanço na quina, sobre o imediatamente inferior com valor mínimo de 1,5 cm ou bocel (nariz) com este mesmo valor mínimo, como mostra figura 36. Porto Alegre (2001) mostra um modelo genérico de escada protegida, na qual existem dutos de ventilação mecânica que fazem com que a fumaça não fique alojada no interior da edificação, aumentando a possibilidade de vida dos presentes. A figura 37 exemplifica a escada de emergência.

Figura 36 – Detalhe dos degraus de uma escada protegida



(fonte: PORTO ALEGRE, 2001, p. 63)

Figura 37 – Modelo genérico de uma escada protegida



(fonte: PORTO ALEGRE, 2001, p. 65)

Para Porto Alegre (2001), a caixa da escada deverá ser construída com material resistente a 2 h de fogo, tijolos maciços rebocados em ambas as faces, com 13 cm de espessura final mínima e 23 cm de espessura final máxima. Atualmente, algumas escadas vêm sendo construídas com blocos de concreto celular, material de fácil manuseio, leve e normatizado pela NBR 14956/2003. São fabricados com materiais totalmente inorgânicos e incombustíveis de elevado ponto de fusão e baixo coeficiente de dilatação térmica, podendo ser utilizados em diversas aplicações que necessitam de proteção contra fogo. Seu ponto de fusão encontra-se na faixa de 1.200 °C.

Para isolamento da escada protegida, a mesma deverá ter portas com resistência ao fogo para que, em caso de incêndio, não entre fumaça nem fogo dentro da caixa da escada e se tenha segurança na movimentação das pessoas em direção ao local seguro. As portas devem ter fechaduras que somente serão abertas pelo lado interno. Existem cinco tipos de portas, o quadro 17 apresenta com maiores detalhes esses tipos, sendo a P-30 a especificada para o prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS.

Quadro 17 – Tipos de portas para isolamento ao fogo

TIPO DE PORTA	DENOMINAÇÃO	RESISTÊNCIA AO FOGO	LOCAL DE UTILIZAÇÃO
–	–	–	portas finais de saída para o exterior da edificação
PRF	P-30	30 min	escadas enclausuradas protegidas e suas antecâmaras, quando houver entre antecâmaras, sacadas e varandas e escadas enclausuradas à prova de fumaça descargas de escadas enclausuradas protegidas
PCF	P-30	30 min	escadas enclausuradas protegidas e suas antecâmaras, quando houver entre antecâmaras, sacadas e varandas e escadas enclausuradas à prova de fumaça descarga de escadas enclausuradas protegidas paredes de separação de riscos pequenos, excluídos os depósitos acesso a escadas externas em edificações existentes
PCF	P-60	60 min	acesso a antecâmaras, sacadas e varandas de escadas enclausuradas à prova de fumaça descargas de escadas enclausuradas à prova de fumaça paredes corta-fogo resistentes a 2h de fogo paredes de separação de riscos médios e depósitos de risco pequeno
PCF	P-90	90 min	paredes de separação de riscos grandes e depósitos de risco médio proteção de áreas de refúgio passagens entre edificações existentes
PCF	P-120	120 min	paredes corta-fogo resistentes a 4h de fogo paredes de separação entre depósitos de riscos grandes.

(fonte: PORTO ALEGRE, 2001, p. 80)

4.3.5 Definição das rotas de fuga

As rotas de fuga, definidas na fase de projeto, são por definição de Porto Alegre (2001):

[...] caminho contínuo, devidamente protegido, proporcionado por portas, corredores, halls, passagens, sacadas, vestíbulos, escadas, rampas ou outros dispositivos de saída ou combinações destes, a ser percorrido pelo usuário, em caso de um incêndio, de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto, protegido do incêndio, em comunicação com o logradouro.

Dimensionadas as saídas de emergência, definem-se as rotas de fuga do prédio. Com a instalação de uma escada de emergência, para movimentação vertical segura, fica mais fácil a escolha do melhor caminho a percorrer durante a fuga. As salas de aula, auditórios e gabinetes devem levar a população presente para um local seguro, onde não há riscos de incêndio, ou

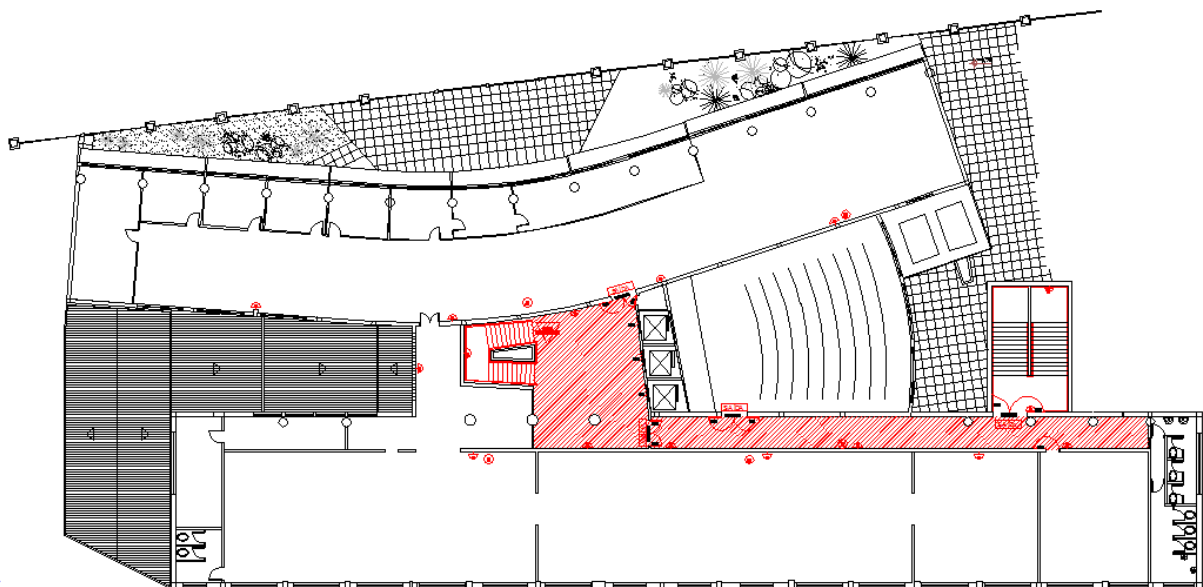
melhor, onde os riscos de incêndios são reduzidos. A iluminação dessas rotas e a sinalização são imprescindíveis, pois é por ela que sairão todas as pessoas habitadas no prédio. As figuras 38 a 45 detalham as rotas de saída do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS separadas por pavimento.

Figura 38 – Rota de fuga do pavimento térreo



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 39 – Rota de fuga do segundo pavimento



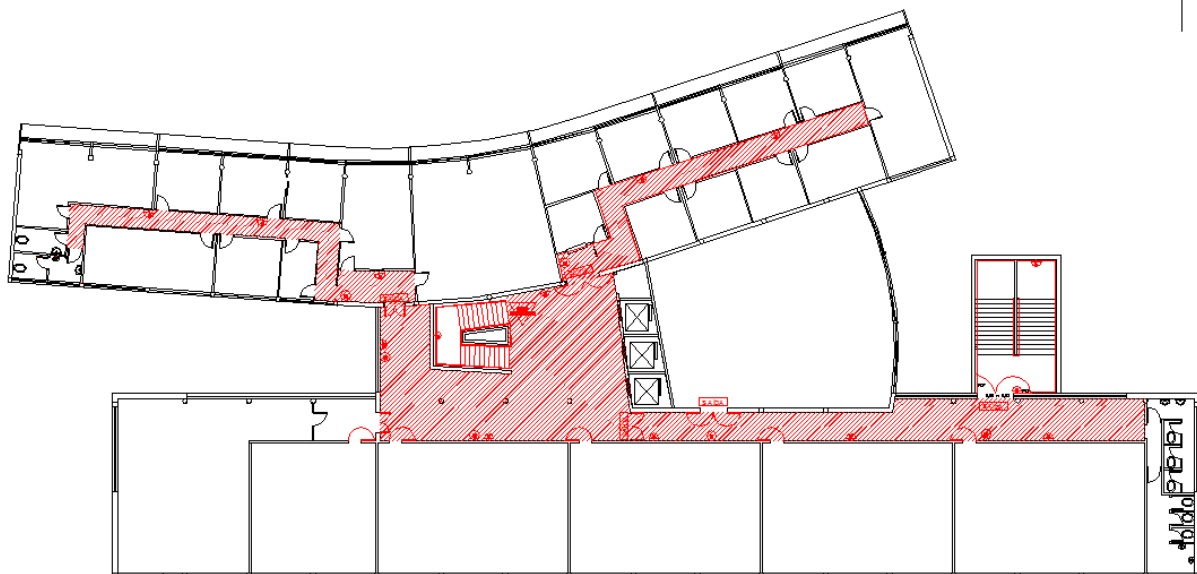
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 40 – Rota de fuga do terceiro pavimento



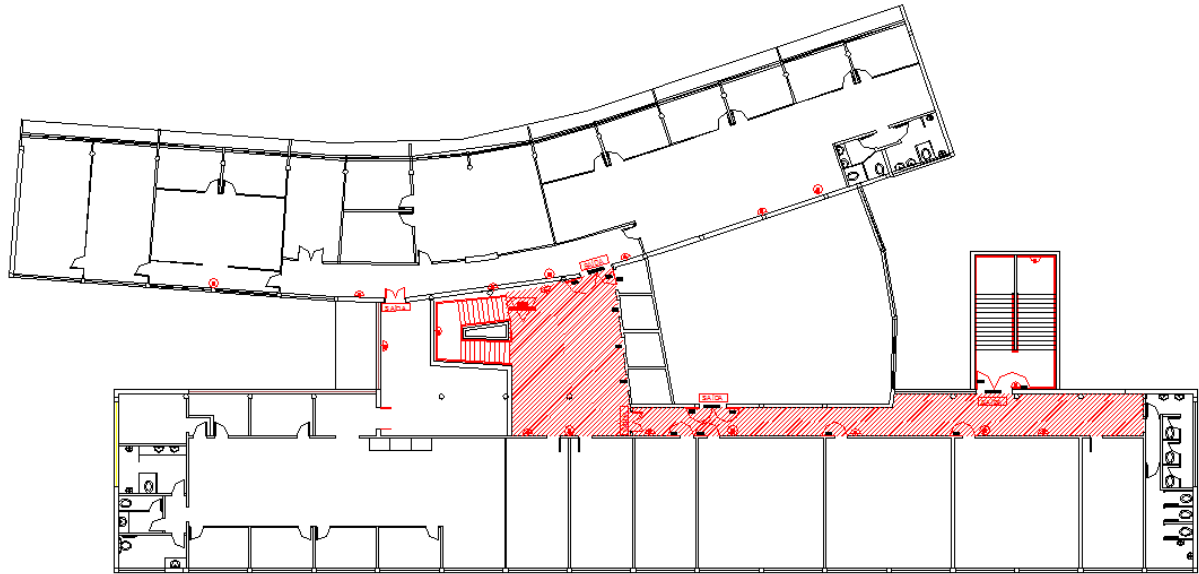
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 41 – Rota de fuga do quarto pavimento



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 42 – Rota de fuga do quinto pavimento



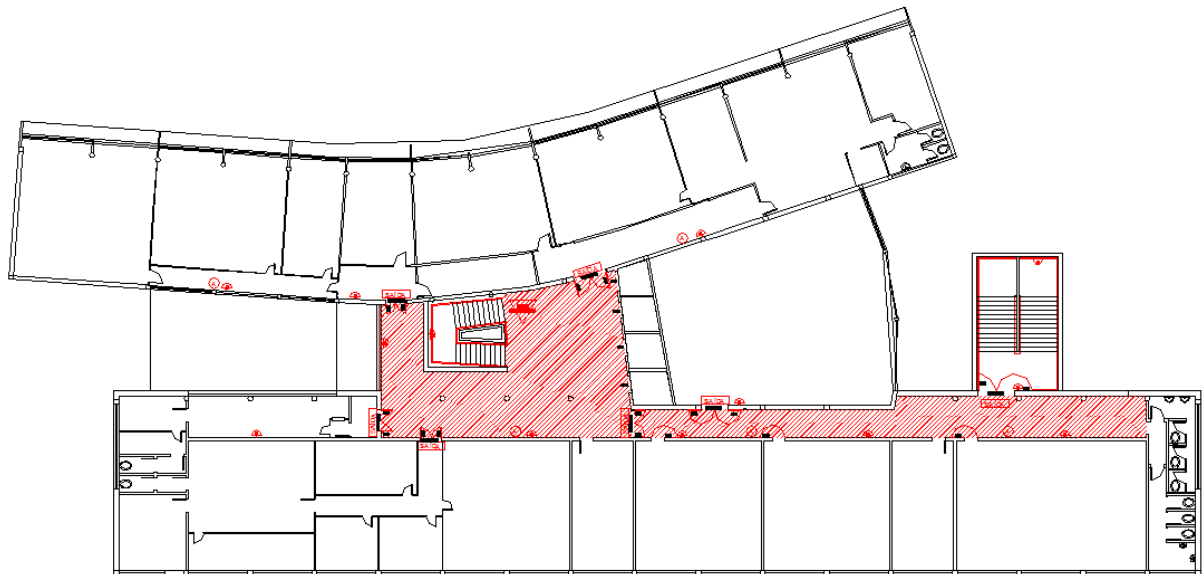
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 43 – Rota de fuga do sexto pavimento



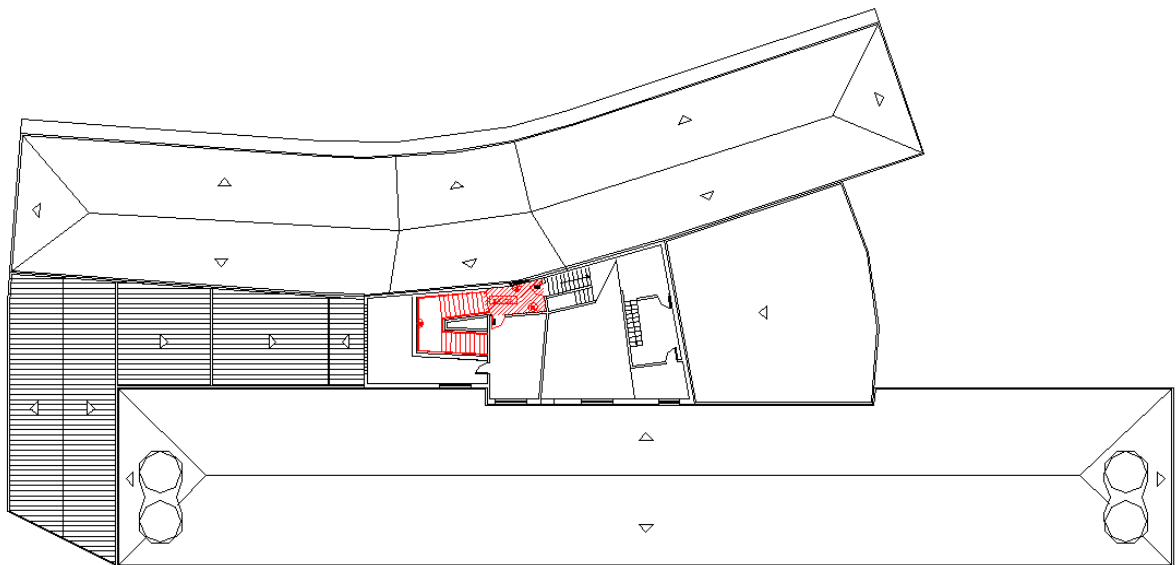
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 44 – Rota de fuga do sétimo pavimento



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 45 – Rota de fuga do oitavo pavimento



(fonte: elaborado pelo autor)

As rotas foram escolhidas de maneira a atender o maior número de pessoas para a vazão de evacuação da população do prédio. Como o prédio tem problemas no isolamento, em relação à propagação de incêndio, e a arquitetura não tem muita flexibilidade na movimentação de paredes e divisórias, as rotas escolhidas devem estar protegidas do incêndio e da fumaça, em corredores e salas as portas devem ser corta-fogo, não devem ter janelas em suas passagens e as portas devem abrir no sentido da evacuação. Na próxima etapa será mostrado com mais





evidência as adequações que o prédio deverá ter para atender o Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre.

4.3.6 Adequação das saídas de emergência do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS

Com o intuito de melhorar o processo de evacuação do prédio, foram feitas algumas modificações nas saídas. Com a instalação de uma escada de emergência o tempo de abandono diminuirá consideravelmente, e, conseqüentemente daria segurança para a população em fuga. As figuras a seguir mostrarão as modificações feitas para melhorar as condições de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS.

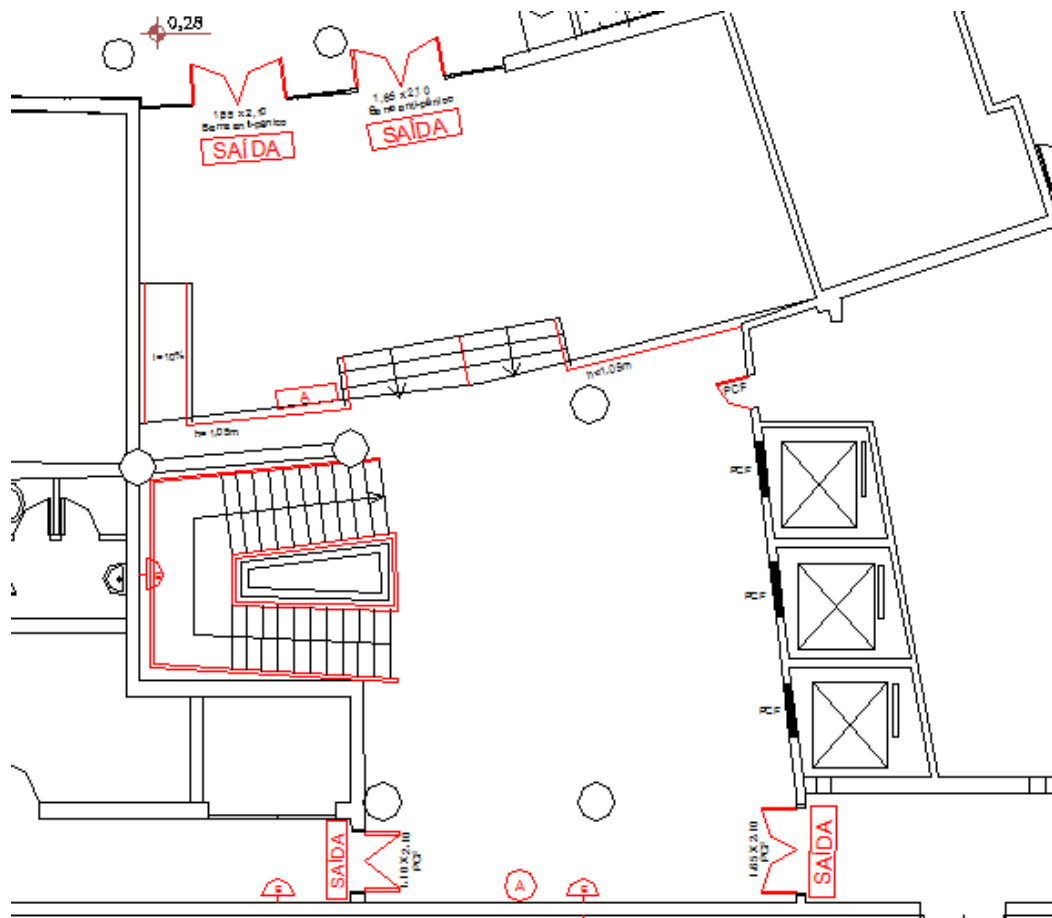
Uma das características do prédio é possuir um saguão por pavimento, com exceção do oitavo. Estas áreas devem permanecer sem mobiliário e isolado em relação à propagação de incêndio, são consideradas áreas de refúgio do prédio, ponto onde toda a população do andar pode se encontrar em caso de sinistro. A legenda da figura 46 auxilia a interpretação das figuras 47 a 53 que exemplificam as modificações feitas.

Figura 46 – Legenda de Proteção Contra Incêndio

	Sinalizador de saída
	Painel central de alarme
	Ponto de Alarme
	Ponto de luz de emergência

(fonte: PORTO ALEGRE, 2001, p. 124)

Figura 47 – Adequações para condições ideais de evacuação do térreo

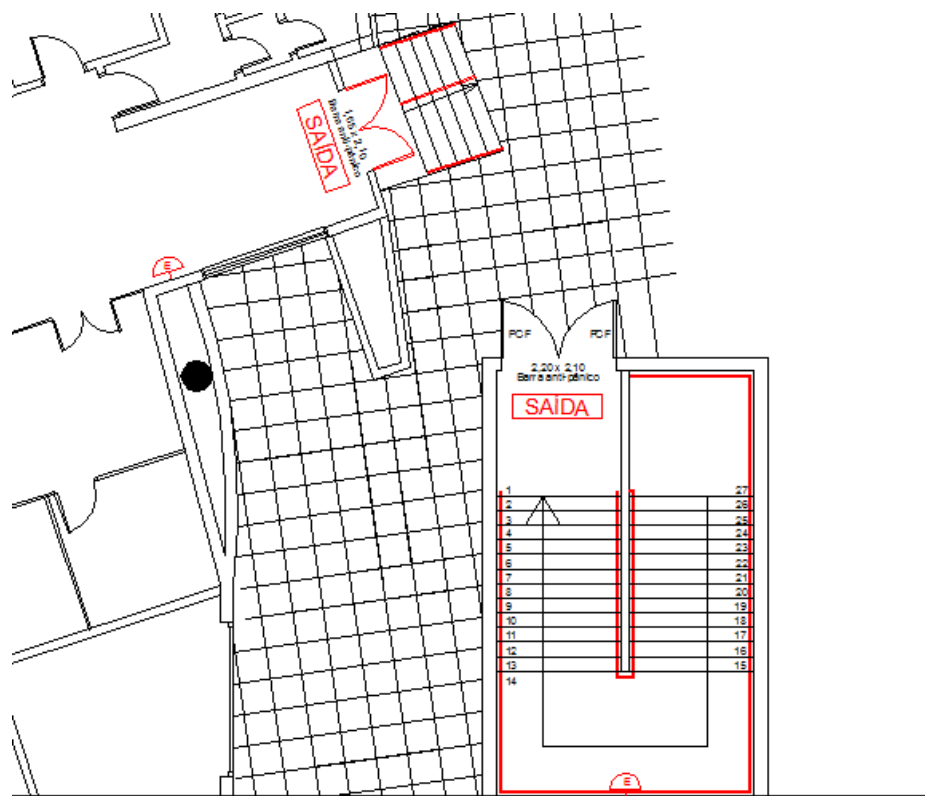


(fonte: elaborado pelo autor)

Para dar a vazão necessária da população do prédio, as portas de saídas no hall devem abrir no sentido de evacuação e ter a dimensão de 6 unidades de passagem. As portas devem ter barra anti-pânico, pois estão localizadas em um ambiente de mais de 200 pessoas, devem ser corta-fogo com resistência de no mínimo 2 h. Para o saguão estar protegido ao fogo, as portas dos elevadores devem ser P-60, como mostrado no quadro 17, bem como as portas que dão acesso aos laboratórios devem abrir no sentido de evacuação, possuírem sinalização de emergência, e iluminação adequada para uma boa visibilidade da rota de fuga em caso de incêndio. Na escada atual, deverão ser construídas paredes, resistentes à 2 h de fogo, em seu perímetro com a instalação de guarda-corpo e corrimão como mostrado na figura 35, presente também iluminação de emergência para visualização dos degraus da escada. A rampa presente no térreo deverá ter inclinação de 10% e ser antiderrapante com a presença de guarda-corpo e corrimão em suas laterais. Na portaria ficará instalada a central de alarme acústico com quadro supervisor central, que tem como função identificar qual dos pontos de alarme foi acionado.

Para a viabilização da escada protegida, a saída de emergência do Centro Nacional de Supercomputação (CESUP), deverá ser modificada, como mostra a figura 48.

Figura 48 – Adequação da saída de emergência do CESUP



(fonte: elaborado pelo autor)

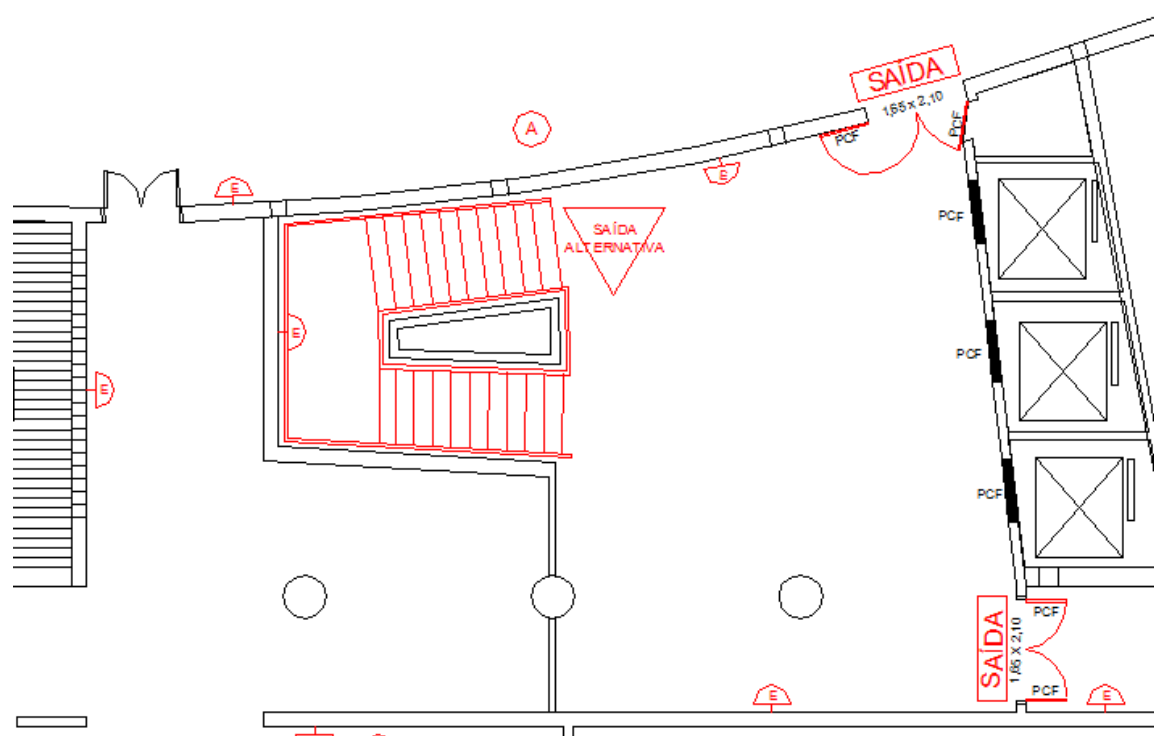
O sentido de abertura da porta é para fora da edificação, no sentido de abandono, com a sinalização de saída, iluminação e barra antipânico¹⁷ na porta, pois o ambiente possui mais de 200 pessoas, segundo Código. A escada externa deverá possuir corrimão em suas extremidades laterais, espaçadas em duas unidades de passagem com a divisão no centro.

Para a adaptação o prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS deveria proteger a escada, que atualmente, não está protegida contra fumaça e incêndio. Como a escada possui somente três unidades de passagem de vão, ficaria subdimensionada, então a protegendo e tornando-a como rota alternativa de fuga seria uma medida interessante, pois como mostra a figura 48, foi dada uma sugestão para a locação de uma escada protegida com 4 unidades de

¹⁷ Barra antipânico: dispositivo de destravamento da folha de uma porta, na posição fechada, acionado mediante pressão exercida no sentido de abertura, em uma barra horizontal fixada na face da folha. NBR 11785 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 2)

passagem, dando então uma maior vazão da população do prédio. A figura 49 mostra como seria a escada alternativa com a sinalização de saída e iluminação de emergência nos seus patamares.

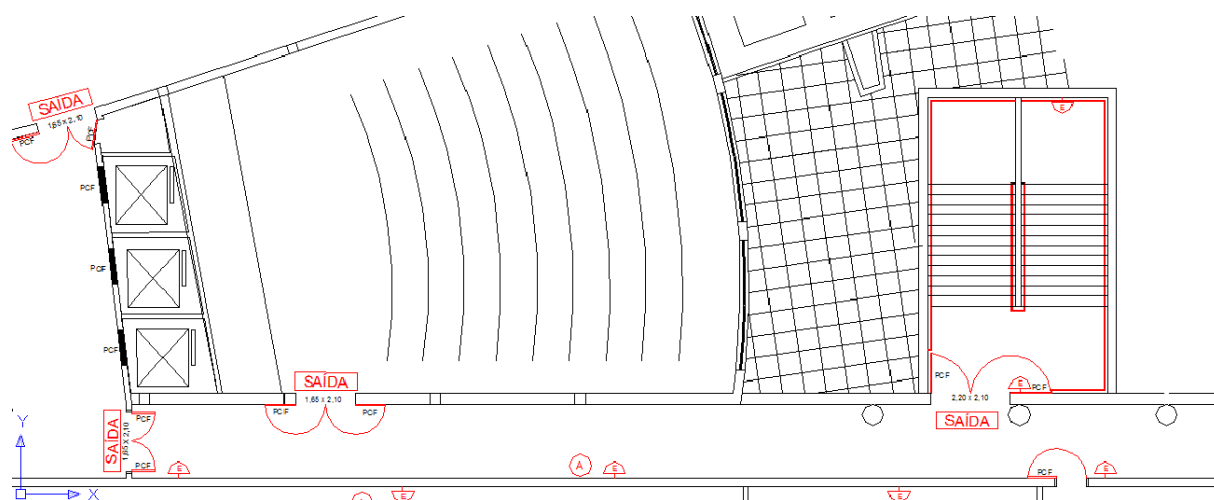
Figura 49 – Escada de emergência alternativa no segundo pavimento



(fonte: elaborado pelo autor)

Para a proteção dos acessos que levam à escada protegida devem ser fechadas todas as janelas dos corredores que fazem comunicação com as salas de aula, na figura 50 está representado o corredor do quarto pavimento com sinalização de saída nas portas do corredor, do auditório e da escada, bem como iluminação de emergência e alarme acústico. Atualmente, o Código de Proteção Contra Incêndio define que para o isolamento deverá ser utilizado tijolos maciços, mas no mercado estão sendo oferecidos outros materiais como: blocos de concreto celular, cortinas anti-chamas, entre outros.

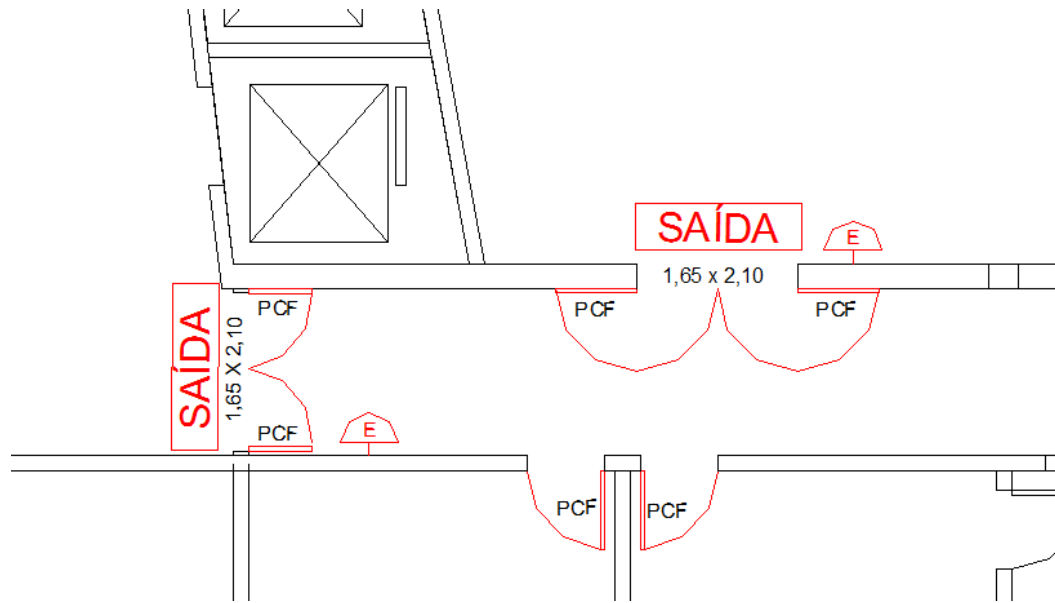
Figura 50 – Corredores de acesso à escada protegida



(fonte: elaborado pelo autor)

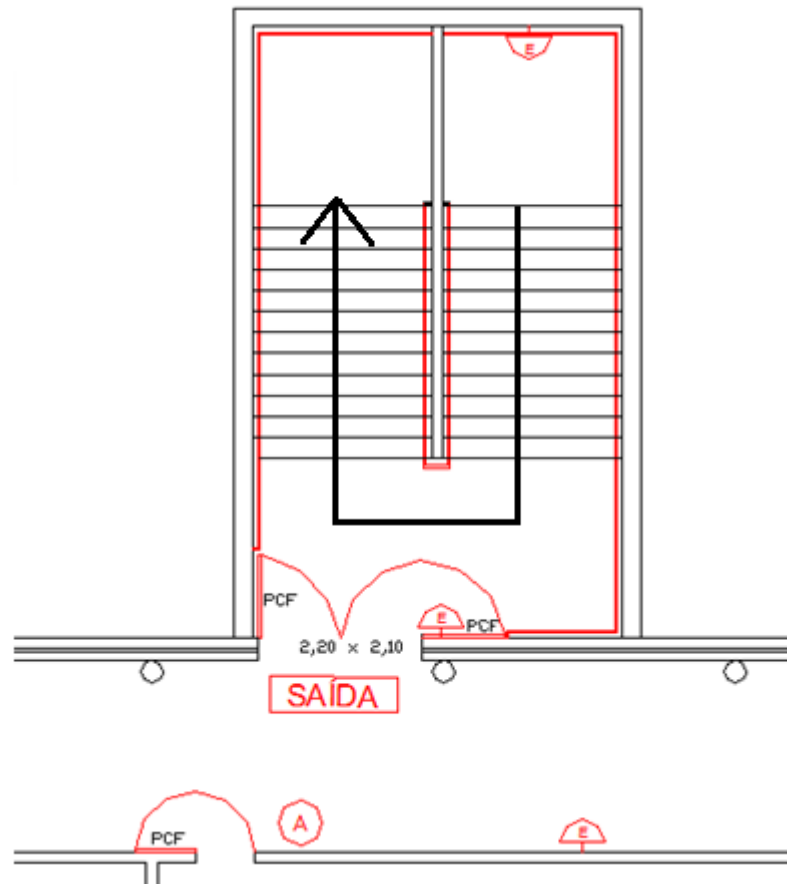
As portas, onde a população do local ultrapassar cem pessoas, devem mudar seus sentidos de abertura, como exemplificado pela figura 51, onde as portas do auditório 300 abrem no sentido da evacuação e dão um giro de 180° em relação às suas guarnições, pois não podem diminuir a capacidade de passagem do corredor. Estas portas devem ser corta-fogo para haver isolamento dos corredores, já que são locais protegidos para a fuga da edificação. A figura 52 mostra o sentido de abertura das portas da escada protegida, abrindo sempre no sentido do abandono e nunca obstruindo as passagens nos acessos aos locais seguros.

Figura 51 – Sentido de abertura das portas no terceiro pavimento



(fonte: elaborado pelo autor)

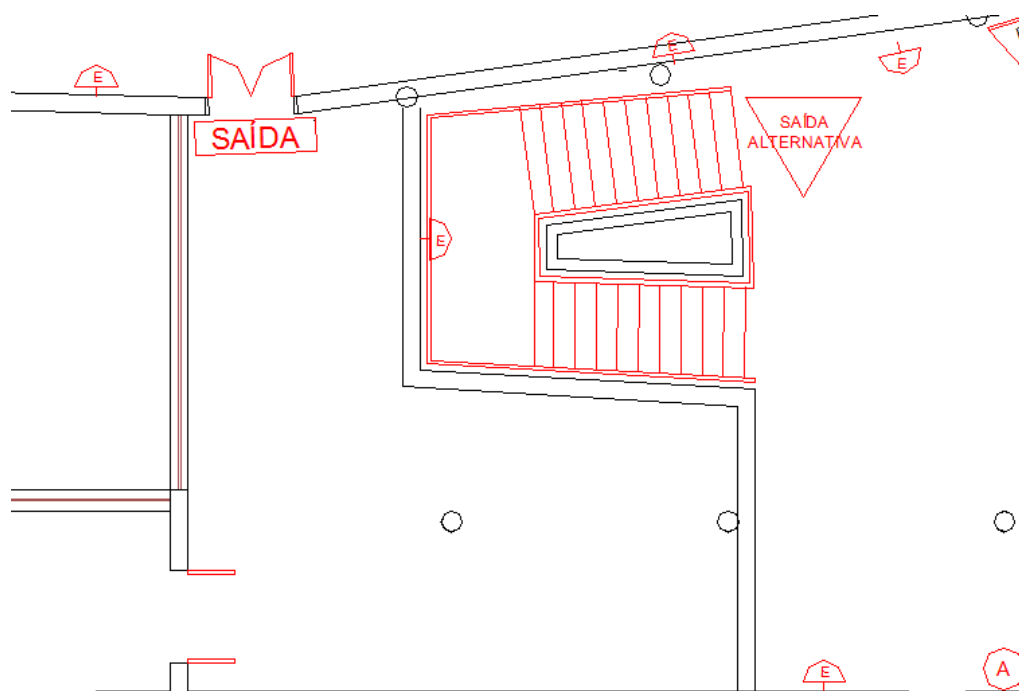
Figura 52 – Sentido de abertura das portas na escada protegida



(fonte: elaborado pelo autor)

No quinto pavimento a escada possui em seu perímetro, divisórias de vidro, que não estão enquadrados como isolantes de fumaça e incêndio. Para criar uma área de refúgio nos pavimentos do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS, os saguões devem ter isolamento horizontal e vertical, estas divisórias devem ser substituídas por parede com resistência à 2h de fogo. Isto faria com que os saguões fossem locais seguros, sendo o ponto de encontro da população do prédio, onde seriam organizadas filas com a equipe de brigada de abandono para a fuga da edificação. A norma NBR 14276/2006, define os procedimentos para a criação de uma brigada de incêndio, bem como uma brigada de abandono. Item ideal para um plano de evacuação de locais sinistrados, quanto maior a organização e a agilidade na desocupação, menor é o tempo de pré-movimentação, maior o tempo para uma evacuação com sucesso. A figura 53 mostra a parede a ser criada para isolamento da escada do quinto pavimento, assim como, todos os pavimentos onde esta escada descarregar.

Figura 53 – Adequação das paredes que fazem divisa com a escada do quinto pavimento



(fonte: elaborado pelo autor)

4.3.7 Análise das condições ideais de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS

No intuito de melhorar o sistema de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS, foram sugeridas várias mudanças no sistema construtivo da edificação, pois a mesma construída na década de 1960 não contempla as exigências da legislação atual. Tendo em vista que grandes incêndios ocorreram em meados de 1970 com a semelhança de não possuírem rotas de fugas planejadas e equipes de brigada de incêndio treinadas para a organização da população presente nos sinistros, foi feita uma análise das condições de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS. O Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre estabelece medidas para a adequação dos prédios construídos antes de 1997, então embasado neste, foram feitas algumas adequações julgadas importantes para uma fuga com sucesso da edificação.

No hall de entrada do prédio necessita-se de ajustes para que não ocorra nenhuma obstrução na vazão de saída. Atualmente foram instaladas catracas, que, para o controle de pessoas que entram na Escola de Engenharia é eficaz, mas para o sistema de evacuação é ineficiente, pois bloqueia as unidades de passagem existentes na porta de saída. Esta porta deve ter o seu sentido de abertura no mesmo sentido de evacuação, ou seja, para fora da edificação, possuindo barra antipânico para facilitar o abandono. A escada presente no térreo, após as catracas deverá ter corrimão e guarda-corpo, pois hoje estão desprotegidos, podendo haver quedas e alguns transtornos.

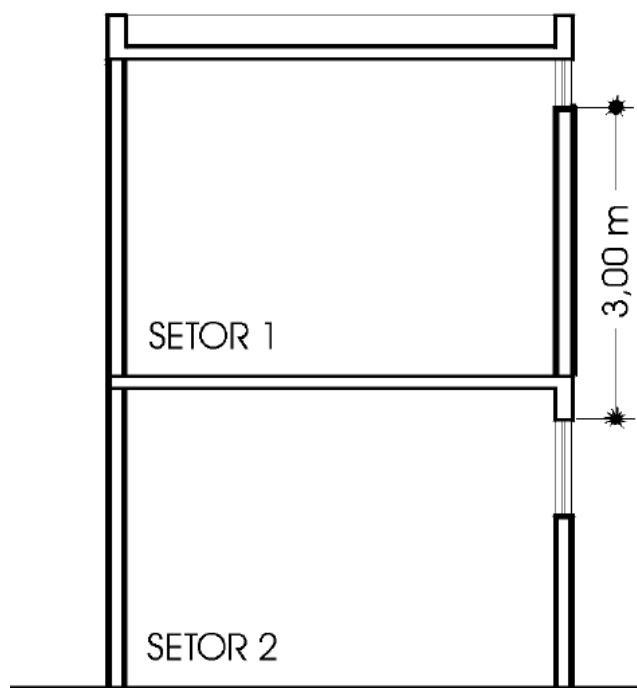
No segundo pavimento encontra-se a maior carga de incêndio presente no prédio. A biblioteca não possui isolamento de risco e faz divisa com a única escada do prédio, caso ocorra algum incêndio no segundo pavimento e a escada fique obstruída, não existe nenhuma alternativa de fuga para a população presente. As divisórias leves devem ser trocadas por material resistente ao fogo durante 2h, tempo hábil para a evacuação da edificação e a presença do Corpo de Bombeiros para a extinção do incêndio.

Um problema encontrado em todos os pavimentos é a falta de uma área de refúgio. Tendo em vista que todos os pavimentos possuem saguão e este se encontra em um local de fácil acesso para todos, o ideal seria isolar suas paredes juntamente com a escada atual para que seja viável a criação de uma área de refúgio. Atualmente encontramos janelas em suas paredes laterais, onde estas fazem comunicação com as salas de aula, também é encontrado calhas

para instalações elétricas, que podem ser embutidas, já que a energia elétrica é um ponto crítico na geração de incêndios.

Nos auditórios de todos os pavimentos devem ser feitas modificações, como propostas na Lei Complementar n. 420/98, com a finalidade de isolar verticalmente o local. A figura 54 mostra, em um exemplo genérico, como devem ser feitas as alterações.

Figura 54 – Adequações de todos os auditórios para isolamento vertical



(fonte: PORTO ALEGRE, 2001, p. 46)

Outro caso semelhante são as paredes de tijolos de vidro localizadas atrás da escada atual do prédio. Estes tijolos não apresentam resistência requerida do fogo para isolar a área de refúgio. Pode-se aplicar o mesmo procedimento apresentado pela figura 54, isolando os pavimentos com uma distância de 3 m em cada andar do prédio novo da Escola de Engenharia.

A instalação de um alarme acústico, com painel central na portaria do térreo, localizados em todos os pavimentos nas áreas de refúgio como saguões e corredores é peça fundamental para o processo de evacuação, pois ganha-se tempo na identificação do incêndio e alerta as equipes treinadas para dirigirem-se aos locais seguros para ordenar o processo de abandono. Foram

locados a cada 15m de distância um ponto de alarme, acionador manual, do outro. Para dar vazão à população, as rotas de fuga devem estar desobstruídas, iluminadas, sinalizadas e bem dimensionadas. Como o prédio não possui rede hidráulica automática, a distância máxima a ser percorrida para atingir um local seguro é de 30m, esta distância aumentaria para 45 m se existisse uma rede de *sprinklers*, mas como o prédio é de 1960, está liberado desta exigência, segundo Porto Alegre (2001). Assim sendo com estas adequações, melhorar-se-ia as condições de evacuação do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS, baseadas no Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre.

5 CONCLUSÕES

A segurança contra incêndio vem se desenvolvendo no mundo todo, no Brasil não é diferente, mas ainda possuímos uma legislação e normatização de caráter prescritivo. Ao longo dos anos, com a experiência de grandes incêndios, foram criadas normas para melhor segurança das pessoas e dos materiais componentes das edificações, isto fez com que os projetistas tivessem que trabalhar com mais uma variável, a segurança contra incêndio. Para atingir o objetivo deste trabalho foi realizada pesquisa bibliográfica que tratou dos principais aspectos referentes ao tema e deu suporte para o desenvolvimento da pesquisa. O Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre serviu como subsídio para a verificação e dimensionamento das saídas de emergência do prédio novo da Escola de Engenharia da UFRGS, como também para o cálculo da população, diretrizes do projeto da escada de emergência, iluminação e sinalização.

A análise das condições atuais de evacuação do prédio foi ilustrada através de fotos, as quais mostraram que a edificação possui carências em relação à segurança contra incêndio. O ponto mais crítico é a ausência de escada protegida para a evacuação do prédio, como citado no desenvolvimento do trabalho, a semelhança de incêndios como dos edifícios Andraus e Joelma, os quais não possuíam escada protegida para fuga segura em caso de sinistro, geram certa preocupação, pois o prédio novo da Escola de Engenharia não está adequado em relação a isto. Ao longo do trabalho foram dadas sugestões para a localização da escada de emergência, como também: rotas de fuga, sinalização e iluminação adequadas, pois atualmente o prédio não está em boas condições se caso houver algum processo de evacuação.

O processo de evacuação de edificações em caso de incêndio possui muitas variáveis, o comportamento humano, englobando: reações psicológicas, complexo físico, idade, capacidade de mobilidade, nível cultural, capacidade auditiva, visual são fatores que interferem diretamente no sucesso da fuga. O ambiente em que se desenvolve o processo também é de grande importância, pois cada tipo de material empregado se comporta de maneira diferente em relação ao calor, gerando grandes quantidades de fumaça, liberando gases tóxicos, calor e etc.

Para análise da situação ideal foram utilizadas plantas baixas dos pavimentos do prédio. Dentro das condições ideais foi dado enfoque para as dimensões adequadas das portas

presentes nas rotas de fuga, bem como seus sentidos de abertura, que devem ser no sentido de evacuação. As rotas devem estar desobstruídas e protegidas em relação à propagação de incêndio. Foram dadas sugestões para isolamento vertical e horizontal dos auditórios presentes no prédio e também posições de iluminação, sinalização, alarme e diretrizes para o projeto da escada de emergência. Com isso fica claro que o prédio necessita de adequações para ter sucesso em caso de evacuação e de isolamento para propagação do fogo, dando segurança para as vidas presentes na edificação e reduzindo as perdas econômicas em caso de incêndio.

REFERÊNCIAS

- ABOLINS, H. A.; BIANCHINI, F. J.; NOMELLINI, L. H. Saídas de Emergência em Edificações. In: SEITO, A. I. (Ed.). **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008. p. 101-121.
- ALVES, A. B. C. G; CAMPOS, A. T.; BRAGA, G. C. B. Simulação Computacional de Incêndio ao Projeto de Arquitetura. In: NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 7. , 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo, SP. Disponível em: <<http://www.cbm.df.gov.br/.../39-artigo-simulacao-computacional-de-incendio-aplicada-ao-projeto-de-arquitetura.html>>. Acesso em: 20 maio 2011.
- ARAÚJO, J. M. F. Comportamento Humano em incêndios. In: SEITO, A. I. (Ed.). **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. Local: São Paulo: Projeto, 2008. p. 201-213.
- ARAÚJO, S. B. **Comportamento Humano nos Incêndios**. Rio de Janeiro: Centro de Pesquisas, Perícias e Testes de Bombeiros Militar do Rio de Janeiro, [2009].
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10898**: sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 1999.
- _____. **NBR 11785**: barra antipânico - Requisitos. Rio de Janeiro, 1997.
- CAMILLO JÚNIOR, A. B.; LEITE, W.C. Brigadas de Incêndio. In: SEITO, A. I. (Ed.). **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008. p. 287-296.
- DEL CARLO, U. A Segurança Contra Incêndio no Brasil. In: SEITO, A. I. (Ed.). **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008. p. 9-17.
- GILL, A. A.; NEGRISOLO, W.; OLIVEIRA, S. A. Aprendendo com os Grandes Incêndios. In: SEITO, A. I. (Ed.). **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008. p. 19-33.
- MITIDIARI, M. S. O comportamento dos materiais e componentes construtivos diante do fogo : reação ao fogo. In: SEITO, A. I. (Ed.). **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008. p. 55-75.
- NUNES, D. P. **Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio do Prédio Central de uma Escola Técnica Pública**: adequação à Lei Complementar n. 420/98 do Município de Porto Alegre. 2009. 49 f. Monografia (Curso de Especialização Segurança do Trabalho) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/25189>>. Acesso em: 4 jun. 2011.
- PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal de Obras e Viação. Lei Complementar n. 420, de 25 de agosto de 1998. Institui o Código de Proteção contra Incêndio de Porto Alegre e dá outras providências. 4. ed. Porto Alegre, RS, CORAG, 2001. Disponível em:

<http://www.camarapoa.rs.gov.br/biblioteca/legislacao_municipal/Legislacao_Municipal.htm#CÓDIGOS MUNICIPAIS>. Acesso em: 22 mar. 2011.

SEITO, A. I. Fundamentos de fogo e incêndio. In: _____. (Ed.). **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008. p. 35-54.

TAVARES, R. M.; SILVA, A. C. P.; DUARTE, D. Códigos prescritivos x códigos baseados no desempenho: Qual é a melhor opção para o contexto do Brasil?. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba, PR. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2002. p. 1-8.