

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESCOLA DE ENGENHARIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE ESTRUTURAS**

**METODOLOGIA PARA LEVANTAMENTOS
DE CARGAS DE INCÊNDIO EM
EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

2013

H967m

Hurtado, José Edier Paz.

Metodologia para levantamentos de cargas de incêndio em edificações residenciais [manuscrito] / José Edier Paz Hurtado. – 2013. xvi, 128 f., enc.: il.

Orientador: Francisco Carlos Rodrigues.

Coorientador: Rodrigo Barreto Caldas.

Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Anexos: f. 84-128.

Bibliografia: f. 80-82.

1. Engenharia de estruturas - Teses. 2. Habitações - Incêndios e prevenção de incêndio - Teses. I. Rodrigues, Francisco Carlos. II. Caldas, Rodrigo Barreto. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 624(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ESTRUTURAS

“Metodologia para levantamentos de cargas de incêndio em edificações residenciais”

José Edier Paz Hurtado

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de “Mestre em Engenharia de Estruturas”

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Francisco Carlos Rodrigues
DEES – UFMG (Orientador)

Prof. Dr. Rodrigo Barreto Caldas
DEES – UFMG (Co-orientador)

Prof. Dr. Ricardo HallalFakury
DEES – UFMG

Prof. Dr. Emílio Suyama
ICEX – UFMG

Belo Horizonte, 26 de março de 2013

DEDICATÓRIA

Primeiramente à Deus,
por me permitir chegar até aqui.

Aos meus pais, minhas irmãs,
pelo constante apoio e à minha filha.

A educação é o nosso passaporte para o futuro,
pois, o amanhã pertence
às pessoas que se preparam hoje.
“Malcolm X”

AGRADECIMENTOS

É impossível estar hoje aqui e não olhar para trás, e ver todas aquelas pessoas que contribuíram com o seu apoio e ensino para poder conquistar está etapa da minha vida.

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre presente na minha vida. Aos meus queridos pais, Felix Paz e Lilia Hurtado, por serem as pessoas que mais admiro, os meus exemplos de luta e sonhos. Esta conquista também é de vocês.

Às minhas irmãs, Carmen, Yolima e especialmente a Viviana, pela sua amizade, força e apoio. Partes fundamentais na minha vida.

À minha noiva Leidy, por estar sempre do meu lado e compartilhar todo este esforço de longe e perto, muito obrigado pelo teu apoio.

À essa parte essencial da minha vida, que sempre me motivou desde longe, sempre dentro do meu coração, minha filha Vivian. A toda minha família, tios (as), primos (as) que sempre me deram ânimos para seguir adiante.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Francisco Carlos Rodrigues, pela sua confiança e seu compromisso no ensino, ao meu co-orientador Prof. Dr. Rodrigo Barreto Caldas, pelo ensino, paciência e conselhos de estudo. Ao Prof. Dr. Emílio Suyama, pela grande contribuição na parte de amostragem. Ao Prof. Dr. Ricardo H. Fakury, pela sua contribuição e voto de confiança. À Profa. Dr. Solange Simões, pela sua contribuição. A todo o corpo de professores que contribuíram nesta conquista, e que sempre me deram uma mão amiga e voto de confiança. Às secretarias Inês e Patrícia.

Aos meus colegas do curso de Pós-Graduação, pela amizade e companheirismo ao longo deste caminho. A todas aquelas pessoas que conheci e ajudaram com esta pesquisa, Humberto Bellei (USIMINAS), ao Maior André Gerken (CBMMG), e a todos meus grandes amigos do Brasil e os que estão espalhados pelo mundo, pelo seu apoio e confiança. Ao CNPq, pela bolsa de estudo.

Deus abençoe todos vocês.

RESUMO

HURTADO, J. E. P., *Metodologia para Levantamento de Cargas de Incêndio em Edificações Residenciais*, Belo Horizonte, 2013, 128 pg. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais.

Para o estudo da segurança contra incêndio nas edificações é fundamental conhecer a carga de incêndio presente nos compartimentos, já que está em relação direta com as temperaturas que podem afetar as estruturas. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma metodologia para realizar o levantamento de cargas de incêndio em edificações residenciais. Esta metodologia é baseada em registros fotográficos e informações visuais, para o inventário dos itens combustíveis presentes no compartimento. Uma metodologia de amostragem também é apresentada, classificando os domicílios de Belo Horizonte, Minas Gerais, em quatro classes ou padrões de construção, com o objetivo de validar cientificamente a coleta de dados nas diferentes classes. Finalmente, apresenta-se um estudo de casos de levantamentos de cargas de incêndio aplicando a metodologia desenvolvida. Neste estudo de casos, conseguiu-se verificar que domicílios da classe popular, com áreas compreendidas entre 36m^2 e 40m^2 , possuem a mesma quantidade de móveis que um domicílio da classe média e classe alta, com áreas úteis entre 41 m^2 e 65 m^2 . Porém, a carga de incêndio específica em uma residência da classe popular é maior por ter uma área menor do que um domicílio das classes média e alta.

Na classe popular, o levantamento realizado em 6 domicílios mostrou que a carga de incêndio específica média é de $384,08\text{ MJ/m}^2$, enquanto que para a classe alta as medições em 6 domicílios resultaram em uma carga de incêndio específica média de $318,25\text{ MJ/m}^2$ e para a classe luxo o valor encontrado é de $388,50\text{ MJ/m}^2$, em levantamentos realizados em 3 domicílios. Destas informações, pode-se concluir que em todas as classes as cargas de incêndio específicas médias apresentam valores não muito superiores que o prescrito pela norma brasileira ABNT NBR 14432:2001, sendo que a classe alta é a que apresenta valor mais próximo de 300 MJ/m^2 .

Palavras-chaves: Cargas de incêndio, Segurança contra o fogo, Incêndio, Poder calorífico.

ABSTRACT

HURTADO, J. E. P., *Methodology for Survey of Fire Loads in Residential Buildings*, Belo Horizonte, 2013, 128 pg. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais.

For the study of fire safety in the constructions is fundamental to know the fire load present in the compartments, whereas it has a direct relation with temperatures that can affect the structures. This work presents the development of a methodology to accomplish the lifting of fire loads in residential constructions. This Methodology is based on photographic records and visual information, for inventory of fuel items present in the compartment. A sampling methodology is also presented in this work classifying the households of Belo Horizonte, Minas Gerais State, in four classes or construction patterns, in order to scientifically validate the data collection in the different classes. Finally, we present a case study surveys of fire loads applying the methodology developed. In this case study, it could be noted that the households of popular class, with areas between 36 m² and 40 m², they have the same amount of furniture as a household of the middle class and upper class, with areas between 41 m² and 65 m². However, the specific fire load in a residence of popular class is higher for have a smaller area than a domicile of the middle and upper classes. In popular class, the measurements realized in 6 households showed that the average specific fire load is about 384,08 MJ/m², while for the high class the measurements in 6 households resulted in a average specific fire load about 318,25 MJ/m² and the luxury class, the value is about 388,50 MJ/m², this result was found in measurements conducted in 3 households. From this information, it can be conclude that the average values of specific fire loads in all classes doesn't show any higher values than the prescribed by Brazilian standard ABNT NBR 14432, and the upper class is the one that presents the value closest to 300 MJ/m².

Keywords: *Fire Loads, Fire safety, Fire, Calorific value.*

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2. CONCEITOS BÁSICOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 2.1	Fases do desenvolvimento de um incêndio. (Adaptado BUCHANAN 1995, <i>apud</i> BONITESE 2007).....	10
Figura 2.2	Fase de crescimento do fogo. (IFSTA, 2001)	11
Figura 2.3	Exemplo de <i>flashover</i> (IFSTA, 2001).....	12
Figura 2.4	Gases quentes fluem para o compartimento adjacente (IFSTA, 2001).....	12
Figura 2.5	Redução da resistência ao escoamento em função da temperatura (Silva, 2001).....	17
Figura 2.6	Redução do módulo de elasticidade em função da temperatura (Silva, 2001).....	17

Capítulo 3 AMOSTRAGEM

Figura 3.1	Folha de excel para determinar o sorteio dos setores censitários na classe média nos subdistritos Barreiro e Oeste	43
Figura 3.2	Localização dos setores censitários	44
Figura 3.3	Perímetro do setor censitário 310620005670273, bairro Alto Barroca (IBGE, Censo 2010)	45
Figura 3.4	Setor censitário 310620005670273, bairro Alto Barroca (IBGE, Censo 2010)	46
Figura 3.5	Perímetro do setor censitário 310620005670236, Nova Granada (IBGE, Censo 2010)	47
Figura 3.6	Setor censitário 310620005670236, Bairro Nova Granada (IBGE, Censo 2010)	48

Capítulo 4 METODOLOGIA PARA O LEVANTAMENTO DE CARGAS DE INCÊNDIO

Figura 4.1.A	Foto guarda-roupa em uma residência	53
Figura 4.1.B	Foto guarda-roupa similar encontrado na <i>internet</i> (Casas Bahia)	53
Figura 4.2	Especificações técnicas do guarda-roupa encontrado na <i>internet</i> (Casas Bahia)	54
Figura 4.3.A	Fotografia da cama infantil	55
Figura 4.3.B	Cama infantil encontrada no site (Magazine Luiza)	55

Figura 4.4	Especificações técnicas da cama Infantil (Magazine Luiza).....	56
Figura 4.5.A	Cama de solteiro	57
Figura 4.5.B	Cama de solteiro na <i>internet</i> (Magazine Luiza)	57
Figura 4.6	Especificações técnicas da cama solteiro (Magazine Luiza)	57
Figura 4.7	Especificações técnicas do colchão (Magazine Luiza)	58
Figura 4.8	Sala de estar de uma residencia.....	64
Figura 4.9	Sala de jantar	65
Figura 4.10	Dormitório principal / suíte	66
Figura 4.11	Dormitório 1 e 2	67
Figura 4.12	Cozinha	69

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Capítulo 2. CONCEITOS BÁSICOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 2.1	Cargas de incêndio específicas por ocupação (IT 09 – CBMMG, 2006)	6
Tabela 2.2	Valores simplificados das propriedades térmicas do aço. (ABNT NBR 14323:1999).....	18
Tabela 2.3	Valores simplificados das propriedades térmicas do concreto. (ABNT NBR 14323:1999).....	19
Tabela 2.4	Condutividade térmica do tijolo.....	19
Tabela 2.5	Calor específico do tijolo.....	20
Tabela 2.6	Propriedades térmicas de alguns materiais. (BONITESE, 2007).....	21
Tabela 2.7	Cargas de incêndio. (ASSIS, 2001).....	28

Capítulo 3 AMOSTRAGEM

Tabela 3.1	Modelo de estratificação dos domicílios em Belo Horizonte (Autor).....	35
Tabela 3.2	Levantamento de cargas de incêndio específicas em residências de classe alta (Autor).....	36
Tabela 3.3	Número de domicílios por região, classificados pela renda média mensal do chefe do domicílio (Autor)	41
Quadro 3.1	Classificação de classes IPEAD (IPEAD, 2013).....	35

Capítulo 4. METODOLOGIA PARA O LEVANTAMENTO DE CARGAS DE INCÊNDIO

Tabela 4.1	Valores do poder calorífico específico de materiais (ABNT NBR 14432:2001 e da IT 09 do CBMMG)	59
Tabela 4.2	Poder calorífico de materiais celulósicos (ZALOK, 2011)	60
Tabela 4.3	Poder calorífico de diferentes produtos e compostos (ZALOK, 2011)	61
Tabela 4.4	Poder calorífico de diferentes plásticos (ZALOK, 2011)	62
Tabela 4.5	Cálculo da carga de incêndio específica de uma sala de estar	65
Tabela 4.6	Cálculo da carga de incêndio específica de uma sala de jantar.....	66
Tabela 4.7	Cálculo da carga de incêndio específica do dormitório principal.....	67
Tabela 4.8	Cálculo da carga de incêndio específica dos dormitórios 1 e 2.....	68

Tabela 4.9	Cálculo da carga de incêndio específica da cozinha	69
Tabela 4.10	Carga de incêndio específica do domicílio.....	70

Capítulo 5. ESTUDO DE CASOS DE LEVANTAMENTO DE CARGAS DE INCÊNDIO

Tabela 5.1	Resumo do estudo de casos dos levantamentos das cargas de incêndio em edificações residenciais – Formulário de registro fotográfico	74
Tabela 5.2	Resumo do estudo de casos dos levantamentos das cargas de incêndio em edificações residenciais – Formulário por informações visuais	76

LISTA DE SIMBOLOS

$1 - \alpha$	Nível de confiança
c	Calor específico
ℓ	Comprimento
α	Gradiente térmico
$\Delta\ell$	Expansão térmica
ϵ	Erro máximo de estimação
θ_g	Temperatura dos gases no ambiente em chamas (°C)
θ_0	Temperatura dos gases no instante $t = 0$, geralmente admitida em 20 °C
λ	Condutividade térmica
ρ	Densidade
ρ_t	Densidade real
σ^2	Variância

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	Graus Celsius
AAS	Amostragem Aleatória Simples
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
A_f	Área do piso do compartimento, em metro quadrado
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
b	Tamanho da amostra de domicílios em cada conglomerado
C_a	Custo de obtenção de uma amostra de setor censitário (deslocamento em horas)
C_b	Custo de obtenção de uma amostra de domicílio (horas)
CB	Corpo de Bombeiros
CBMES	Corpo de Bombeiro Militar do Espírito Santo
CBMMG	Corpo de Bombeiro Militar de Minas Gerais
CFD	<i>Computational Fluid Dynamics</i>
d_{eff}	<i>Desing effect</i>
d_y	Tamanho do intervalo da classe de rendimentos y

E(X)	Média ponderada
FDS	<i>Fire Dynamics Simulator</i>
FRC	<i>Fiber-Reinforced Concrete</i>
f_y	Frequência de domicílios particulares permanentes na classe y
GPa	Gigapascal
H, H_i	Poder calorífico do material, em megajoules por quilograma
HSC	<i>High-Strength Concrete</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Georeferencia e Estatística
IFSTA	<i>International Fire Service Training Association</i>
IPEAD	Instituto de Pesquisas Econômicas Administrativas e Contábeis de Minas Gerais
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IT	Instrução Técnica
J	Joules
K	Graus Kelvin
kg	Quilograma
kJ	Quilojoule
kW	Quilowatt
m	Metro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
M_i	Massa total de cada componente i do material combustível, em quilograma
MJ	Megajoules
MPa	Megapascal
n	Número de amostras
N	Universo
n_{AAS}	Número de amostras aleatórias simples
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
NSC	<i>Normal-Strength Concrete</i>
°F	<i>Fahrenheit</i>
q_{fi}	Valor da carga de incêndio específica, em megajoules por metro quadrado de área de piso

q_i^*, q^*	Valor da carga de incêndio
roh	Correlação intraclasse
s	Segundos
SBN	<i>Swedish Bulding Regulations</i>
SPFE	<i>Society of Fire Protection Engineers</i>
t	Tempo expresso em minutos
TRVB	Liga Federal de Combate a Incêndio da Áustria
W	<i>Watts</i>
y	Classe de rendimento

SUMÁRIO

1	Introdução	1
1.1	Considerações Iniciais	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Justificativa e Relevância do Tema	3
1.4	Estrutura desta Dissertação de Mestrado	4
2	Conceitos Básicos e Fundamentação Teórica.....	5
2.1	Introdução	5
2.2	Carga de Incêndio	5
2.3	Carga de Incêndio Específica	5
2.4	Combustíveis	7
2.4.1	Combustíveis Sólidos	7
2.4.2	Combustíveis Líquidos	8
2.4.3	Combustíveis Gasosos	8
2.5	Desenvolvimento do Fogo em Compartimentos	8
2.6	Segurança Contra Incêndios	13
2.6.1	Medidas de Segurança Contra Incêndios	14
2.6.1.1	Fatores que Influenciam a Severidade de um Incêndio	15
2.7	Propriedades dos Materiais de Construção	15
2.7.1	Propriedades dos Materiais em Temperaturas Elevadas	16
2.7.1.1	Propriedades Térmicas do Aço	16
2.7.1.2	Propriedades Térmicas do Concreto	18
2.7.1.3	Propriedades Térmicas da Alvenaria	19
2.7.1.4	Propriedades Térmicas da Madeira	20
2.7.1.5	Propriedades Térmicas do Gesso	20
2.8	Revisão Bibliográfica e Fundamentação Teórica.....	21
2.8.1	Metodologias de Pesquisa para Avaliação de Cargas de Incêndio	21
2.8.1.1	Método de Inventário	21
2.8.1.2	Método da Pesagem Direta	22
2.8.1.3	Método da Combinação (Inventário e Pesagem)	22
2.8.1.4	Método do Questionário	22
2.8.1.5	Revisão de “Websites” de imóveis	23

3	Amostragem	31
3.1	Introdução	31
3.2	Planejamento da Amostra	31
3.3	Determinação do Tamanho da Amostra	34
3.3.1	Amostragem Aleatória Simples	36
3.3.2	Amostragem por Conglomerados	37
3.4	Sorteio para Selecionar o Setor Censitário	40
4	Metodologia Para o Levantamento de Cargas de Incêndio	50
4.1	Introdução	50
4.2	Levantamento da Cargas de Incêndio	50
4.2.1	Definição da Amostra	51
4.2.2	Medição das Áreas de cada Cômodo	51
4.2.3	Inventario dos Itens Combustíveis	51
4.2.4	Pesquisa das Massas dos Itens Combustíveis	52
4.2.5	Tratamento dos Dados	59
5	Estudo de Casos de Levantamento de Cargas de Incêndio	71
5.1	Introdução	71
5.2	Medição das Áreas dos Cômodos.....	71
5.3	Inventário dos Itens Combustíveis.....	71
5.4	Pesquisa das Massas dos Itens Combustíveis e Tratamento dos Dados	72
5.5	Casos Analisados – Formulário de Registro Fotográfico	72
5.6	Casos Analisados – Formulário de Informações Visuais.....	75
6	Considerações Finais	77
6.1	Síntese do Trabalho	77
6.2	Conclusões	78
6.3	Trabalhos Futuros	79
7	Referências Bibliográficas	80

Anexos	84
Anexo A – Formulário baseado em informações visuais	85
Anexo B – Formulário baseado em registro fotográfico	88
Anexo C – Planilhas de calculo das cargas de incêndio.....	91

1

INTRODUÇÃO

1.1 – Considerações Iniciais

A engenharia de segurança contra incêndio em edificações tem sido aplicada em muitos países e, no Brasil, isto não é uma exceção. No país, isto ocorre devido à introdução das instruções técnicas dos Corpos de Bombeiros e das normas técnicas brasileiras. O desenvolvimento e a propagação do fogo estão relacionados, entre outras questões, com a carga de incêndio.

Segundo a Instrução Técnica 09:2006 do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), a carga de incêndio é definida como a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis em um espaço, inclusive os revestimentos das paredes, divisórias, pisos e tetos.

A densidade de carga de incêndio ou carga de incêndio específica é o valor da carga de incêndio dividido pela área de piso do espaço considerado, expresso em megajoules (MJ) por metro quadrado (m^2) ou em quilogramas equivalente de madeira seca por m^2 .

De modo geral, no Brasil não se tem uma pesquisa que valide os valores da densidade de carga de incêndio estabelecidos na norma, motivo pelo qual este trabalho busca definir uma metodologia para realizar levantamentos de cargas de incêndio em edificações residenciais.

1.2 – Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é a proposição de uma metodologia para realizar levantamentos de cargas de incêndio em edificações residenciais pela combinação do método de inventário e com o método de análises de fotos.

Dessa forma, visa-se realizar estudos de casos com levantamento de cargas de incêndio em edificações residenciais aplicando a metodologia proposta, para obter a carga específica de cada compartimento em casas e apartamentos. Nos cômodos serão incluídos: as diferentes salas, quartos, *closet*, cozinha, área de serviço, área de armazenamento (se houver), área de circulação, entre outras, não se levando em conta os banheiros por possuírem pouca carga de incêndio ou uma carga praticamente desprezável. Para fazer o cálculo da carga de incêndio de cada elemento combustível, serão utilizados os valores de poder calorífico específico de cada material segundo a norma ABNT NBR 14432: 2001 e a Instrução Técnica 09: 2006 do CBMMG.

Para tanto, tem-se como objetivo específico a análise das cargas de incêndio de cada compartimento de uma edificação residencial, com inclusão do mobiliário e dos elementos construtivos da edificação, o que exige:

- a classificação dos domicílios residenciais de Belo Horizonte em quatro níveis ou padrões de construção;
- o estudo do tamanho da amostra para o levantamento de cargas, incluindo o sorteio dos setores censitários;
- a definição dos cômodos e levantamentos das cargas de incêndio de cada elemento combustível presente;
- a aplicação desta metodologia para o estudo de casos de levantamentos de cargas de incêndio em edificações residenciais;
- a tabulação e a preparação dos resultados obtidos para comparar as cargas de incêndio com os valores das normas técnicas brasileiras e normas técnicas internacionais.

1.3 – Justificativa e Relevância do Tema

Ao realizar uma ampla pesquisa na literatura técnica nacional sobre incêndios, não foi possível encontrar registros de levantamentos de cargas de incêndios em edifícios nacionais de ocupação residencial, mas existe uma quantidade significativa de trabalhos internacionais.

No país, encontra-se apenas o trabalho sobre a densidade de carga de incêndio realizado segundo Assis (2001), que trata das “Cargas de Incêndios em Edifícios de Escritórios”.

A carga de incêndio representa a quantidade de material combustível que está em um compartimento, dependente da arquitetura e do uso da edificação. Desta forma, levantaram-se as cargas de incêndios em outros países, obtendo-se aproximações do valor a ser considerado. Conhecendo os procedimentos para o levantamento das cargas de incêndio, pode-se fazer um estudo para o levantamento destas cargas em edifícios residenciais brasileiros.

1.4 – Estrutura desta Dissertação de Mestrado

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos.

No capítulo 2 apresentam-se os conceitos básicos relacionados com a temática em questão e a revisão bibliográfica com ênfase nos trabalhos desenvolvidos no exterior e no Brasil a respeito de levantamentos de cargas de incêndio.

No capítulo 3 apresenta-se a metodologia para a determinação da amostra, de forma a realizar cientificamente o levantamento de cargas de incêndios. A amostragem incluirá: o processo de estratificação dos domicílios em quatro níveis ou padrões de construção; a determinação do número de amostras a serem aplicadas para cada nível e o sorteio dos setores censitários.

Já nos capítulos 4 e 5 apresenta-se o tema central deste trabalho, cujo foco é o desenvolvimento da metodologia para o levantamento de cargas de incêndio em edificações residenciais. Incluindo a aplicação desta metodologia passo a passo, um estudo de caso de levantamentos de cargas de incêndio será realizado.

No Capítulo 5 é abordado um estudo de caso de levantamentos de cargas de incêndio aplicando a metodologia desenvolvida no capítulo 4.

Por fim, no capítulo 6 apresentam-se as considerações finais e, no capítulo 7 as referências bibliográficas empregadas ao longo deste trabalho.

2

CONCEITOS BÁSICOS E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 – Introdução

Em se tratando do estudo de segurança contra o fogo é importante identificar que a carga de incêndio é um dos fatores mais importantes e significativos quanto à intensidade, duração e propagação de um incêndio, uma vez que os mobiliários, as paredes, divisórias, piso e teto são os elementos combustíveis com propriedades térmicas que representam as características do fogo. Sem esses elementos presentes as cargas de incêndio são mínimas e o risco de incêndio pode ser caracterizado de baixo risco.

2.2 – Carga de Incêndio

A carga de incêndio é definida pela Instrução Técnica 09 do CBMMG, como a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis contidos em um espaço, inclusive o revestimento das paredes, divisórias, pisos e tetos.

2.3 – Carga de Incêndio Específica

A densidade da carga de incêndio ou carga de incêndio específica é o valor da carga de incêndio dividido pela área do piso do espaço considerado, expresso em megajoules (MJ) por metro quadrado (m²) ou em quilogramas equivalentes de madeira seca por m². (IT 09: 2006 do CBMMG).

O método para levantamento da carga de incêndio específica definido pela norma ABNT NBR 14432: 2001 e pela IT 09: 2006 do CBMMG considera que os valores da carga de incêndio específica para as edificações pode ser determinado pela seguinte expressão:

$$q_{fi} = \frac{\sum M_i \times H_i}{A_f} \quad (2.1)$$

onde:

- q_{fi} é o valor da carga de incêndio específica, em megajoules por metro quadrado de área de piso;
- M_i é a massa total de cada componente i do material combustível, em quilograma. Esse valor não poderá ser excedido durante a vida útil da edificação, exceto, quando houver alteração da ocupação, ocasião em que M_i deverá ser reavaliada;
- H_i é o potencial calorífico específico de cada componente i do material combustível, em megajoules por quilograma; e,
- A_f é a área do piso do compartimento, em metro quadrado.

A norma brasileira ABNT NBR 14432: 2001 e a IT 09: 2006 do CBMMG estabelecem uma carga de incêndio específica de 300 MJ/m² para ocupações residenciais, conforme é descrito na Tab. 2.1.

Tabela 2.1 - Cargas de incêndio específicas por ocupação

Ocupação/Uso	Descrição	Carga de incêndio (q_{fi}) em MJ/m ²
Residencial	Alojamentos estudantis	300
	Apartamentos	300
	Casas térreas ou sobrados	300
	Pensionatos	300

Fonte: IT 09 – CBMMG (2006).

2.4 - Combustíveis

O combustível pode ser definido como qualquer material ou substância capaz de produzir calor, energia ou luz por meio da reação química da combustão, seja em estado sólido, líquido ou gasoso.

Pelo seu estado físico, os combustíveis classificam-se em;

- Sólido (madeira, papel, tecidos, etc.);
- Líquido (gasolina, álcool, óleos, tintas, etc.); e
- Gasoso (gás, metano, etileno, etc.).

2.4.1 - Combustíveis Sólidos

A caracterização de um combustível sólido se dá pela união entre um combustível e um comburente, um oxidante que abasteça oxigênio para a queima do combustível, convertendo isto em uma reação exotérmica, capaz de liberar a energia para o sistema.

A maioria dos sólidos (naturais, orgânicos ou sintéticos), entra em ignição em resposta a uma fonte externa de calor. A queima de um combustível sólido pode ser facilitada quando ele está dividido em várias partículas e a umidade relativa do ar for muito baixa. Os corpos sólidos no processo de queima passam por três estágios: destilação, inflamação e incandescência.

Na destilação ocorre o desprendimento dos gases inflamáveis, uma vez que o corpo atingiu o seu ponto de fulgor¹. O estágio de inflamação é aquele em que o corpo já alcançou sua temperatura de ignição e surge a chama e, conseqüentemente, os gases se inflamam.

Na incandescência ocorre o desprendimento de calor provocado pelas chamas, fazendo com que a temperatura do corpo se eleve. Neste estágio, o poder calorífico do corpo pode ser caracterizado.

¹ Ponto de fulgor é a menor temperatura na qual um líquido ou um sólido libera vapor em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável.

2.4.2 - Combustíveis Líquidos

Segundo a norma ABNT NBR 7505: 2000, os combustíveis líquidos se dividem em líquidos inflamáveis, combustíveis instáveis ou reativos. Os inflamáveis são os líquidos que possuem ponto de fulgor inferior a 37,8°C e os combustíveis valores superiores a 37,8°C. Os instáveis ou reativos são os líquidos que se tornam auto reativos por efeito de variação da temperatura e pressão, ou do choque mecânico, que é produzido na estocagem ou no transporte e, em consequência, se decompõem, polimerizam ou podem alcançar o estágio para explosão.

Estes combustíveis se distinguem pela facilidade de liberação do vapor, sendo que os líquidos inflamáveis possuem uma capacidade elevada. Além disto, qualquer líquido combustível aquecido a altas temperaturas torna-se inflamável.

2.4.3 - Combustíveis Gasosos

Os corpos gasosos possuem a propriedade de entrar em processo de queima mais facilmente, uma vez que não passam pelo processo de transformação, que os combustíveis líquidos e sólidos estão sujeitos. A combustão dos gases é direta, dependendo fundamentalmente da concentração com que se mistura com o ar. Para que aconteça a combustão é necessário que se apresente uma mistura volumétrica percentual ideal de combustível e o oxigênio na presença de uma fonte de ignição.

Os gases por oferecerem grande mobilidade no ar através de uma ventilação o ambiente, tornam-se uma variável importante, já que essa determina a maior ou menor mobilidade dos gases.

2.5 – Desenvolvimento do Fogo em Compartimentos

Para o estudo do desenvolvimento de um incêndio é necessário ressaltar a grande diferença na evolução de um foco de incêndio ao ar livre e de um foco de incêndio em um compartimento. Esta grande diferença na evolução destes dois focos, deve-se basicamente a dois fatores:

(1) a oferta de oxigênio e

(2) o “*feedback radiativo*²” ou a retroalimentação.

O crescimento e desenvolvimento de um incêndio em um compartimento é normalmente controlado pela quantidade e disponibilidade de combustível e oxigênio. Quando a quantidade de combustível disponível para queima é limitada, o incêndio será *fogo controlado*. Quando a quantidade de oxigênio disponível é limitada, a condição é dita *ventilação controlada*.

O desenvolvimento de incêndios em compartimentos apresenta-se em três fases ou estágios típicos: (1) crescimento; (2) queima generalizada; e (3) decaimento. A Fig. 2.1 apresenta uma forma mais detalhada destes estágios de desenvolvimento de um incêndio.

A fase (1) de crescimento do fogo é entendida como a ignição, capaz de descrever o período em que os quatro elementos do quadrilátero de fogo se unem e dão início à combustão. A ignição pode ser pilotada (causada por uma faísca ou chama) ou não pilotada (causada quando o material atinge a sua temperatura de ignição a partir do auto aquecimento), tais como a ignição espontânea (IFSTA, 2001).

²*Feedback radiativo*: é caracterizado pela queima em um compartimento. Os gases produzidos ficam barrados pelo teto e pelas paredes e começam a se acumular abaixo do teto formando uma capa térmica que irradia de volta para o ambiente boa parte do calor que carrega. (CBMES ,s.d).

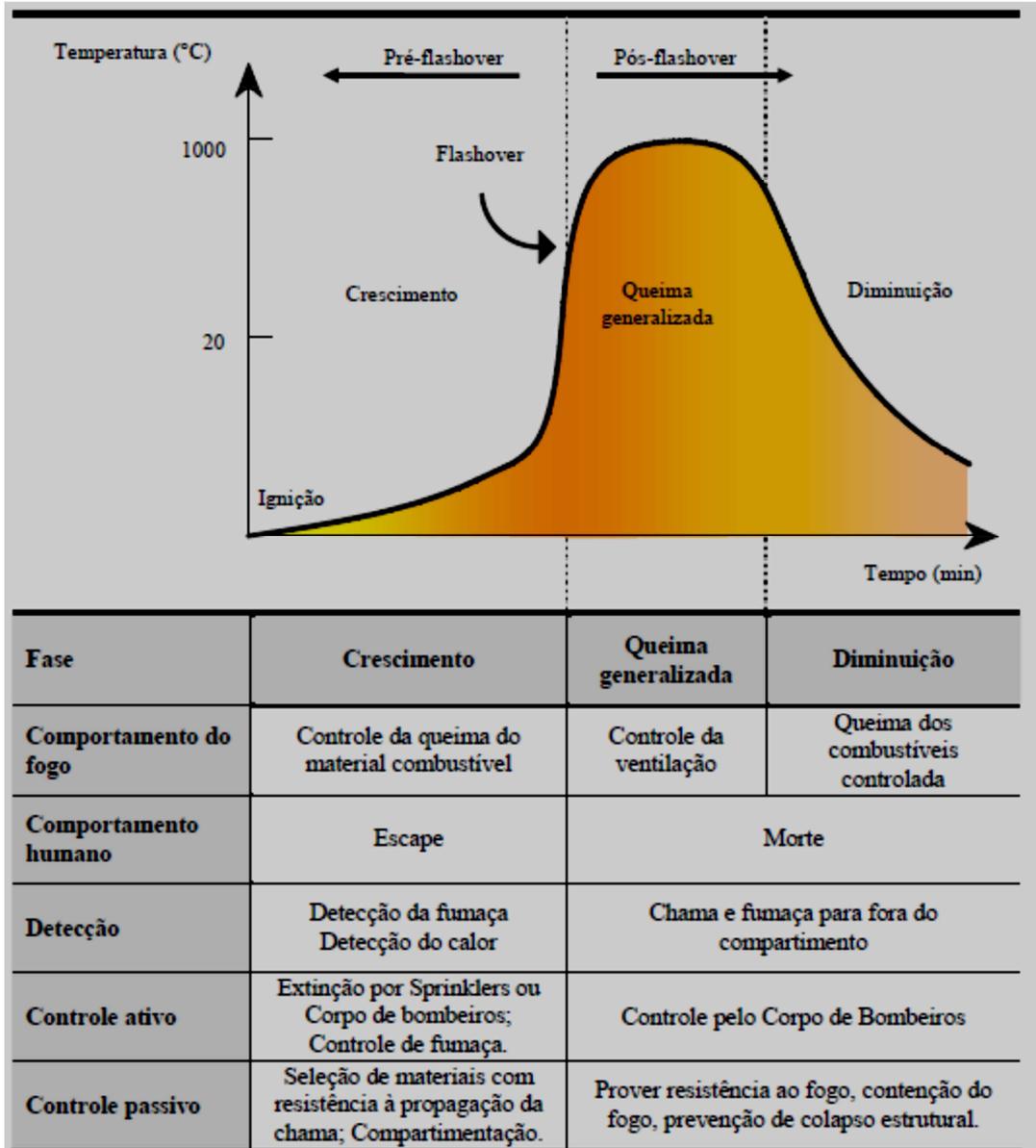


Figura 2.1– Fases do desenvolvimento de um incêndio.

Fonte Adaptada: BUCHANAN (1995) *apud* BONTESE (2007).

Logo após o desenvolvimento da ignição, tem-se o crescimento do fogo. Este se inicia quando as chamas vão subindo pela coluna de gases que se ergue sobre o foco até atingir o teto, ou seja, até a formação de uma pluma³. Com as chamas atingido o teto, tem-se a ocorrência de uma grande produção de fumaça negra.

A fase de crescimento continuará enquanto o combustível e oxigênio estiverem disponíveis no compartimento. Incêndios em compartimento, em fase de crescimento, são geralmente

³ Pluma do fogo: é a coluna flutuante ascendente de chama e produtos quentes da combustão acima da fonte de combustível.

controlados pelo combustível. Como o fogo aumenta, a temperatura global aumenta no compartimento, assim como a temperatura do gás se eleva na camada no nível do teto (Fig. 2.2) (IFSTA, 2001).



Figura 2.2 – Fase de crescimento do fogo

Fonte: IFSTA (2001).

Outro fator importante na fase de crescimento do fogo é o *flashover*, definido como a transição entre a fase de crescimento e a queima generalizada do incêndio. Durante o *flashover*, as condições no compartimento mudam rapidamente, em função de um aumento da radiação e temperatura, dada pela contínua combustão e pela queima dos primeiros materiais inflamados que envolvem todas as superfícies combustíveis expostas no interior do compartimento.

A camada de gás quente que se desenvolve no nível do teto durante a fase de crescimento, causa a radiação de calor dos materiais combustíveis afastados da origem do fogo (Fig. 2.3). Normalmente a energia radiante (fluxo de calor) da camada de gás quente é superior a 20 kW/m², na ocorrência do *flashover*. Esta radiação de calor causa uma pirólise⁴ dos materiais combustíveis dentro do compartimento.

O *flashover* está associado às temperaturas, que variam entre 483°C e 649°C. Este intervalo está correlacionado com uma temperatura de ignição do Monóxido de Carbono (CO) (1128°F ou 609°C), cujos gases mais comuns são emitidos a partir da pirólise.

⁴ Pirólise: é a transformação de compostos ou materiais orgânicos em compostos mais simples, por efeito da temperatura (ROSSO, 1975).

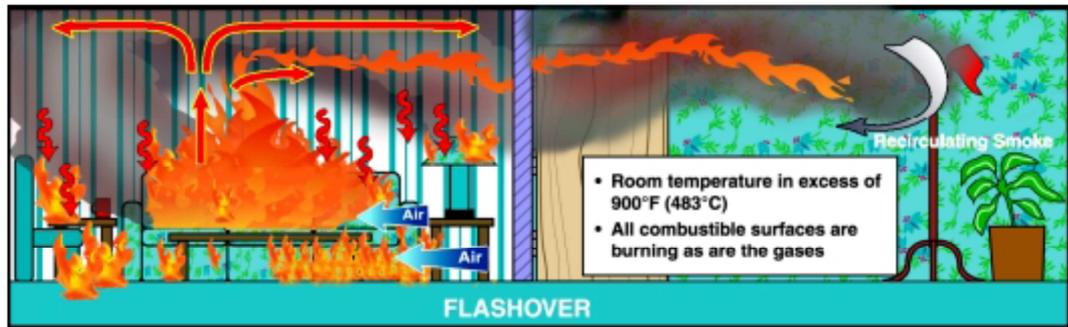


Figura 2.3 - Exemplo de *flashover*

Fonte: IFSTA (2001).

Durante a fase (2), o fogo entra em um estado estável de combustão. A queima generalizada ocorre quando todos os materiais combustíveis no compartimento estão envolvidos no incêndio. Durante este período de tempo, a queima de combustíveis no compartimento estará liberando a máxima quantidade de calor possível para a queima dos pacotes combustíveis e da produção de grandes volumes de gases do incêndio. O calor liberado e o volume de gases do fogo produzido dependerão, principalmente, da quantidade de ar que entra no compartimento (fogo controlado pela ventilação).

Durante esta fase, os gases quentes não queimados do incêndio estarão susceptíveis começar a fluir pelo compartimento de origem, para os espaços adjacentes do compartimento, como apresentados na Fig. 2.4 (IFSTA, 2001). Nesta fase, cerca de 70% dos materiais foram consumidos e a taxa de combustão tende a decair, apresentando uma diminuição da temperatura. Logo, o incêndio entra na terceira fase.



Figura 2.4 - Gases quentes fluem para o compartimento adjacente

Fonte: IFSTA, (2001).

Na fase (3) de decaimento, novamente o incêndio é controlado pela quantidade de combustível. A quantidade de fogo diminui e a temperatura dentro do compartimento começa a decrescer.

2.6 – Segurança Contra Incêndios

Grandes incêndios ocorridos nas décadas de 1970 e 1980, entre estes, os do Edifício Andraus (São Paulo, 1972) e o Edifício Joelma (São Paulo, 1974), resultaram na edição da ABNT NBR 5627:1980, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas. Esta norma não foi efetivamente utilizada, sendo cancelada no ano de 2001. Já em 1981, ocorreu o incêndio no edifício Grande Avenida (São Paulo) e no ano de 1987 ocorreu o incêndio no Edifício CESP (São Paulo).

Estes acontecimentos levaram à elaboração de regulamentos e normas capazes de gerar ferramentas e conceitos para a evolução da segurança contra incêndio, como uma necessidade intrínseca aos espaços construídos, tornando iminente a necessidade de fusão entre medidas normativas e o processo de concepção dos projetos arquitetônicos. Sendo assim, pode-se garantir a segurança nas edificações no que tange à proteção estrutural e de bens, assim como na salvaguarda de vidas, aliados aos aspectos de habitabilidade.

Em São Paulo foi redigida a Instrução Técnica CB-02.33-94 que estabelecia tempos de resistência ao fogo para estruturas de aço. Em 1999 aprovou-se a ABNT NBR 14323:1999. No ano de 2000 a ABNT NBR 14432: 2001 também foi aprovada.

Em 2001, no Estado de São Paulo, entrou em vigência o Decreto 46.076 que instituiu o regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco para os fins da Lei 684 de 1975 e foi revogado pelo Decreto 56.819 de 2011, que instituiu o regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco no estado de São Paulo e dá providências correlatadas. Também em 2001, no Estado de Minas Gerais foi criada a Lei 14.130, que dispõe sobre a prevenção contra incêndio e pânico, regulamentada pelo Decreto 44.270 de 2006, semelhante ao Decreto 46.076 do Estado de São Paulo. No ano 2004 entrou em vigor a ABNT NBR 15200:2004.

De acordo com Silva e Pannoni (2010), os objetivos fundamentais da segurança contra incêndio são: minimizar o risco à vida⁵ e reduzir a perda patrimonial⁶. Um bom sistema de segurança contra incêndio consiste em um conjunto de meios ativos (chuveiros automáticos, brigada contra incêndio, detecção de calor ou fumaça, etc.) e passivos (resistência ao fogo das estruturas, compartimentação, saídas de emergências, etc.) que possam garantir a fuga dos ocupantes da edificação em condições de segurança, a minimização dos danos a edificações adjacentes e à infraestrutura pública, bem como a segurança das operações de combate ao incêndio.

2.6.1 - Medidas de Segurança Contra Incêndios

Pode-se observar nas sinalizações e iluminações de emergência dos cinemas, dos *shoppings* e de todo lugar de alta concentração de pessoas, que a preocupação com a segurança contra incêndio é notável e esta preocupação rodeia o ser humano a todo instante.

A segurança contra incêndio de uma edificação pode ser implementada na fase de projeto, desde que sejam considerados os seguintes parâmetros (SEITO, 1987):

- a) localização do edifício em relação aos serviços públicos de combate ao fogo;
- b) área ao redor do edifício (locação), para assegurar o acesso às fachadas;
- c) altura das torres dos edifícios, relacionada ao alcance dos equipamentos de combate;
- d) distância entre edifícios, prevenindo a propagação do incêndio à vizinhança;
- e) controle das quantidades de materiais combustíveis constituintes do edifício e nele contidos;
- f) dimensionamento da compartimentação interna;
- g) dimensionamento da proteção e resistência ao fogo da estrutura;
- h) proteção das aberturas existentes nos elementos de compartimentação interna;
- i) dimensionamento do sistema de detecção e alarme;
- j) dimensionamento do sistema de extinção com chuveiros automáticos, extintores manuais e automáticos; e,

⁵ Risco à vida: entende-se como a exposição severa dos usuários da edificação à fumaça ou ao calor e o eventual desabamento de elementos construtivos sobre os usuários ou a equipe de combate.

⁶ Perda patrimonial: entende-se como a destruição parcial ou total da edificação, dos estoques e documentos, dos equipamentos ou dos acabamentos do edifício sinistrado ou da vizinhança. (SILVA e PANNONI, 2010).

- k) dimensionamento do sistema de hidrantes e mangueiras, além da reserva de água para incêndio.

As medidas de proteção contra incêndio podem ser por sua vez, divididas em duas categorias, sendo as medidas de proteção passiva e as medidas de proteção ativa.

2.6.1.1 – Fatores que Influenciam a Severidade de um Incêndio

Conforme Silva e Pannoni (2010), o risco de início de um incêndio, sua intensidade e duração estão associados a:

- atividade desenvolvida no edifício: tipo e quantidade de material combustível, tecnicamente denominada como as cargas de incêndio, nele contidos.
- forma do edifício: um edifício térreo com grande área sem compartimentação pode representar um risco maior de incêndio do que um edifício com diversos andares, de mesma atividade, subdividido em muitos compartimentos, que confinarão o incêndio.
- condições de ventilação do ambiente: dimensões e posição das janelas.
- propriedades térmicas dos materiais constituintes das paredes e do teto: quanto mais isolantes forem esses materiais, menor será a propagação do fogo para outros ambientes, porém, mais severo será o incêndio no compartimento.
- sistemas de segurança contra incêndio: a probabilidade de início e propagação de um incêndio é reduzida em edifícios onde existem detectores de fumaça, sistema de chuveiros automáticos, brigada contra incêndio e uma compartimentação adequada, etc.

2.7 - Propriedades dos Materiais de Construção

Para o desenvolvimento deste trabalho é importante conhecer as propriedades térmicas dos materiais de construção. Materiais metálicos, cerâmicos, vidros, polímeros e madeiras, são frequentemente utilizados na construção civil. No estudo da segurança contra incêndios, as características ignífugas dos materiais são um tópico importante que vem sendo analisado, já que os materiais são imprescindíveis na propagação de um incêndio.

É necessário conhecer a capacidade destes materiais de resistir à ação do fogo por um determinado tempo, mantendo sua integridade, estanqueidade e isolamento.

Neste item são abordadas as principais características de alguns componentes e materiais utilizados na construção civil, assim como também na fabricação do mobiliário.

2.7.1 - Propriedades dos Materiais em Temperaturas Elevadas

O comportamento de uma peça ou componente estrutural exposto ao fogo depende, em parte, das propriedades térmicas e mecânicas do material do qual é composto. Grande parte dos materiais de construção não são estáveis ao longo de uma gama de temperaturas de 20°C a 800°C. Em aquecimento, os materiais sofrem alterações físico-químicas ("reações" em um sentido generalizado), acompanhadas por transformações na sua microestrutura e alterações em suas propriedades (SPFE, 2002).

2.7.1.1 - Propriedades Térmicas do Aço

Os aços mais frequentemente usados na indústria da construção são os laminados a quente ou a frio.

As temperaturas elevadas afetam as propriedades mecânicas dos aços. Temperaturas superiores a 500°C podem resultar em alterações da microestrutura ou em deformações irreversíveis quando o material é submetido a pequenos esforços. A Corrosão é outra alteração que se apresenta devido à exposição do aço a temperaturas elevadas que pode originar erosão na superfície, da qual poderá resultar em perda de funcionalidade do componente. O módulo de elasticidade longitudinal dos aços, que é igual a 200 GPa à temperatura ambiente, decresce para 170 GPa a 480°C, diminuindo abruptamente a partir dessa temperatura, o que resultando na perda da rigidez da estrutura.

A densidade do aço é de cerca de 7850 kg/m³. Seu coeficiente de expansão térmica é uma propriedade estrutural não sensível. A temperatura crítica do aço é frequentemente utilizada como um ponto de referência para determinar a falha dos componentes estruturais expostos ao fogo (SPFE, 2002).

A exposição a altas temperaturas dos materiais estruturais tais como o aço e o concreto, provocam a degeneração das suas características físicas e químicas, causando redução da resistência (Fig. 2.5) e da rigidez (Fig. 2.6), o que deve ser levado em conta no dimensionamento das estruturas, em situação de incêndio.

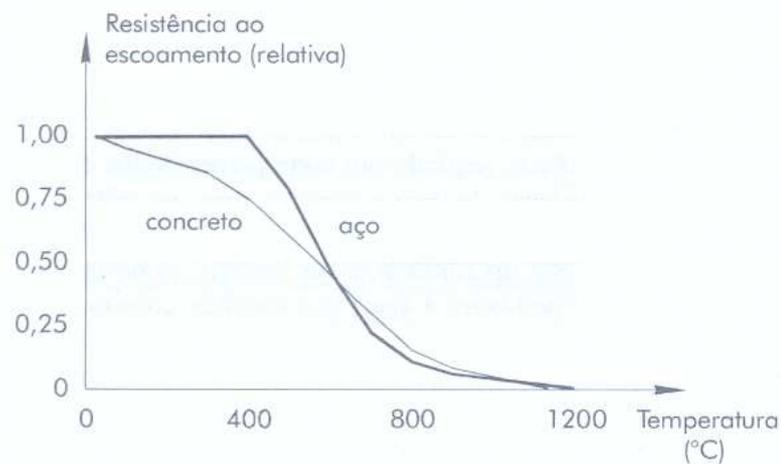


Figura 2.5 – Redução da resistência ao escoamento em função da temperatura.

Fonte: SILVA (2001).

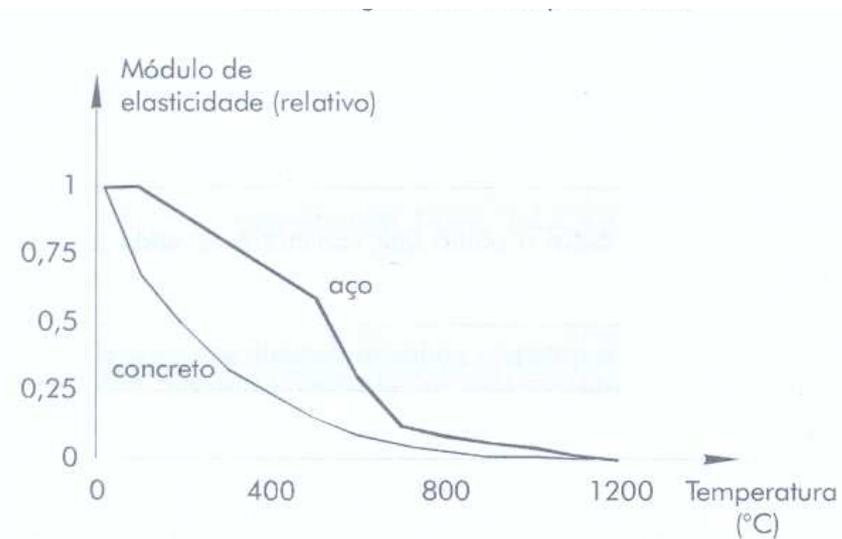


Figura 2.6 – Redução do módulo de elasticidade em função da temperatura.

Fonte: SILVA (2001).

Segundo a ABNT NBR 14323:1999, adotam-se de forma simplificada os valores das propriedades térmicas do aço a serem considerados independentes da temperatura. Estes valores são apresentados na Tab. 2.2:

Tabela 2.2 – Valores simplificados das propriedades térmicas do aço

Alongamento ($\Delta\ell/\ell$)	Calor Específico (c)	Condutividade Térmica (λ)
$14 \times 10^{-6} (\theta_a - 20)$	600 J / kg °C	45 W/m°C

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 14323: 1999.

2.7.1.2 Propriedades Térmicas do Concreto

A palavra concreto abrange um grande número de distintos materiais, com uma única característica em comum, pois são formados pela hidratação do cimento. Uma vez que as quantidades de pasta de cimento hidratado é apenas 24 a 43 por cento do volume presente nos materiais, as propriedades do concreto podem variar muito, conforme o uso dos agregados.

Tradicionalmente, a resistência à compressão do concreto utilizado gira entorno de 20 MPa e 50 MPa, o que é referido como esforço normal do concreto (NSC, *Normal-Strength Concrete*). O concreto com resistência de compressão na gama de 50 MPa a 100 MPa, tornou-se amplamente utilizado e é referido como concreto de alta resistência (HSC, *High-Strength Concrete*). Dependendo da densidade, os concretos geralmente são subdivididos em dois grupos principais: (1) concretos de peso normal com uma gama de densidades entre 2150 - 2450 kg/m³ e (2) concretos leves com densidades entre 1350 e 1850 kg/m³. Para práticas de segurança ao fogo, os concretos podem ser subdivididos em concretos de peso normal em silicatos e concreto com carbono agregado, de acordo com a composição do agregado principal. Além disso, uma pequena quantidade de fibras descontínuas é, muitas vezes adicionada à mistura do concreto, para obter um desempenho superior. Este concreto é denominado como concreto com fibras reforçadas (FRC, *Fiber-Reinforced Concrete*) (SPFE, 2002).

Na Tab. 2.3 apresentam-se os valores das propriedades térmicas dos concretos de densidade normal e de baixa densidade. Estes valores são adaptados de forma simplificada ao considerar temperaturas independentes, de acordo a ABNT NBR 14323: 1999.

Tabela 2.3 – Valores simplificados das propriedades térmicas do concreto

	Alongamento ($\Delta l/l$)	Calor Específico (c)	Condutividade Térmica (λ)
Concreto de densidade normal	$18 \times 10^{-6} (\theta_c - 20)$	1000 J / kg °C	1,6 W/m°C
Concreto de densidade baixa	$8 \times 10^{-6} (\theta_c - 20)$	840 J / kg °C	0,5 W/m°C

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 14323: 1999.

2.7.1.3 - Propriedades Térmicas da Alvenaria

A densidade (ρ) dos tijolos está entre 1660 e 2270 kg/m³, dependendo das matérias-primas empregadas na fabricação, na técnica de moldagem e da queima. A densidade real do material (ρ_t) está entre 2600 e 2800 kg/m³.

A partir de curvas relativas à variação da condutividade térmica λ , com a temperatura θ , fornecidas em Purkiss (1996), para tijolos de argila ou de silicato de cálcio, é possível extrair os valores da condutividade térmica de 1 a 600°C, conforme dados apresentados na Tab. 2.4 e o calor específico do tijolo de argila, como é descrito na Tab. 2.5

Tabela 2.4 – Condutividade térmica do tijolo

Densidade (kg/m³)	Condutividade térmica (λ) (W/m°C)
700	0,19
1100	0,28
1600	0,39
2100	0,75

Tabela 2.5 – Calor específico do tijolo

Temperatura (°C)	Calor Específico (c) (J/kg °C)
600	1146
800	1253
1000	1357

2.7.1.4 - Propriedades Térmicas da Madeira

A madeira é utilizada na construção como membro estrutural e na fabricação de mobiliários. Segundo o SPFE (2002), a densidade da madeira seca varia de 300 kg/m³ (cedro branco) a 700 kg/m³ (nogueira, gafanhoto preto), a densidade de abetos de Douglas varia entre 430 a 480 kg/m³ e de pinheiros do sul varia entre 510 a 580 kg/m³. A densidade real do material sólido que forma as paredes das células da madeira é de cerca de 1500 kg/m³ para todos os tipos de madeira. A densidade da madeira diminui conforme a elevação da temperatura.

O coeficiente de expansão térmica linear varia de 3,2 x 10⁻⁶ a 4,6 x 10⁻⁶ m*m⁻¹*K⁻¹ ao longo da fibra, e de 21,6 x 10⁻⁶ a 39,4 x 10⁻⁶ m*m⁻¹*K⁻¹ transversalmente na fibra. A madeira encolhe-se em temperaturas acima de 100°C, por causa da redução do conteúdo de umidade, a quantidade de encolhimento pode ser estimada como 8% , na direção radial, de um 12% na direção tangencial e uma média de 0,1 a 0,2 por cento na direção longitudinal. (SPFE, 2002)

2.7.1.5- Propriedades Térmicas do Gesso

O gesso ou sulfato de cálcio desidratado: (CaSO₄ x 2H₂O) segundo o SPFE (2002), uma placa com base na composição e desempenho classifica-se nos seguintes tipos;

- placa de gesso regular;
- gesso acartonado tipo X e
- gesso acartonado melhorado tipo X.

O gesso é um material ideal para a proteção de um incêndio. A água dentro do gesso desempenha um papel importante na definição da sua propriedade térmica e de resposta ao

fogo. No acréscimo de temperatura, ele vai perder as duas moléculas de H₂O, em temperaturas entre 125°C e 200°C. As propriedades térmicas da placa de gesso variam dependendo da composição do seu núcleo, a condutividade térmica de produtos de gesso é difícil de avaliar, devido as grandes variações nas suas porosidades e da natureza dos agregados. Um valor típico para placas de gesso de uma densidade de 700 kg/m³ é de 0,25 W/m °C.

Na Tab. 2.6 apresentam-se as propriedades térmicas de alguns materiais usados na construção civil.

Tabela 2.6 – Propriedades térmicas de alguns materiais

Material	Condutividade Térmica (λ) (W/m.K)	Calor Específico (c) (kJ/kg.K)	Densidade (ρ) (kg/m ³)	Gradiente Térmico (α) (m ² /s)
Cobre	387	0,380	8940	1,14x10 ⁻⁴
Aço temperado	45,8	0,460	7850	1,26x10 ⁻⁵
Tijolo comum	0,69	0,840	1600	5,20x10 ⁻⁷
Concreto	0,8 a 1,4	0,880	1900-2300	5,70x10 ⁻⁷
Vidro	0,76	0,840	2700	3,30x10 ⁻⁷
Placa de gesso	0,48	0,840	1440	4,10x10 ⁻⁷
Madeira - Carvalho	0,17	2,380	800	8,90x10 ⁻⁸
Madeira -Pinho	0,14	2,850	640	8,30x10 ⁻⁸
Amianto	0,15	1,050	577	2,50x10 ⁻⁷
Espuma de poliuretano	0,034	1,400	20	1,20x10 ⁻⁶

Fonte: BONITESE (2007)

2.8 – Revisão Bibliográfica e Fundamentação Teórica

2.8.1 - Metodologias de Pesquisa para Avaliação de Cargas de Incêndio

No estudo realizado por Zalok (2011) foram identificadas várias metodologias de pesquisa de cargas de incêndio, que incluem: inventário, pesagem direta, combinação (inventário e pesagem), questionários e método de revisão de *website*.

2.8.1.1 - Método do Inventário

A orientação em pesquisas de carga combustível define o método de inventário como a determinação da massa de um item com base no seu volume medido e a densidade

correspondente. O método requer a entrada física em um edifício por um perito, para listar o conteúdo e as características de todos os artigos combustíveis dentro do compartimento.

No passado, os inspetores determinavam as dimensões e as características físicas dos itens para se obter a massa do item que está sendo pesquisado. A massa dos itens podem, por conseguinte, ser calculadas utilizando densidades conhecidas do material correspondente ou por estimativas com base em dados de itens pré-pesados. A energia combustível do conteúdo do compartimento é, então, calculada com base no valor calorífico do pacote combustível.

2.8.1.2 - Método da Pesagem Direta

Este método também exige a entrada física no prédio de um inspetor para documentar os conteúdos e características de todos os itens dentro do compartimento. No entanto, ao contrário do método de inventário, as massas combustíveis de artigos dentro do compartimento são obtidas por pesagem direta.

2.8.1.3 - Método da Combinação (Inventário e Pesagem)

Este método combina a utilização do método direto de pesagem e do método de inventário, que pode incluir inventário de itens pré-pesados e de cálculo da massa baseada na medição direta do volume e densidade de materiais correspondentes.

2.8.1.4 - Método do Questionário

O método do questionário envolve a distribuição de questionários, geralmente com uma nota explicativa para os ocupantes de uma construção, com uma determinada ocupação.

O método baseia-se basicamente em medições indiretas por processos tabulares e tabelas de seleção de móveis para calcular as cargas de incêndio. Estas cargas são então estimadas, com base no valor calorífico dos itens suficientemente similares ao conjunto de combustível.

2.8.1.5 - Revisão de “Websites” de imóveis

Este método envolve uma análise de “websites” de móveis por um perito para determinar as cargas de incêndio com base em desenhos de arquitetura e fotografias. As massas dos componentes combustíveis de um compartimento particular são determinadas usando a informação visível a partir das fotografias. As cargas de incêndio são estimadas com base no valor calorífico de itens suficientemente similares ao conjunto de combustível.

No Brasil, não existem pesquisas sobre as cargas de incêndios em edifícios residenciais. Existe somente a pesquisa feita por Assis (2001), sobre os levantamentos das cargas de incêndio em edifícios de escritórios.

Assis (2001) fez a pesquisa intitulada “Carga de incêndio em edifícios de escritórios, Estudo do caso: Belo Horizonte”. Esta foi a primeira pesquisa científica feita no Brasil sobre levantamentos de cargas de incêndios. A metodologia empregada foi constituída de um levantamento sistemático, levado a efeito sobre 47,382,70 m² de área de escritórios públicos e privados em edifícios estruturados, tanto em aço como em concreto, na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. As quantidades dos materiais combustíveis fixos e móveis foram levantadas considerando-se sua geometria e distribuição no espaço, acrescentando-se medições de massa ou volume, pelo método de inventário. Com base no poder calorífico dos materiais, pesquisados na literatura técnica, foram calculadas as cargas de incêndio correspondentes. Com uso da análise estatística, as densidades médias, e aquelas correspondentes aos percentis de 80, 90 e 95% da carga de incêndio, foram determinadas para grupos de edifícios em função de seu domínio (público ou privado), e para distintas ocupações de suas salas (recepção, chefia, almoxarifado e outros), bem como, para os edifícios em seu conjunto.

Este estudo compreendeu somente as áreas destinadas ao uso de escritórios, não incluindo garagens, pilotis, coberturas, auditórios, bibliotecas, etc. Também foram excluídos os corredores e circulações coletivas, caixas de escadas, elevadores, sanitários e espaços destinados a equipamentos de ar condicionado que, em sua maioria, possuem baixa ou nenhuma carga de incêndio.

Sendo assim, esta carga foi calculada pela expressão matemática que relaciona o volume dos objetos à sua massa e, assim, conhecido o poder calorífico específico de cada material, calcula-se o valor da carga de incêndio (q_i^*), sendo:

$$q_i^* = M_i \times H_i \quad (2.2)$$

onde, M_i é a massa do objeto (quilogramas) e H_i é o poder calorífico do material constituinte (megajoules por quilograma);

Para componentes em que a relação entre volume e massa é mais complexa, adotaram-se os valores de cargas de incêndio individuais, obtidas pelos ensaios em calorímetros especiais realizados pelo laboratório norte-americano *National Institute of Standards and Technology* (NIST, 1999), como por exemplo, em móveis de forma irregular e de diversos materiais de composição. Quando dados experimentais eram inexistentes, foram usadas relações matemáticas com os valores normatizados dados pelas tabelas dos valores médios para as cargas de incêndio da norma austríaca TRVB A100 (1979).

Para a coleta de dados foram elaboradas planilhas, contendo informações gerais do edifício e a determinação de cargas de incêndio fixa e móvel.

No âmbito internacional, os primeiros estudos para a determinação estatística de cargas de incêndios foram realizados no Reino Unido por Baldwin (1970) e nos Estados Unidos por Culver (1976). Ambos usaram procedimentos de coleta de dados em campo e medições de massa e volume, sendo que estes trabalhos servem de exemplo aos pesquisadores que buscam averiguar valores de carga de incêndio a serem adotados em projetos, segundo a ocupação do edifício (ASSIS, 2001).

Ingberg (1957) *apud* Zalok (2011) conduziu uma pesquisa extensa sobre cargas de incêndio, ao utilizar o método de pesagem direta. O relatório apresentou cargas de incêndio para diferentes ocupações, incluindo apartamentos, residências, hospitais, escolas, estabelecimentos comerciais e fábricas.

Nos estabelecimentos comerciais a pesquisa limitou-se às áreas de venda e de armazenamento pequenas e frequentadas por funcionários e que não incluíam mostruários e escritórios associados com as áreas de vendas. As cargas combustíveis por área do piso do departamento foram determinadas por pesagem do conteúdo combustível em uma área representativa desse departamento. Os conteúdos combustíveis relacionados na pesquisa referem-se aos móveis, pisos, coberturas e madeiras expostas, além das utilizadas nos pisos. A carga combustível foi apresentada por área do piso do compartimento.

Culver (1976) *apud* Zalok (2011) desenvolveu um método de levantamento de inventário ao utilizar a coleta de dados visuais, isto é, características físicas observáveis dos vários itens do conteúdo, a partir do qual foram obtidos os pesos. O conceito envolveu a hipótese de que existe uma relação entre as características visuais (dimensões medidas) dos itens e seu peso.

Culver (1976) *apud* Zalok (2011) fez uma pesquisa em 23 edifícios de escritórios localizados em diversas regiões dos Estados Unidos, em prédios com alturas entre dois a quarenta e nove andares, incluindo edifícios de escritórios governamentais e privados. Resumos estatísticos dos dados foram apresentados, assim como, a influência de diversos fatores, tais como altura, idade, localização geográfica e consideração do uso e dimensões das salas. Os dados apresentados são usados atualmente em pesquisas para avaliar as exigências atuais sobre o projeto de edifícios e também para pesquisas dos efeitos das cargas de incêndios em edifícios.

Green (1977) *apud* Zalok (2011) usou uma combinação dos métodos de pesagem direta e de inventário para realizar o levantamento de cargas de incêndio de um hospital. O estudo descreveu o conteúdo combustível por sua natureza, peso, espessura ou área de superfície. Para combustíveis que não poderiam ser facilmente pesados, foram medidas as dimensões, calculados os volumes e, em seguida, os pesos dos combustíveis foram determinados usando uma densidade assumida de 600 kg/m^3 . O estudo assumiu que todos os combustíveis tinham o mesmo valor calorífico da madeira. As cargas de incêndio foram então estimadas, com base no poder calorífico deste material.

Barnett (1984) *apud* Zalok (2011) conduziu um estudo piloto sobre cargas de incêndio utilizando um método combinado de ambos, dados inventariados e pesagem direta. Esta pesquisa não foi destinada a dar resultados precisos de carga de incêndio, mas apenas para

determinar a ordem de grandeza dos resultados prováveis para cada tipo de edifício e para definir uma estrutura básica para pesquisas futuras.

A pesquisa foi conduzida em um edifício das seguintes categorias: hospitais, escritórios, lojas e fábricas. A pesquisa foi dividida em duas etapas principais. Primeiramente, os combustíveis foram divididos em cargas de incêndio fixas e móveis. As cargas fixas incluíam combustíveis dentro e sobre paredes, piso e teto, incluindo cabos de alimentação, telefone, luz, acessórios plásticos, portas e molduras. A segunda fase foi registrar pesos de conteúdos combustíveis e calcular volumes a partir de dimensões de conteúdos combustíveis fixos que não puderam ser pesados. Para obter densidades de cargas a partir de dados inventariados, foi usado um valor calorífico bruto da madeira de 20 MJ/kg (condições para uma madeira seca ao forno).

Kose *et al* (1988) *apud* Zalok (2011) inspecionou 216 habitações unifamiliares ao utilizar uma abordagem de questionário. Os questionários foram enviados para os ocupantes com uma lista de mobiliário padrão e bens comumente encontrados em uma residência. Uma folha explicativa com figuras de mobiliário também foi adicionada ao questionário. Além disso, foi solicitado aos ocupantes que fizeram medições de alguns itens dentro do compartimento não incluídos nas figuras apresentadas nestes questionários. Mesmo sendo importantes como carga de incêndio, os vestuários não foram levados em conta na pesquisa com a precisão requerida. A carga de incêndio foi apresentada como os pesos totais de todos os combustíveis por área útil (kg/m^2).

No período de julho de 1992 a julho de 1993, foram realizadas pesquisas similares na cidade de Kanpur, Índia, pelos pesquisadores Sunil Kumar e Kameswara Rao (1997), que levantaram as cargas de incêndio de oito edifícios de escritórios com uma área total aproximada de 11,720 m^2 , sendo todos edificações públicas e com até quatro pavimentos. Também foi realizado o levantamento das cargas de incêndio usando o método de inventário. A abordagem para a pesquisa foi semelhante ao método utilizado por Culver (1976).

O objetivo da pesquisa de Kumar e Rao foi atualizar os dados do levantamento das cargas de incêndio já existentes para avaliar as condições que prevaleciam na época da pesquisa. A análise teve como suporte um levantamento da massa dos objetos, servindo-se das relações geométricas e de densidades dos materiais. Verificou-se que em edifícios de escritórios, a madeira e o papel contribuem com uma porção substancial da carga de incêndio total. Os

conteúdos móveis contribuem com cerca de 88% da carga de incêndio total. A partir dos resultados, concluiu-se que houve redução dos valores das cargas obtidas por Culver (1976) nos Estados Unidos, porém verificou uma proximidade com os resultados obtidos por Baldwin (1970) no Reino Unido, denotando a influência das evoluções industriais, de fatores culturais, do uso da informática na armazenagem de dados, entre outros.

Caro (1995), pesquisou seis edifícios de escritórios usando o método da pesagem direta. Dois diferentes métodos de pesagem diretos foram utilizados. No primeiro, todos os conteúdos combustíveis dentro do compartimento foram levados da sua localização de uso e pesados. Na segunda, os pesos dos conteúdos dos escritórios foram determinados quando eram embalados para a remodelação.

A carga de combustível foi calculada para apenas os conteúdos combustíveis e não incluiu todo o conteúdo metálico. Fatores de desclassificação foram empregados para diminuir itens combustíveis fechados. As estimativas da carga combustível para cada escritório foram separadas nas seguintes categorias: papel/livros, equipamentos de informática, móveis, divisórias e outros diversos. Isto foi feito para agrupar os itens de composição de material similar. A carga combustível foi então calculada, como a razão entre o peso total equivalente dos produtos combustíveis pela área de piso (kg/m^2) (ZALOK, 2011).

Outros dois estudos, um realizado na Nova Zelândia por Narayanan (1995) e outro por Korpela (2000), na Finlândia, comprovaram a diminuição dos valores atribuídos às cargas de incêndio, quando comparados a antigos levantamentos nestes países e também aos valores adotados segundo suas normas. Nesses trabalhos foram feitas comparações com os valores de cargas de incêndio normatizados que, hoje, encontra-se em vigor em países da Europa e nos Estados Unidos.

Korpela *et al* (2000) *apud* Zalok (2011) desenvolveu um método de levantamento de cargas de incêndio semelhante ao método de Culver (1976), determinando os pesos de itens com base nas características físicas (dimensões) do item e tabelas de itens pré-pesados. O estudo pesquisou 1.500 salas de escritório, arquivos, bibliotecas e salas de conferências. O método consistiu em tornar o tempo de levantamento destas cargas mais rápido e fácil, em comparação com pesquisas anteriores, que eram muito demoradas e trabalhosas. O método foi

baseado na suposição de que a maioria do mobiliário de escritório é de tamanho e forma padronizadas.

A Tab. 2.7 contém os valores das cargas de incêndio para escritórios adotados em normas de alguns países, conforme os respectivos pesquisadores anteriormente mencionados.

Tabela 2.7 - Cargas de incêndio

Autores	País	Média (MJ/m²)
Baldwin (1970)	Reino Unido	372
Culver (1976)	Estados Unidos	960
Kumar e Rao (1993)	Índia	348
Narayanan (1995)	Nova Zelândia	681
Korpela (2000)	Finlândia	1005
TRVB A100 (1979)	Áustria	700
NBR 14432 (2000)	Brasil	700

Fonte: adaptado de ASSIS (2001).

Comparadas as médias fornecidas na Tab. 2.7, entre as pesquisas realizadas entre os anos de 1991 e 2000, verificam-se muitas diferenças difíceis de justificar apenas pelos aspectos construtivos. As diferenças climáticas entre Finlândia e a Nova Zelândia justificam, pelo menos em parte esta questão. Já a diferença entre o valor médio das cargas de incêndio na Índia e o valor da Finlândia, da ordem de 65%, dificilmente se explica apenas pelas diferenças climáticas, devendo certamente, indicar as diferenças culturais e até as possíveis influências da própria pesquisa, assim como nos aspectos construtivos, devido à região fria, cujos móveis são de tecido distinto ao empregado para o clima quente. No frio, utiliza-se muito carpetes e material isolante nas paredes, contudo, as cargas resultam em níveis elevado. Os valores apresentados para a Áustria, Brasil e para Nova Zelândia são similares entre si.

Yii (2000) realizou um levantamento das cargas de incêndio utilizando os métodos de pesagem direta e inventário, para investigar os efeitos da área da superfície e espessura nestas cargas. A pesquisa foi realizada em seis amostras de quartos universitários, quatro amostras de escritórios de pós-graduação, uma amostra de motel (cozinha e quarto) e de vários quartos

de apartamentos. A carga combustível foi classificada em cargas de incêndio fixa e móvel. Os itens fixos, tais como rodapés e interruptores de parede foram ignorados, devido à dificuldade em determinar qual era a área da superfície exposta ao fogo.

A carga combustível foi também dividida em diferentes tipos de materiais, tais como, madeira, plástico, entre outros. A massa e as dimensões do objeto foram os parâmetros mais importantes a serem determinados. Para objetos combustíveis que eram muito grandes, foi medido o volume e a massa foi obtida multiplicando o volume para a densidade. Outro parâmetro a ser considerado neste estudo, foi a área da superfície combustível exposta ao fogo.

Bwalya (2004) realizou uma pesquisa em 74 residências unifamiliares usando o método de questionário. A pesquisa utilizou um questionário baseado na *web* que foi distribuído através da *internet*, principalmente, para os funcionários do Conselho Nacional de Pesquisa de Canadá. Semelhante a Kose (1998), os questionários tinham uma lista pré-determinada de itens que são comumente encontrados nas salas de estar de uma casa. O questionário só permitia aos participantes escolher a quantidade, tamanho, material e outros atributos pertinentes.

O questionário não fazia nenhuma previsão para que os ocupantes fornecessem medições físicas dos itens dentro do compartimento, assim como não permitia ilustrações previstas para que o morador identificasse facilmente os itens do mobiliário.

Isto permitiu que a configuração e as dimensões dos itens dentro do compartimento fossem amplamente baseadas em suposições. O questionário também possibilitou uma previsão para que os ocupantes colocassem informações do tipo e tamanho da casa, o número de saídas e o número de janelas em uma sala específica.

A carga de incêndio foi calculada usando os mais altos valores de peso e calor de combustão encontrado para cada agrupamento de mobiliário.

Zalok (2006) *apud* em Zalok (2011) utilizando os métodos de pesagem direta, de inventário de itens comuns pré-pesados e o cálculo de massa com base no volume medido para a densidade correspondente, pesquisou 167 lojas comerciais. Avaliou que as combinações

destes métodos facilitaram o processo da pesquisa. Todos os proprietários das lojas e os funcionários foram conduzidos em pessoa pelo pesquisador. Isso ajudou a garantir uma elevada qualidade de dados de pesquisa e de consistência nos dados. Para a coleta destes dados em uma ordem sistemática e consistente, um formulário de pesquisa foi desenvolvido e usado para todos os edifícios pesquisados.

A pesquisa também seguiu um procedimento similar para todos os compartimentos. Primeiro, o nome, endereço, tipo de estabelecimento e data da investigação foram preenchidos. Depois a gravação das dimensões da loja, tipos de paredes, pisos e revestimento do teto, como material de carga de incêndio fixa foram obtidas. Finalmente, realizou-se a classificação de todos os conteúdos combustíveis na loja estudada. As massas dos itens que poderiam ser facilmente pesados foram medidas, incluindo a sua composição de material. As porcentagens de cada tipo de material foram determinadas para os itens compostos por mais de um material. Volumes de itens que não poderiam ser pesados foram determinados e a massa foi calculada a partir do produto da densidade do material e do volume medido. Itens como tapetes e material de revestimento foram determinados de um modo semelhante. As massas dos itens pesquisados foram convertidas em unidades de energia, utilizando o valor calorífico dos itens. A carga de incêndio total para cada compartimento foi então calculada.

A norma NFPA 557: 2012 propõe que um levantamento da carga de incêndio deve ser realizado tanto pelo método de pesagem direta ou pelo método de inventário ou uma combinação de ambos os métodos.

Neste contexto, a revisão da literatura apresentada neste capítulo, identificou que outros métodos de levantamento das cargas de incêndio, tais como: o método do questionário (distribuídos diretamente aos ocupantes via *internet*) e de revisão de *websites* imobiliários, poderiam conduzir a algum grau de erro ou incerteza, de modo a afetar significativamente a qualidade dos resultados do levantamento destas cargas ou a utilização eficaz do método em questão.

3

AMOSTRAGEM

3.1 Introdução

Para o presente trabalho é essencial fazer uma amostragem científica para a validação da coleta de dados. Para tanto, se faz necessário aplicar conceitos de Estatística, o que permitirá a tomada de decisões e obtenção de conclusões na presença de variabilidade¹. Este campo lida com a coleta, apresentação, análise e uso dos dados para avaliar decisões, resolver problemas e planejar o desenvolvimento de produtos e processos (MONTGOMERY, 2012). Neste caso em especial, aplica-se o conceito de amostragem.

3.2 Planejamento da Amostra

O sucesso de uma análise estatística envolve aspectos relativos às formas de amostragem e é preciso garantir que as amostras a serem usadas sejam obtidas por processos adequados. Se fossem cometidos erros grosseiros no momento de selecionar os elementos da amostra, o estudo ficaria comprometido em sua totalidade e os resultados finais seriam incorretos.

Dentre os estudos que utilizam métodos estatísticos, existem desde aqueles que são bem concebidos e executados, fornecendo resultados confiáveis, até os que são concebidos deficientemente e mal executados, que levam a conclusões enganosas e sem qualquer valor real.

A seguir são apresentados alguns pontos importantes para o planejamento de um estudo capaz de produzir resultados válidos (TRIOLA, 1998):

¹ Variabilidade: prediz que sucessivas observações de um sistema ou de um fenômeno não produzem exatamente o mesmo resultado (MONTGOMERY, 2012).

1. Identificar com precisão a questão a ser respondida (o que se deseja medir) e definir com clareza a população de interesse;
2. Estabelecer um plano para a coleta de dados capaz de descrever detalhadamente a realização de um *estudo observacional* ou de um *experimento* (definidos a seguir). Este plano deve ser elaborado cuidadosamente, de modo que os dados coletados representem efetivamente a população em questão;
3. Coletar os dados cautelosamente, para minimizar os erros que podem resultar de uma obtenção tendenciosa de dados;
4. Analisar os dados, definir as conclusões e identificar possíveis fontes de erros.

De maneira geral, em um *Experimento* aplica-se determinado tratamento e observam-se seus efeitos sobre os elementos a serem avaliados.

No caso de um *Estudo observacional*, deve-se verificar e medir características específicas, evitando manipular ou modificar os elementos a serem estudados.

Tendo em vista estes dois conceitos, ressalta-se que neste trabalho é realizado um *estudo observacional*, por intermédio de amostragem.

Neste contexto, é necessário e importante garantir que a amostra seja *representativa* da população a ser avaliada, com base no fato de que, para todo estudo de desenvolvimento científico, essa amostra deve ser *probabilística*. A complexidade e a sutileza dos problemas de amostragem variam conforme o objeto de estudo e as variáveis que se desejam avaliar. Em síntese, a obtenção de soluções adequadas para o problema de amostragem exige bom senso e experiência. Além disso, muitas vezes é conveniente que o trabalho do analista estatístico seja complementado pelo de um especialista em amostragem. Na sequência apresentam-se alguns conceitos de amostragem:

1. **Amostragem de conveniência:** simplesmente utilizam-se resultados que já estão disponíveis;
2. **Amostragem probabilística:** todos os elementos da amostra têm probabilidade de seleção conhecida. Caso contrário, a amostra será não probabilística. Esta amostragem implica em um sorteio para a seleção dos elementos da população com regras bem determinadas, cuja realização só será possível se a população for finita e totalmente acessível. A utilização de uma amostragem probabilística é a melhor recomendação que se deve fazer no sentido de se garantir a representatividade da amostra (NETO, 1977);
3. **Amostragem aleatória simples:** os elementos da população são escolhidos de tal forma que cada um deles tenha igual chance (a probabilidade é n/N de um determinado elemento ser selecionado numa amostra de tamanho n , numa população de tamanho N) de figurar na amostra;
4. **Amostragem sistemática:** escolhe-se um ponto de partida entre os primeiros $k = N/n$ elementos na listagem de elementos da população e seleciona-se a partir dele cada k -ésimo elemento (como por exemplo, cada 50º elemento) da listagem da população. Esta amostragem é uma forma alternativa (à amostragem aleatória simples) de selecionar as unidades amostrais em uma população, podendo ser utilizada em conjunção tanto à amostragem estratificada quanto à amostragem por conglomerados, apresentadas a seguir;
5. **Amostragem por conglomerados:** inicia-se dividindo a população em grupos menores (ou conglomerados). Em seguida, escolhem-se probabilisticamente alguns desses conglomerados e, finalmente, tomam-se *todos* ou parte dos elementos dos conglomerados escolhidos. É importante observar que as unidades amostrais (submetidas ao critério de seleção) são os conglomerados, em primeira instância, denominadas estágio. Se apenas uma parte dos elementos do conglomerado selecionado fizer parte da amostra, haverá um segundo estágio, em que os elementos são selecionados.
6. **Amostragem estratificada:** subdivide-se a população em, no mínimo, duas subpopulações (ou estratos) que compartilham as mesmas características (como sexo) e, em seguida, extrai-se uma amostra de cada estrato.

Destaca-se que na amostragem estratificada obtém uma amostra de cada estrato, enquanto na amostragem por conglomerados apenas alguns conglomerados fornecem amostras. Em adição, nota-se que os conglomerados (como quaisquer outras unidades amostrais) podem ser estratificados, e em cada estrato se obter uma amostra de conglomerados.

Segundo Neto (1977), é comum considerar três tipos de alocação em amostragem estratificada: uniforme, proporcional e ótima. A alocação uniforme (ou igual) é preferível quando se tem o objetivo de comparar as subpopulações. Seria uma estratégia adequada quando as variâncias das subpopulações são de mesma magnitude. Na alocação proporcional, o tamanho da amostra de cada estrato é proporcional ao tamanho da população. A amostragem estratificada ótima, por sua vez, toma em cada estrato um número de elementos proporcional ao número de elementos do estrato e também à variação da variável de interesse no estrato, medida pelo seu desvio-padrão. A alocação ótima também se conhece por alocação de NEYMAN, e é ótima porque minimiza o erro-padrão da estimativa da média para um n fixo.

3.3 Determinação do Tamanho da Amostra

A determinação do tamanho de uma amostra é um problema de grande importância, visto que amostras desnecessariamente grandes acarretam desperdício de tempo e de dinheiro. Por outro lado, amostras demasiadamente pequenas podem levar a resultados não confiáveis (TRIOLA, 1998).

Para este estudo de aplicação de amostragem, considerou-se a população de domicílios particulares permanentes em Belo Horizonte, já que o principal objetivo é o levantamento de cargas de incêndio em edificações residenciais desta cidade, dividindo-os em quatro estratos ou classes, ou seja, domicílios de classe popular, classe média, classe alta e classe luxo, seguindo a classificação adotada pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas Administrativas e Contábeis de Minas Gerais (IPEAD/UFMG).

O IPEAD/UFMG fez a classificação de acordo com a renda média mensal do chefe do domicílio obtida pelo Censo 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), conforme apresentado no Quad. 3.1

Quadro 3.1. Classificação de classes IPEAD

CLASSE	RENDA MÉDIA MENSAL
Popular	Inferior a 5 Salários mínimos
Média	Igual ou maior que 5 Salários mínimos e menor que 8,5 Salários mínimos
Alta	Igual ou maior que 8,5 Salários mínimos e menor que 14,5 Salários mínimos
Luxo	Igual ou superior a 14,5 Salários mínimos

Fonte: IPEAD, 2013

Para a definição das classes nesta pesquisa, tomou-se como referência o salário mínimo do Censo 2010 do IBGE, estabelecido em R\$ 510,00. Com estes dados, a classificação dos domicílios em Belo Horizonte, cujo universo (N) é de 762.075 domicílios, foi subdividido geograficamente e por renda, como mostrado na Tab. 3.1.

Tabela 3.1 – Modelo de estratificação dos domicílios em Belo Horizonte

DISTRITO	SUBDISTRITO	CLASSES			
		POPULAR	MÉDIA	ALTA	LUXO
BARREIRO	BARREIRO	84584	1109	224	
BELO HORIZONTE	OESTE	54434	21050	16845	1260
	NOROESTE	88447	17951	1378	
	CENTRO -SUL	19511	13405	39657	26159
	LESTE	53893	24671	1515	
	NORDESTE	29386	10970	6943	243
PAMPULHA	PAMPULHA	30027	22290	7489	961
VENDA NOVA	VENDA NOVA	78792	239		
	NORTE	62063	2156	130	
	NORDESTE	44292	1		
TOTAL		545429	113842	74181	28623

Fonte: Autor

Evidencia-se que para fazer a estratificação existem outras variáveis, tais como as áreas construídas dos domicílios, o número de pessoas por dormitório, entre outras, cabendo ao critério de cada pesquisador a escolha das variáveis para determiná-la. Em outros países, os

departamentos de estatística têm no banco de dados das cidades os estratos por níveis ou classes de renda, que vêm discriminados nas faturas dos serviços públicos.

O principal objetivo deste capítulo é determinar o tamanho da amostra que se deve aplicar para cada classe residencial e serão apresentados dois planos de amostragem: *aleatória simples* e *por conglomerados*.

3.3.1 Amostragem Aleatória Simples

Para este estudo aproveitou-se um levantamento de cargas de incêndio em 6 edificações residenciais de classe alta definidas pela renda média mensal do chefe do domicílio, obtidas através de uma amostra piloto, como mostrado na Tab.3.2.

Tabela 3.2 – Levantamento de cargas de incêndio específicas em residências de classe alta.

Domicílios	Área útil (m ²)	Carga de incêndio média (MJ/m ²)	Média por 2 domicílios
Casa 2	73,83	460,19	
Casa 3	51,38	308,25	384,22
Casa 4	66,29	303,31	
Casa 5	44,24	327,35	315,33
Casa 6	56,06	297,43	
Casa 7	53,73	212,34	254,885
Total	345,53	1908,87	954,435
Média	57,5883	318,145	318,145
Variância	114,6909	6440,662	4187,829
	n_{AAS}	24,44514	

Fonte: Autor

Na Tab. 3.2 foram processados os dados primários (cargas de incêndio), calculando-se a média e a variância² para obter o tamanho da amostra (n).

A média das cargas de incêndio é de 318,145 e a variância é de 6440,662. Com estes dados, aplica-se a Eq. (3.1) para determinar o tamanho de amostras (n) para a classe alta dos

² Variância: uma medida de variabilidade definida como o valor esperado do quadrado da variável aleatória em torno da média (MONTGOMERY, 2012).

domicílios. Com erro máximo de estimação (ϵ), um *intervalo de 95 % de confiança* para a carga média de incêndio na população é obtida usando um *valor crítico* da distribuição normal padronizada, $Z_{\alpha/2}$, de 1,96.

$$n = \left(\frac{\sigma Z_{\alpha/2}}{\epsilon} \right)^2 \quad (3.1)$$

onde:

$Z_{\alpha/2}$ valor crítico da normal padrão para um intervalo de $100(1-\alpha)\%$;

ϵ erro máximo de estimação da carga média de incêndio na população;

σ^2 variância populacional da carga de incêndio.

logo,

$$n = \left(\frac{1,96}{318,145/10} \right)^2 6440,662 = 24,445$$

Desta forma, obtém-se um tamanho de amostra (n) de 25 para a classe alta dos domicílios com um erro máximo de estimação de 10%.

Esta forma de amostragem pode ser repetida para cada estrato e assim é possível obter o número de amostras para cada classe. A última coluna da Tab. 3.2 contém informações que serão utilizadas na amostragem por conglomerados.

3.3.2 Amostragem por Conglomerados

As populações frequentemente se distribuem em grandes áreas geográficas que podem ser subdivididas em setores censitários. Um setor censitário é um conglomerado de residências que pode ser selecionado como uma unidade primária da amostra e de cada setor censitário selecionado, b residências serão sorteadas como unidades secundárias da amostra.

A aplicação da amostragem por conglomerados apresenta maior dificuldade que as anteriores porque há a consideração de um parâmetro adicional roh , que é uma taxa de homogeneidade interna dos conglomerados (correlação intraclasse), o parâmetro roh é calculado da seguinte forma:

$$roh = (deff - 1) / (b - 1) \quad (3.2)$$

O *deff* (*design effect*) é o efeito do plano de amostragem. Ele é obtido pela divisão das **variâncias das estimativas das médias** da carga de incêndio, calculadas usando fórmulas de dois planos amostrais: amostragem por conglomerados e amostragem aleatória simples (AAS). Na última coluna da Tab. 3.2 foram calculadas as médias dos pares de domicílios consecutivos, cada um supostamente proveniente de um mesmo conglomerado. A estimativa da média populacional é a média destas três médias, resultando na mesma média (318,145) estimada para a amostragem aleatória simples, e a estimativa da variância do seu erro (omitindo a correção para população finita) é calculada pela **variância amostral das médias** (4187,829) dividida por 3, que é o número de conglomerados desta amostra, cada um com $b = 2$ domicílios, obtendo-se o valor de 1395,943. Por outro lado, a variância da média de uma amostra aleatória simples de tamanho 6 é obtida (omitindo a correção para população finita) dividindo-se a variância amostral 6440,662 por 6, obtendo-se o valor 1073,444. Assim,

$$deff = 1395,943/1073,444 = 1,3004 \quad (3.3)$$

Para calcular o *roh*, deve-se utilizar $b = 2$ na Eq. (3.2):

$$roh = (1,3004 - 1) / (2 - 1) = 0,3004$$

Com estes dados, calcula-se o tamanho da amostra por conglomerados:

$$n = n_{AAS} \cdot [1 + (b - 1)roh] \quad (3.4)$$

onde:

n_{AAS} = tamanho da amostra aleatória simples necessária, calculada em 25;

b = tamanho da amostra de domicílios em cada conglomerado (o número de conglomerados na amostra resultaria em $a = n/b$).

O número b de residências que devem ser sorteadas por setor censitário é obtido de tal forma a apresentar o menor custo total, mantido o mesmo *erro padrão*³ para estimar a carga média de incêndio usando amostragem aleatória simples. Deste modo, tem-se:

$$b = \sqrt{\frac{C_a}{C_b} \frac{1-roh}{roh}} \quad (3.5)$$

onde:

C_a = custo de obtenção de uma amostra de setor censitário;

C_b = custo de obtenção de uma amostra de domicílio;

roh = correlação intraclasse.

Para calcular C_a , consideram-se os custos associados ao deslocamento para cada setor censitário e os custos de logística para cada setor censitário. Já C_b é o custo de coleta da informação em cada domicílio, com exceção dos custos dos equipamentos, que fazem parte do patrimônio da UFMG.

Para determinar o parâmetro C_b , considera-se o tempo que o pesquisador requer para coletar os dados em um domicílio o qual é próximo de 35 minutos, baseado nos estudos de caso de levantamentos de carga. Para determinar o parâmetro C_a , os custos de logística e deslocamento foram determinados para cada entrevistador da seguinte maneira:

- R\$ 10,00 custo do almoço;
- R\$ 5,60 custo médio de transporte público desde o domicílio do entrevistador até o setor censitário;
- R\$ 5,00 custo do lanche.

O custo total é de R\$ 20,60, equivalente a R\$ 2,50/hora considerando-se com estes dados, e utilizando a estimativa de roh , pode-se calcular

$$b = \sqrt{\frac{8}{1} \frac{1-0,3}{0,3}} = 4$$

³Erro padrão: é o desvio-padrão do estimador de um parâmetro. O erro padrão é também o desvio da distribuição amostral do estimador de um parâmetro (MONTGOMERY, 2012).

supondo que se gaste 1 hora entre encontrar o domicílio a ser pesquisado e coletar seus dados. O total de domicílios na amostragem por conglomerados é calculado pela Eq. (3.4), com $b = 4$:

$$n = 24,445(1 + (4 - 1)0,3004) = 46,47$$

Assumindo o total da amostra (n) em 48, deve-se obter 4 domicílios em 12 conglomerados.

3.4 Sorteio para Selecionar o Setor Censitário

O setor censitário é a menor unidade territorial formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural, com dimensão adequada à realização da coleta de dados por um pesquisador que vai a campo por ocasião do censo. O setor censitário constitui um conjunto de quadras, no caso de área urbana, ou uma área do município, no caso de uma área não urbanizada. Os setores censitários são demarcados pelo IBGE, obedecendo a critérios de operacionalização da coleta de dados.

Após a obtenção do número de amostras calculado, devem-se sortear os setores censitários e também os domicílios para a aplicação dos formulários. Visto que o objetivo da pesquisa é obter o número de amostras para os quatro níveis ou classes de estratificação, elabora-se uma tabela com o número de domicílios em Belo Horizonte por renda média mensal do chefe do domicílio, classificando-os nas classes popular, média, alta e luxo.

Na Tab. 3.3 são apresentados o número de domicílios e o número de amostras na cidade de Belo Horizonte por cada região (distrito e subdistrito) e classificados por nível de renda média mensal do chefe do domicílio com base na Tab. 3.2.

Essa tabela foi elaborada de acordo com os dados do IBGE, correspondentes ao censo demográfico de 2010. Ressalta-se que o IBGE fornece apenas a renda média mensal do chefe do domicílio do setor censitário e isto não garante que todos os seus domicílios tenham essa renda média.

Conforme mostrado na Tab. 3.2, a classe popular foi determinada por um rendimento médio mensal do chefe do domicílio inferior a 5 salários mínimos, a classe média com um

rendimento igual ou maior a 5 salários mínimos e menor que 8,5 salários mínimos, a classe alta, igual ou maior a 8,5 salários mínimos e menor que 14,5 salários mínimos e a classe luxo igual ou superior a 14,5 salários mínimos.

Tabela 3.3 – Número de domicílios por região, classificados pela renda média mensal do chefe do domicílio

DISTRITO	SUBDISTRITO	CLASSES				NÚMERO DE AMOSTRAS			
		POPULAR	MÉDIA	ALTA	LUXO	POPULAR	MÉDIA	ALTA	LUXO
BARREIRO	BARREIRO	84584	1109	224		8.00	8.00		
BELO HORIZONTE	OESTE	54434	21050	16845	1260	4.00	8.00	12.00	
	NOROESTE	88447	17951	1378		8.00	8.00		
	CENTRO -SUL	19511	13405	39657	26159	8.00	16.00	28.00	44.00
	LESTE	53893	24671	1515					
	NORDESTE	29386	10970	6943	243			4.00	4.00
PAMPULHA	PAMPULHA	30027	22290	7489	961	16.00	16.00	4.00	
VENDA NOVA	VENDA NOVA	78792	239						
	NORTE	62063	2156	130					
	NORDESTE	44292	1					4.00	
TOTAL		545429	113842	74181	28623	48.00	48.00	48.00	48.00

Fonte: Autor

O total de domicílios na classe popular, de acordo com a renda média mensal por chefe do domicílio, é de 545429 e o tamanho da amostra em cada estrato de renda é de 48, utilizando alocação igual. O tamanho da amostra em cada subdistrito é calculado de acordo com o seu tamanho, resultando em utilizar a mesma fração amostral em cada estrato de renda, ou seja, se em 545429 domicílios deve-se obter uma amostra de 48 domicílios, então a fração amostral é de 1/11363, correspondendo a um domicílio na amostra a cada 11363 domicílios neste estrato de renda. Em alguns casos, os subdistritos foram agrupados para formarem um estrato geográfico quando o tamanho calculado da amostra para um subdistrito era próximo a zero, equivalendo a retirá-lo da população. O agrupamento foi determinado pela proximidade geográfica dos subdistritos.

Para o estrato geográfico da classe média formado pelos subdistritos Barreiro e Oeste, o total de domicílios é de 22159 e o tamanho da amostra é de 8 domicílios. O subdistrito Noroeste da classe média tem 17951 e o tamanho da amostra é 8.

Nos subdistritos Centro-sul e Leste da classe média, o total de domicílios é de 38076 e o tamanho da amostra é 16, para o qual são necessários 4 setores censitários. Para a obtenção desses setores, deve-se realizar um sorteio, que pode ser sistemático, utilizando as ferramentas do *Excel*.

Para a seleção sistemática dos setores censitários, estes foram ordenados primeiro de acordo com a ordenação geográfica dos subdistritos: por exemplo, Barreiro e Oeste, na classe média; e dentro de cada subdistrito, de acordo com o nível de renda média do chefe do domicílio. A ordenação no Barreiro foi da menor renda média para a maior e o subdistrito Oeste foi ordenado da maior renda média para a menor. Esta ordenação é chamada “ordenação em serpentina” e é utilizada para que os setores censitários vizinhos nesta ordenação fiquem com rendas médias próximas. A seleção sistemática aplicada nesta listagem de setores censitários faz com que os setores selecionados pertençam a estratos de renda diferenciados.

O acumulado do número de domicílios da classe média nos subdistritos Barreiro e Oeste (22159) é dividido pelo tamanho da amostra dos setores censitários neste estrato (2), resultando 11079,5. Um setor censitário será selecionado a cada 11079,5 domicílios. Logo, aplica-se a operação “=aleatório()*11079,5” para obter o valor do acumulado de domicílios correspondente ao primeiro setor censitário da amostra. Para selecionar o segundo setor, deve-se acrescentar a este o valor de 11079,5. Neste caso o primeiro número aleatório vai de 1 até 11080.

Na Fig. 3.1 apresenta-se a planilha de *Excel* com os dados dos subdistritos Barreiro e Oeste da classe média, para obter os dois setores censitários correspondentes.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'Novo calculo SETORES CENSAARIOS.xlsx'. The spreadsheet contains a list of census sectors (Setores Censitários) with columns for 'Cod setor', 'Andar', 'Brande', 'Cod UF', 'Nome do bairro', 'acao e', 'ACUMULADO', and various numerical columns labeled V001 through V012. The data is organized in rows, with the first few rows highlighted in yellow. The spreadsheet also shows the Excel interface with the 'Início' tab selected and various toolbars.

Figura 3.1 – Folha de excel para determinar o sorteio dos setores censitários na classe média nos subdistritos Barreiro e Oeste

onde:

“V001” é a variável número de domicílios do setor censitário;

22159

é o valor do total ou acumulado dos domicílios;

11079,5

é o resultado da divisão do total de domicílios para os dois setores censitários (22159/2);

1928

é o número aleatório entre 1 e 11079,5, resultado da função: “=aleatório()*11079,5” (=1927,92), arredondando para o inteiro imediatamente superior. Este corresponde ao acumulado de domicílios para o primeiro setor censitário (vide Fig. 3.2);

13008

é o valor do acumulado de domicílios do segundo setor censitário, resultado da soma do número aleatório anterior mais a metade do total de domicílios: $1927,92 + 11079,5 = 13007,4$, arredondado para o inteiro imediatamente superior.

 CENSO 2010 (Divulgação - outubro/2011)		Página : 1 de 1 Data : 02-12-2011 Hora : 13:28:37 h
UF : Minas Gerais		31
MUNICÍPIO : Belo Horizonte		06200
DISTRITO : Belo Horizonte		05
SUBDISTRITO : Oeste		67
SETOR: 0273		0273
SITUAÇÃO : 10-URBANA		
AGÊNCIA :310620005-CENTRO SUL		
BAIRRO :Alto Barroca		130
Ponto Inicial e Ponto final:		
CRUZAMENTO DA RUA SANTA CRUZ COM RUA CAMPOS ELISEOS.		
Descrição do Perímetro:		
DO PONTO INICIAL SEGUE PELA RUA CAMPOS ELISEOS ATE A RUA JAPAO, SEGUE POR ESTA ATE A RUA CANAA, SEGUE POR ESTA ATE A RUA SANTA CRUZ, SEGUE POR ESTA ATE O PONTO INICIAL.		
Setores a serem excluídos:		
NADA A REGISTRAR		
Aglomerados Rurais, Subnormais, Assentamentos Rurais Somente Identificados:		
NADA A REGISTRAR		

Figura 3.3 – Perímetro do setor censitário 310620005670273, bairro Alto Barroca

Fonte: IBGE, Censo 2010



Figura 3.4 – Setor censitário 310620005670273, bairro Alto Barroca

Fonte: IBGE, Censo 2010

 CENSO 2010 (Divulgação - outubro/2011)		Página :1 de 1 Data : 02-12-2011 Hora : 12:56:37 h
UF : Minas Gerais		31
MUNICÍPIO : Belo Horizonte		06200
DISTRITO : Belo Horizonte		05
SUBDISTRITO : Oeste		67
SETOR: 0236		0236
SITUAÇÃO : 10-URBANA		
AGÊNCIA :310620005-CENTRO SUL		
BAIRRO :Nova Granada		132
Ponto Inicial e Ponto final:		
CRUZAMENTO DA RUA BELFORT ROXO COM RUA GARRET.		
Descrição do Perímetro:		
DO PONTO INICIAL SEGUE PELA RUA GARRET ATE A ATE A AVENIDA SILVA LOBO, SEGUE POR ESTA ATE A RUA DANTAS, SEGUE POR ESTA ATE A RUA MARECHAL JOFRE, SEGUE POR ESTA ATE A RUA OSCAR TROMPOWSKI, SEGUE POR ESTA ATE A RUA BELFORT ROXO, SEGUE POR ESTA ATE O PONTO INICIAL.		
Setores a serem excluídos:		
NADA A REGISTRAR.		
Agglomerados Rurais, Subnormais, Assentamentos Rurais Somente Identificados:		
NADA A REGISTRAR.		

Figura 3.5 – Perímetro do setor censitário 310620005670236, Nova Granada

Fonte: IBGE, Censo 2010

Todos os setores censitários, como apresentados nas Figs. 3.4 e 3.6, possuem um mapa demarcando o território e também uma folha que contém os dados do setor e as indicações do seu perímetro, desde o ponto inicial até o ponto final.

Deve-se fazer a inspeção de cada setor censitário, como indicado na folha de descrição do perímetro (Figs. 3.3 e 3.5), e verificar o número real de domicílios, visto que a cada ano este pode mudar para mais ou para menos devido a situações como novas construções, desabamentos, incêndios, etc.

Por exemplo, suponha-se que no setor censitário 3106200056270273, localizado no subdistrito Oeste, no bairro Alto Barroca, que possui um total de 157 domicílios, constatou-se que o número real de domicílios da classe média é 132, após a realização de inspeção visual. Para se obter o novo tamanho da amostra, deve-se multiplicar a probabilidade de encontrar um domicílio no setor (0,025477707) pelo número real de domicílios (132), obtendo-se $0,025477707 \times 132 = 3,363057325$, aproximando-o para 3.

Para obter a probabilidade de um domicílio ser selecionado neste setor censitário, deve-se dividir o novo tamanho da amostra (3) pelo número real de domicílios (132); $3/132 = 0,022727273$.

Evidencia-se que os setores censitários não são homogêneos e possuem domicílios de diferentes padrões. Para resolver isto, é necessário marcar na inspeção visual os domicílios que pertencem a cada padrão. Os domicílios poderão ser marcados ao longo da descrição do perímetro do setor censitário, e uma vez obtido o número de residências que se enquadram em cada padrão, realiza-se o sorteio para determinar quais domicílios serão selecionados para a amostra nesse setor.

Este sorteio também pode ser sistemático, como o anterior, para determinar os domicílios.

4

METODOLOGIA PARA O LEVANTAMENTO DE CARGAS DE INCÊNDIO

4.1 Introdução

A ABNT NBR 14432:2001 e a IT 09:2006 do CBMMG estabelecem a carga de incêndio específica para residências em 300 MJ/m^2 . Neste capítulo, descreve-se uma metodologia para realizar o levantamento de cargas de incêndios em edificações residenciais utilizando o método de combinação (pesagem direta e inventário). Esta é considerada a melhor metodologia de levantamentos, uma vez que combina as melhores práticas de ambos os métodos e, portanto, minimiza os graus de incerteza e erro. Este método também é recomendado pela norma NFPA 557:2012.

4.2 Levantamento de Cargas de Incêndio

O desempenho em situação de incêndio de uma construção é avaliado por um procedimento de análise de riscos, o qual requer a identificação de possíveis cenários de incêndios que podem ocorrer na edificação. Estas análises são feitas utilizando-se cálculos e ferramentas que incluem tanto modelos computacionais como experimentais. A ferramenta para estudar os diferentes cenários de incêndios é conhecida como projetos de engenharia de segurança contra o fogo.

O crescente uso dos projetos de engenharia de segurança contra o fogo, acompanhado de uma simulação numérica, tem possibilitado o fornecimento de dados importantes para o projetista, tais como: temperatura de um compartimento, propagação e duração do fogo e, dependendo do software utilizado na simulação numérica, é possível analisar rotas de evacuação. Para que

as análises sejam adequadas, é necessário efetuar um levantamento apropriado das cargas de incêndio. Na sequência, apresenta-se a metodologia proposta neste trabalho com base nos seguintes passos:

- a) Definição da amostra;
- b) Medição das áreas de cada cômodo;
- c) Inventário dos itens combustíveis;
- d) Pesquisa das massas dos itens combustíveis;
- e) Tratamento dos dados.

4.2.1 Definição da Amostra

A definição da amostra somente é necessária quando a pesquisa ou estudo do levantamento de carga de incêndio tem fins científicos e deve ser realizada conforme o que foi explanado no Capítulo 3.

4.2.2 Medição das Áreas de Cada Cômodo

Para o levantamento de cargas de incêndios é muito importante medir as áreas de cada cômodo, visto que a densidade da carga de incêndio específica é definida por unidade de área. Deve-se medir a largura, o comprimento e a altura, bem como as dimensões das aberturas das portas e janelas. As medições das alturas dos cômodos e aberturas das portas e janelas são interessantes para futuras simulações numéricas de incêndio nos ambientes levantados.

Evidencia-se lembrar que as áreas dos banheiros e quintais podem ou não ser consideradas porque a carga de incêndio nestes espaços é mínima e pode ser desconsiderada. Desse modo, elas só devem ser consideradas em casos onde a carga possa representar um valor significativo no levantamento, ficando a critério do pesquisador.

4.2.3 Inventário dos Itens Combustíveis

Este é o procedimento mais importante e dispendioso no levantamento de cargas de incêndio, já que o êxito da investigação depende diretamente da coleta dos dados com veracidade.

Para fazer a coleta dos dados foram desenvolvidos dois formulários (Anexo A e B). Nestes formulários são coletados dados como as áreas dos cômodos, dimensões e tipo dos materiais que compõem o mobiliário, assim como o material do piso, das portas, das janelas e outros materiais que sejam combustíveis. O formulário do Anexo A, foi desenvolvido para ser utilizado no caso em que o proprietário do domicílio não permita o registro fotográfico.

O desenvolvimento dos formulários foi orientado pela Doutora em Sociologia Solange Simões^{1*}. Inicialmente, a ideia era poder enviar o formulário ao domicílio com uma carta explicando o procedimento para preenchê-lo, porém, devido ao conteúdo complexo e à linguagem técnica, evidenciou-se que o formulário deveria ser preenchido por uma pessoa previamente instruída no tema, aprimorando a qualidade e consistência nos dados.

Com o formulário do Anexo A, a coleta de dados é por *informações visuais*. Após entrar em um cômodo, a pessoa responsável anota no formulário todas as informações requisitadas, tais como: áreas, dimensões e material que compõe cada móvel.

Com o formulário do Anexo B, a coleta é feita por *registro fotográfico*. Neste caso, a pessoa responsável entra no cômodo e fotografa cada móvel, com o objetivo de registrar o material que o compõe e suas dimensões.

4.2.4 Pesquisa das Massas dos Itens Combustíveis

A realização deste procedimento requer muito tempo e consiste em fazer pesquisas em *sites* de venda de móveis para comparar os itens e se obter a sua massa (kg). Multiplicando a massa (kg) pelo poder calorífico (MJ) do material correspondente, chega-se à carga de incêndio, como será feito a seguir.

Como exemplo, será obtida a carga de incêndio de um guarda-roupa.

¹ * Ph.D. Solange Simões: Associate Professor of Sociology and Women's and Gender Studies / Eastern Michigan University.



Figura 4.1A – Foto do guarda-roupa em uma residência
Fonte: Autor



Figura 4.1B – Guarda-roupa similar encontrado na *internet*
Fonte: *Site da Loja Casas Bahia*

Sendo pesquisado o item similar no *site*, como se mostra nas Figs. 4.1A e 4.1B, são obtidas suas especificações técnicas, tais como: material, dimensões e peso, mostrados na Fig. 4.2.

Características Especificações Contato Araplac Dimensões

Acabamento Externo em pintura U.V de alto brilho.

Características Gerais

- Fabricado em MDP,
- Puxadores em pvc de alta resistência,
- Dobradiças e corrediças metálicas,
- Cabideiro revestido em PVC.

Cabideiro sim

Quantidade de portas 6

Tipo de porta Bater

Quantidade de gavetas 3

Características Especificações Contato Araplac Dimensões

Material MDP

Cor Maple , Tabaco

Conteúdo da Embalagem - 1 Guarda-Roupa Araplac Paris com 6 Portas e 3 Gavetas - Tabaco/Maple

Garantia 3 meses

Características Especificações Contato Araplac Dimensões

Guarda-Roupa Araplac Paris com 6 Portas e 3 Gavetas - Tabaco/Maple
Guarda-Roupa Araplac Paris com 6 Portas e 3 Gavetas - Tabaco/Maple

Altura 1,84 Metros

Largura 1,64 Metros

Profundidade 47,00 Centímetros

Peso 81,10 Quilos

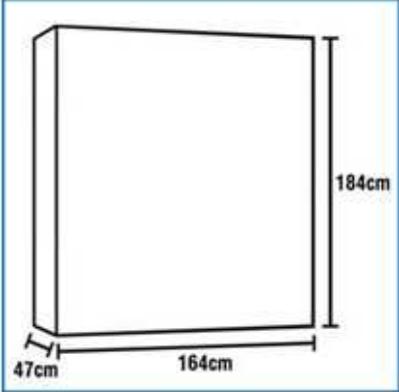


Figura 4.2 – Especificações técnicas do guarda-roupa encontrado na *internet*
 Fonte: *Site da Loja Casas Bahia*

Com estes dados, é possível obter a carga de incêndio deste móvel:

Material: MDP (*Medium Density Particleboard* - Painel de partículas de média densidade);

Massa: 81,10 kg;

Poder calorífico do MDP: 18 MJ/kg (vide Item 4.2.5 – Tratamento dos Dados- Tabelas de poder calorífico);

Desta forma, tem-se:

$$qi^* = M_i \times H_i \quad (2.2)$$

onde:

q^* : valor da carga de incêndio do item combustível, em MJ;

M_i : massa do objeto (kg); e

H_i : poder calorífico do material constituinte (MJ/kg).

$$q^* = 81,10 \text{ kg} \times 18 \text{ MJ/kg} = \mathbf{1459,8 \text{ MJ}}$$

No levantamento de cargas de incêndio é comum encontrar móveis compostos por diferentes materiais e, para este caso, é recomendável tomar um valor médio do poder calorífico dos materiais que o compõem. Zalok (2010) *apud* Zalok (2011) recomenda usar como poder calorífico 18 MJ para itens combustíveis cujo poder calorífico seja similar ao da madeira. Nas Figs. 4.3A e 4.3B descreve-se uma cama infantil com colchão de espuma.



Figura 4.3A – Fotografia da cama infantil
Fonte: Autor



Figura 4.3B – Cama infantil encontrada na internet
Fonte: Site da Loja Magazine Luiza

Na Fig. 4.4 apresentam-se as especificações técnicas da cama infantil. Os materiais são o MDF de madeira reflorestada e o forro de plástico.

Cama Solteiro - Pura Magia Star Hot Wheels

Produzida 100% em MDF, pintura UV e serigrafia de alta qualidade ou impressão digital. A Cama Hot Wheels possui design e cores arrojadas, criando um ambiente de emoção e aventura. Produto licenciado, testado e aprovado pela Mattel. As crianças vão adorá-la!

Informações técnicas	Marca Referência Cor Modelo Linha	Pura Magia CM HOT WEELS. Cinza e Vermelho Hot Wheels Star
Tipo		Solteiro
Estrutura		MDF Reforestada
Acabamento		Pintura UV.
Ecologicamente correto		sim Tipo de tratamento: Eco Selo.
Sistema de montagem		- Montagem: cavilhas; - Fixação: girofix.
Peso aproximado	Peso do produto	36,2 kg.
Dimensões aproximadas	Produto	(L x A x P): 93 x 75,2 x 204,6 cm.
Prazo de garantia		03 meses de garantia legal.
Peso suportado		120 kg em repouso.
Dimensões aprox. do colchão (L x P)		88 x 188 cm.
Atenção		as informações e as imagens referem-se apenas à cama. O colchão e os demais itens de decoração são vendidos separadamente.
Itens inclusos		- 01 cama solteiro.

Figura 4.4 – Especificações técnicas da cama infantil

Fonte: Site da Loja Magazine Luiza

Para determinar a carga de incêndio da cama, utilizam-se os seguintes dados:

Material: MDF (*Medium Density Fiberboard* – Fibra de Média Densidade);

Massa: 36,2 kg.

O poder calorífico do MDF é 18 MJ/kg. A cama é composta em sua maioria por MDF e em menor porcentagem pelo forro plástico, por isso toma-se este valor e como resultado tem-se:

$$q^* = 36,20 \text{ kg} \times 18 \text{ MJ/kg} = \mathbf{651,6 \text{ MJ}}$$

Nas Figs. 4.5A, 4.5B e 4.6, mostra-se outro exemplo de pesquisa de itens combustíveis similares na *internet*.



Figura 4.5A – Cama de solteiro
Fonte: Autor



Figura 4.5B – Cama de solteiro na *internet*
Fonte: *Site da Loja Magazine Luiza*

Cama Solteiro - Incabrás Estefani

Cama solteiro Estefani, possui estrutura em MDF com pés em poliestireno, tem acabamento em ultravioleta, acompanha estrado de madeira. Sua fixação é feita por parafusos, porcas e pregos. Dê mais conforto e qualidade para suas noites de sono.

Informações técnicas	Marca	Incabrás
	Referência	0,88.
	Cor	Tabaco e Maple
	Modelo	Estefani
Tipo		Solteiro
Estrutura		Poliestireno MDF
Estrado		MDF
Acabamento		- pintura PU; - acabamento em UV,
Peso aproximado	Peso do produto	31,75 kg.
Dimensões aproximadas	Produto	(L x A x P): 97 x 106 x 201 cm.
Prazo de garantia		03 meses de garantia legal.
Dimensões aprox. do colchão (L x C)		78 x 188 cm; 88 x 188 cm.
Material cabeceira		MDF e PS.

Figura 4.6 – Especificações técnicas da cama de solteiro
Fonte: *Site da Loja Magazine Luiza*

Em dormitórios, um dos itens de maior carga de incêndio e maior facilidade de inflamação são os colchões, os quais são compostos por espuma de poliuretano e tecidos. Na Fig. 4.7 apresenta-se um modelo de colchão de solteiro e suas especificações técnicas.



Características	Especificações	Contato Minaspuma	Dimensões
Tipo de colchão Espuma			
Características Gerais			
<ul style="list-style-type: none"> - Espuma D45 - Pillow Top bordado - Selo Eco Vita-Ecológicamente Correto - Tecido Jacquard estampado com Viscose de Bambu - Dupla certificação - Imetrio e Pró-Espuma, Qualidade Comprovada - Tratamento antitácico e antialérgico no tecido e espuma do colchão 			
Tecido plastificado não			
Observações			
ATENÇÃO: 1. Item composto apenas pelo colchão. O box NÃO acompanha o produto.			
Ortopédico Não			
Tratamento no tecido Antitácico, Antialérgico			

Características	Especificações	Contato Minaspuma	Dimensões
Material Espuma D45			
Cor Bege			
Densidade D45			
Conteúdo da Embalagem - Colchão Solteiro Minaspuma Celebrate Bamboo Espuma D45 com Pillow Top 22X88X188 - Bege			
Garantia 24 meses na látex de espuma e 90 dias no revestimento			

Características	Especificações	Contato Minaspuma	Dimensões
Colchão Solteiro Minaspuma Celebrate Bamboo Espuma D45 com Pillow Top 22X88X188 - Bege Colchão Solteiro Minaspuma Celebrate Bamboo Espuma D45 com Pillow Top 22X88X188 - Bege			
Altura 22,00 Centímetros			
Largura 88,00 Centímetros			
Profundidade 1,88 Metros			
Peso 16,38 Quilos			

Figura 4.7 – Especificações técnicas do colchão
 Fonte: Site da Loja Magazine Luiza

Carga de incêndio do colchão:

Material: Espuma de poliuretano;

Massa: 16,38 kg;

Poder Calorífico: 23 MJ/kg.

$$q^* = 16,38 \text{ kg} \times 23 \text{ MJ/kg} = 376,74 \text{ MJ}$$

Outra dificuldade é a determinação da massa dos elementos combustíveis em itens compostos por materiais combustíveis e não combustíveis. Neste caso, por exemplo, os metais podem formar uma porção significativa da massa de artigos como: uma cadeira de metal com estofado, estantes metálicas com prateleiras de madeira, etc. A medição da massa dos combustíveis desses itens se torna difícil de ser realizada, sendo necessário o bom senso do pesquisador para definir a média do poder calorífico e a massa dos materiais baseados nas porcentagens que o constituem.

4.2.5 Tratamento dos Dados

Uma vez efetivada a pesquisa das massas e materiais de cada item combustível, a próxima etapa consiste em calcular a carga de incêndio específica de cada ambiente. Para fazer este cálculo, a norma ABNT NBR 14432:2001 e a IT 09:2006 do CBMMG estabelecem os valores do poder calorífico dos materiais mais comuns na construção (Vide Tab. 4.1).

Tabela 4.1 – Valores do poder calorífico específico de materiais

Tipo de material	Poder Calorífico (H) (MJ/kg)	Tipo de material	Poder Calorífico (H) (MJ/kg)	Tipo de material	Poder Calorífico (H) (MJ/kg)
Acetona	30	Graxa, lubrificante	41	Poliestireno	39
Acrílico	28	Lã	23	Polietileno	44
Algodão	18	Lixo de cozinha	18	Poliuretano	23
Borracha	Espuma – 37 Tiras – 32	Madeira	19	Polipropileno	43
Celulose	16	Palha	16	PVC	17
Couro	19	Papel	17	Resina melamínica	18
Fibra sintética 6,6	29	Policarbonato	29	Seda	19
Grãos	17	Poliéster	31	-----	-----

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 14432:2001 e da IT 09:2006 do CBMMG

Outros valores de poder calorífico também são especificados nas pesquisas de Zalok (2011), de acordo com as Tabs. 4.2, 4.3 e 4.4.

Tabela 4.2 - Poder calorífico de materiais celulósicos

Madeira/Celulósicos	MJ/kg
Bétula	18,7
Celulóide	17 - 20
Celulose	15 - 18
Triacetato de celulose	17,6
Caixa de papelão ondulado	16,0
Algodão	15,6 - 20
Folhas de madeira	19,3
Lignina	24,8
Papel de jornal	18,4
Papel (média)	16,3
Papel, papelão	13 - 21
Painel de partículas (aglomerado e compensado)	17 - 18
Madeira de pinho	19,1
Carvalho vermelho	17,1 – 18,7
Palha	15 – 16
Pinho branco	17,8
Madeira	17 - 20
Lã	20,5 - 26

Fonte: Adaptado de ZALOK (2011).

Tabela 4.3 - Poder calorífico de diferentes produtos e compostos

Produtos/ Compostos	MJ/kg
Sofá de 3 lugares (41.8 kg)	18,6
Cadeira T (NFR-PU espuma)	27
Roupas	17 – 21
Velas	46,2
Lixo da cozinha	8 – 21
Couro	18,6 - 20
Lino	19 – 21
Borracha de pneu	31 - 33
Seda	17 - 21
Cadeira (21.4 kg)	21,4
Rack de televisão	20 - 23
Roupeiros	14,2 – 18,8

Fonte: Adaptado de ZALOK (2011).

Tabela 4.4 - Poder calorífico de diferentes plásticos

Plásticos	MJ/kg	Produtos típicos
Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)	34 - 40	Aparelhos, máquinas comerciais, embalagens e tampas, caixas de pesca, bagagens, tubos, caixas de ferramentas, sanitários, sapatos, telefones, brinquedos.
Acrílicos	25,9 - 29	Fibras de tapetes, vidros, painéis de iluminação, louças sanitárias, painéis de parede.
Epóxi	28,8 - 34	
Isobutano	20,1	
Resina melamínica	16 - 19	
Nylon	23,2 - 33,1	Fibras de tapetes, roupas, tapeçarias, isolamentos de fios.
Polycarbonato	28 - 30	Painéis de iluminação, garrafas de leite, caixas de ferramentas.
Polietileno (PE)	43,3 - 51,1	Recipientes e as tampas, sacos de mantimento, utensílios domésticos, baldes, tubos, sacos de lixo, copos, lixeiras, isolamento de fio, brinquedos.
Polietileno (PET)	22,0	
Fenol formaldeído	27 - 30	
Plástico puro de hidrocarbonos (PE, PP, PS)	40	
Plásticos (média)	22,1	
Polimetilmetacrilato (PMMA)	25,0	
Poliéster	23,2 - 32,5	Roupas, garrafas macias de bebidas.
Poliisobutileno	43,7	Canos, tubulações.
Espuma de poliisocianurato		
polioximetileno	15,4	
Polipropileno	42 - 51,1	Fibras de tapetes, recipientes e tampas, utensílios domésticos, bagagens, baldes, tapeçarias.

Fonte: Adaptado de ZALOK (2011)

continua.....

Tabela 4.4 - Poder calorífico de diferentes plásticos, continuação da tabela anterior

Plásticos	MJ/kg	Produtos típicos
Poliestireno	39,2 – 44,1	Eletrodomésticos, forros de teto, recipientes e tampas, utilidades domésticas, painéis de iluminação.
Poliuretano	22 – 37,2	
Espuma de poliuretano	23 - 28	Sapatos, almofadas de assentos.
Cloreto de polivinilideno	9,0	
Fluoreto de polivinilideno	13,3	
Politetrafluoretileno (PTFE)	5 – 6,2	Revestimento antiaderente
Cloreto de polivinilo (PVC)	16,4 – 22,1	Roupas, recipientes e tampas, pisos, mangueiras, calhas, utilidades domésticas, tubos, revestimentos de paredes, sapatos, painéis de iluminação, cortinas de banho, lixeiras, tapeçarias, brinquedos, discos de vinil.
PVC w/25%Cl	31,6	
PVC w/36%Cl	26,3	
PVC w/48%Cl	20,6	
Seda artificial	16,3 - 17	
Borracha	39,5	
Espuma de borracha	34 - 40	
Borracha de isopreno	44 - 45	
Teflon (PFA)	5	

Fonte: Adaptado de ZALOK (2011).

De posse dos valores apresentados nas Tabs. 4.1; 4.2; 4.3 e 4.4 da pesquisa das massas, do material componente dos mobiliários e do levantamento das áreas, podem-se calcular as cargas de incêndio específicas para cada compartimento e da residência como um todo, utilizando a Eq. (2.2) rerepresentada a seguir:

$$q_{fi} = \frac{\sum M_i H_i}{A_f} \quad (2.2)$$

Nas fotografias das Figs. 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 e 4.12, apresentam-se os móveis de cada cômodo de uma determinada residência. O cálculo é realizado através da Equação 2.2, fazendo o somatório de todas as massas dos móveis de um cômodo, que multiplicado pelo poder

calorífico de cada material e dividido pela área de cada cômodo permite obter a carga de incêndio específica de cada espaço.

Na Fig. 4.8 apresenta-se uma sala de estar de 24 m², com piso cerâmico e paredes de alvenaria com reboco e tinta, com espessura de 15 cm. Este espaço é ocupado por 1 sofá de 3 lugares, 1 sofá de 2 lugares, 2 poltronas, *chaise*, mesa lateral, *rack* de TV, televisão, estante e cortinas.

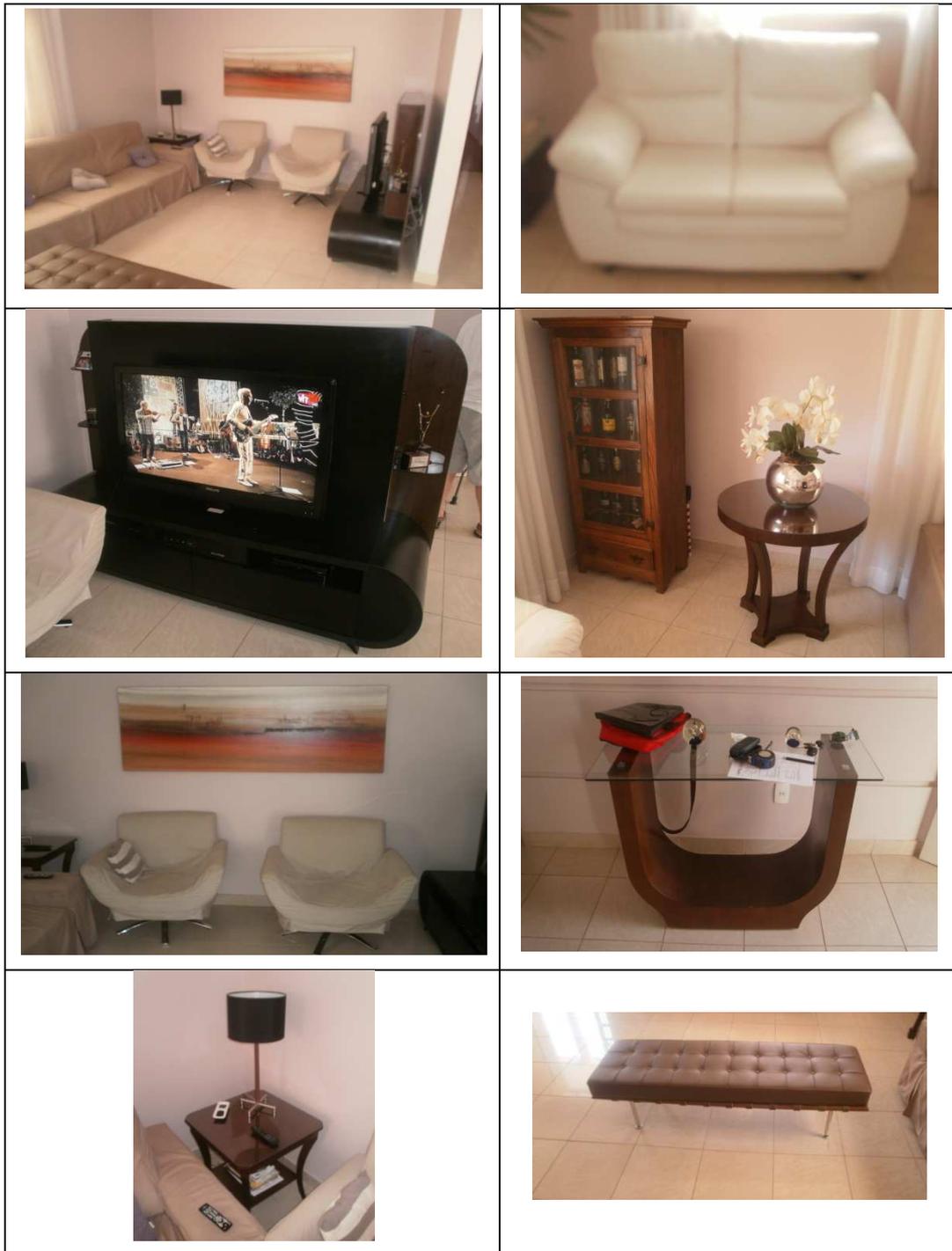


Figura 4.8 – Sala de estar de uma residência
Fonte: Autor

Na Tab. 4.5 apresentam-se os resultados de cálculo das cargas de incêndio, incluindo as massas e os materiais dos móveis.

A Tab. 4.5 apresenta a carga de incêndio dos mobiliários da sala no valor de 5372 MJ/kg para uma área de 24 m², resultando em uma carga de incêndio específica de 223,83 MJ/m².

Tabela 4.5 – Cálculo da carga de incêndio específica de uma sala de estar

SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		65	65	18	1170
Sofá 2 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		50	50	18	900
Poltronas	2	Aço, espuma, tecido		20	40	18	720
Almofadas	3	Tecidos		1	3	18	54
Chaise	1			8	8	18	144
Mesa Lateral	2	Madeira		5	10	19	190
Rack de TV	1	Madeira		55	55	18	990
Televisor	1	Plastico*	42"	1	1	30	30
Quadro	1	Madeira, lienzo		1	1	16	16
Cortinas	2	Tecidos		0,5	1	18	18
Estante	2	Madeira		30	60	19	1140
						Total	5372
*: só o peso do material plastico			DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO				Carga de incêndio
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
			4,00	6,00	3,00	24,00	223,83

Mostra-se na Fig. 4.9 a sala de jantar, com mesa de pedestal de madeira e parte superior de vidro com cadeiras de madeira e estofado, bem como o *buffet* de madeira.



Figura 4.9 - Sala de jantar

Apresenta-se na Tab. 4.6 o cálculo da carga de incêndio da sala de jantar para uma área de 17,55 m², resultando em uma carga de incêndio específica de 120,57 MJ/m².

Tabela 4.6 – Cálculo da carga de incêndio específica de uma sala de jantar

SALA DE JANTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Mesa	1	Madeira, Vidro		40	40	19	760
Cadeiras	6	Madeira, espuma, tecido		5	30	19	570
Buffet	1	Madeira		40	40	18	720
Quadro	1	Madeira		3	3	19	57
Cortinas	1	Tecido		0,5	0,5	18	9
						Total	2116
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
				Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)
				3,90	4,50	3,00	17,55
							120,57

Na Fig. 4.10, são apresentadas as fotografias do quarto principal com uma área de 26,57 m², incluindo o *closet*. Este dormitório contém cama tipo *king*, criados mudos, painel de TV, televisão, *closet* em MDF e piso em madeira laminada.



Figura 4.10 – Dormitório principal/ suíte

Apresenta-se na Tab. 4.7 o processamento dos dados, incluindo o material e massa dos móveis do quarto principal, resultando em uma carga de incêndio específica de 546,89 MJ/m².

Tabela 4.7 – Cálculo da carga de incêndio específica do dormitório principal

SUITE / QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama <i>king</i> conv.	1	Madeira		64	64	19	1216
Colchão	1	Mola, tecido, poliuretano		37	37	23	851
Travesseiros	4	Espuma, Tecido		1	4	18	72
Criado - mudo	2	Madeira		17	34	18	612
Rack de TV	1	Madeira		45	45	18	810
Tv	1	Plastico*	32"	1	1	30	30
Estante	1	MDP		40	40	18	720
Cortinas	1	Tecido		0,5	0,5	18	9
Climatizador	1	PVC		1	1	17	17
Ar - condicionado	1	PVC		2	2	17	34
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	Madeira laminada	5,30 x 3,70	116	116	18	2088
CLOSET	2	MDF	2,9 x 2,4 H 3,0	220	440	18	7920
Roupas					0		0
						Total	14531
*: só o peso do material plastico			DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO				Carga de incêndio
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
			5,30	3,70	3,00	19,61	546,89
			2,9	2,4		6,96	
					Total	26,57	

Na Fig. 4.11 observa-se uma cama de solteiro, guarda-roupa, poltrona, mesa lateral e televisor, os quais fazem parte dos dormitórios 1 e 2 que possuem uma área unitária de 11,31 m².



Figura 4.11 – Dormitório 1 e 2

A Tab. 4.8 apresenta os cálculos da carga de incêndio específica, descrevendo as massas e materiais componentes dos móveis dos dormitórios 1 e 2. Cada quarto apresenta um valor de carga de incêndio de 358,84 MJ/m².

Tabela 4.8 – Cálculo da carga de incêndio específica dos dormitórios 1 e 2

QUARTO 1 e 2

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama solteiro conv.	1	Madeira		32	32	19	608
Colchão	1	Mola, tecido		12,5	12,5	23	287,5
Travesseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18
Poltrona	1	Madeira, espuma, tecido		15	15	18	270
Mesa	1	Madeira		4	4	19	76
Tv	1	Plastico*	26"	1	1	30	30
Cadeira	1	Plastico		1	1	17	17
Cortinas	1	Tecido		0,5	0,5	18	9
Climatizador	1			1	1	17	17
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	Madeira laminada	2,90 x 3,90	67	67	18	1206
Guarda roupa	1	MDP		76	76	18	1368
Roupas					0		0
						Total	4058,5
*: só o peso do material plastico			DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO				Carga de incêndio
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
			2,90	3,90	3,00	11,31	358,84

Na Fig. 4.12 apresentam-se as fotografias da cozinha, com armários planejados em MDP, com bancada em granito, geladeira, forno micro-ondas e banquetas.



Figura 4.12 – Cozinha

Tabela 4.9 – Cálculo da carga de incêndio específica da cozinha

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						210
Fogão	1						28
Forno micro-ondas	1						10
Balcão	1	MDP		1	124	18	2232
Armário de parede	1	MDP		1	30	18	540
Banquetas	2	Aço, tecido		1	2	18	36
						Total	3056
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)			
3,00	4,60	3,00	13,80	221,45			

Na Tab. 4.10 apresenta-se a carga de incêndio total do domicílio.

Tabela 4.10 – Carga de incêndio específica do domicílio

Carga de incêndio (MJ/kg)	33192,00
Área (m ²)	97,58
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	340,15

Após a determinação da carga de incêndio total do domicílio, incluindo todos os cômodos e espaços de circulação, com um valor de 33192 MJ, este foi dividido pelo valor da área total do domicílio, 97,58 m², resultando em uma carga de incêndio específica de 340,15 MJ/m².

Nesse exemplo foi seguido etapa por etapa todo o procedimento do levantamento de cargas de incêndio conforme apresentado no item 4.2: medição das áreas de cada cômodo; inventário dos itens combustíveis; pesquisa das massas dos itens combustíveis e tratamento dos dados.

Nesse estudo de caso, as cargas de incêndio das roupas não foram consideradas. Segundo Issen *apud* (ZALOK, 2011), os gases combustíveis armazenados em armários ou gabinetes não irão queimar eficientemente como aqueles itens que estão fora. Em adição, a pesquisa da quantidade de roupa em um domicílio incomoda as pessoas que habitam na residência.

No Anexo C, são apresentadas as planilhas de cálculo do estudo de casos de levantamentos de cargas de incêndio.

5

Estudo de Casos de Levantamento de Cargas de Incêndio

5.1 Introdução

Neste capítulo apresenta-se um estudo de casos de levantamentos de cargas de incêndio com o objetivo de aplicar a metodologia desenvolvida no Capítulo 4. Foram aplicados os seguintes passos: medição das áreas de cada cômodo; inventário dos itens combustíveis; pesquisa das massas dos itens combustíveis; e, finalmente o tratamento dos dados. Por se tratar de um estudo de casos não foi levada em conta a definição da amostra.

5.2 Medição das Áreas dos Cômodos

Para o levantamento de cargas de incêndio este procedimento é essencial, já que para obter a carga de incêndio específica, deve-se dividir a carga de incêndio pela área do compartimento. Para realizar este procedimento não é necessário fazer um croqui da residência, apenas devem-se medir a largura e o comprimento dos cômodos. A altura dos cômodos (pé direito), assim como as dimensões das aberturas das janelas e portas também foram registradas. Por questões de tempo recomenda-se utilizar uma trena a laser para a medição. Para o registro das informações foi utilizado os itens 1, 2 e 3 dos formulários do Anexo A e B.

5.3 Inventário dos Itens Combustíveis

Este procedimento foi realizado utilizando o formulário baseado em informações visuais apresentado no Anexo A e o formulário baseado em registro fotográfico apresentado no Anexo B.

Com o formulário de registro fotográfico (Anexo B) as informações são bem mais concisas, já que tudo fica registrado em fotografias tornando a pesquisa dos mobiliários, nos *sites*, mais fáceis. Ao contrario da coleta de dados por meio de informações visuais, quando são feitas as fotografias, normalmente, os residentes se sentem mais expostos em relação a sua privacidade e segurança. O tempo de coleta de dados por registro fotográfico foi de 25 a 35 minutos para uma residência com área de 60 m².

Com o formulário por registro fotográfico, os itens combustíveis, incluídos os materiais de construção, são fotografados.

5.4 Pesquisa das Massas dos Itens Combustíveis e Tratamento dos Dados

Inicialmente o processo de levantamento dos dados é dispendioso pela quantidade de informação para ser analisada, já que a pesquisa dos itens combustíveis deve ser feita em diferentes *sites* até se obter o móvel com características iguais ou semelhantes, como descrito no item 4.2.4. Portanto, das pesquisas nos *sites*, gera-se um banco de dados dos móveis, que ajudara futuramente na tabulação dos dados e cálculo das cargas de incêndio.

Finalmente, no tratamento dos dados juntam-se todas as informações das áreas dos cômodos, das massas dos itens combustíveis, o poder calorífico de cada material e aplicasse a Eq. (2.2) para determinar a carga de incêndio específica da residência.

5.5 Casos Analisados – Formulário de Registro Fotográfico

Para o presente estudo de casos, tomaram-se 15 domicílios em diferentes bairros de Belo Horizonte com o propósito de determinar a carga média de incêndio nos distintos padrões e ocupações de construção. Estes padrões foram considerados tendo em conta a classificação do IPEAD como definido no Capítulo 3. Este estudo de casos foi feito em residências de classe popular, alta e luxo de acordo com a renda média mensal do chefe do domicílio.

Para a classe popular, os domicílios foram considerados com uma área útil compreendida entre 36 m² a 40 m². Para a classe alta, foram considerados domicílios com área útil de 41 m² a 65 m². Para a classe luxo, foram considerados domicílios com área útil maior a 66 m².

Na classe popular, o levantamento foi realizado em 6 domicílios, sendo 5 deles em apartamentos de um mesmo edifício residencial. A menor carga de incêndio específica apresentada foi de 294,86 MJ/m², para uma área útil de 36,33 m²; a maior carga de incêndio específica é de 485,26 MJ/m², com uma área útil de 36,33 m² e a carga de incêndio específica média é de 384,08 MJ/m².

Para o levantamento na classe alta tomaram-se 6 domicílios. A menor carga de incêndio específica foi de 212,94 MJ/m², para uma área útil de 53,73 m²; a maior carga de incêndio específica foi de 460,19 MJ/m², com uma área útil de 73,83 m², apresentando-se uma carga de incêndio específica média de 318,25 MJ/m².

Na classe luxo, realizou-se para o levantamento em 3 domicílios, sendo determinadas as seguintes cargas: menor carga de incêndio específica igual a 340,15 MJ/m², com uma área de 97,58 m²; maior carga de incêndio específica de 480,71 MJ/m², com uma área útil de 69,51 m²; a carga de incêndio específica média é de 388,50 MJ/m².

Na Tab. 5.1, apresenta-se o resumo dos levantamentos das cargas de incêndio e no Anexo C se apresentam as planilhas de cálculo das cargas de incêndio de todos os domicílios.

Tabela 5.1 – Resumo do estudo de casos dos levantamentos das cargas de incêndio em edificações residenciais – Formulário de registro fotográfico

CLASSE POPULAR				CLASSE ALTA				CLASSE LUXO			
No. DOMICÍLIO	ÁREA ÚTIL (m ²)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA (MJ/m ²)	No. DOMICÍLIO	ÁREA ÚTIL (m ²)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA (MJ/m ²)	No. DOMICÍLIO	ÁREA ÚTIL (m ²)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA (MJ/m ²)
8	37,64	15504,10	411,90	2	73,83	33973,40	460,19	1	97,58	33192,00	340,15
9	36,33	11592,50	319,05	3	51,38	15838,10	308,25	14	69,51	33413,80	480,71
10	36,33	13270,00	365,21	4	66,29	20106,60	303,31	15	273,73	94338,00	344,64
11	36,33	15557,50	428,17	5	44,24	14482,00	327,35				
12	36,33	10713,80	294,86	6	56,06	16674,00	297,43				
13	36,33	17631,80	485,26	7	53,73	11441,50	212,94				
		CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA MÉDIA (MJ/m²)	384,08			CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA MÉDIA (MJ/m²)	318,25			CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA MÉDIA (MJ/m²)	388,50

Fonte: Autor

5.6 Casos Analisados – Formulário de Informações Visuais

A utilização dos dois formulários tinha o objetivo de verificar se o resultado final da aplicação do procedimento de inventário por informações visuais levava a resultado próximo do procedimento com registro fotográfico. O formulário por informações visuais apresenta vantagens para a privacidade das pessoas que habitam o imóvel, já que podem ficar mais desconfortáveis com o registro fotográfico de sua residência. A média do tempo de coleta de dados com este formulário foi de 35 a 40 minutos para uma residência com área de 60 m².

O formulário por informações visuais é mais extenso pelo fato de ter que anotar todas as características dos itens combustíveis presentes em cada compartimento. Para a aplicação deste formulário tomaram-se duas residências, as quais também foram levantadas com o formulário do Anexo B.

A residência número 4 da Tab. 5.1 apresentou uma carga de incêndio específica de 301,79 MJ/m² quando se aplicou o formulário por informações visuais, e de 303,31 MJ/m² quando foi utilizado o formulário por registro fotográfico, resultando em uma diferença de 1,52 MJ/m². Para a residência número 6 a aplicação do formulário por informações visuais levou a uma carga de incêndio específica de 289,51 MJ/m² e com o formulário de registro fotográfico, obteve-se uma carga de incêndio específica de 297,43 MJ/m², resultando em uma diferença de 7,92 MJ/m². Com o formulário por informações visuais, a carga de incêndio específica média nas duas residências analisadas foi de 295,65 MJ/m², e com o formulário de registro fotográfico, esta carga foi de 300,37 MJ/m².

As diferenças entre os valores das cargas de incêndio levantadas a partir de cada formulário estão relacionada ao fato de que com o registro fotográfico é mais precisa a pesquisa das massas dos itens combustíveis. Apesar disso, as diferenças se mostraram pequenas e não devem afetar significativamente os resultados finais de carga específica.

Na Tab. 5.2, apresenta-se o resumo das cargas de incêndio levantadas com a utilização do formulário por informações visuais.

Tabela 5.2 - Resumo do estudo de casos dos levantamentos das cargas de incêndio em edificações residenciais – Formulário por informações visuais

CLASSE ALTA (Formulário A)				CLASSE ALTA (Formulário B)				DIFERENÇAS	
No. DOMICÍLIO	ÁREA ÚTIL (m ²)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA (MJ/m ²)	No. DOMICÍLIO	ÁREA ÚTIL (m ²)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA (MJ/m ²)	Carga de Incêndio Específica (MJ/m ²)	Carga de Incêndio Específica (%)
4	66,29	20006,00	301,79	4	66,29	20106,60	303,31	1,52	-0,50
6	56,06	16230,20	289,51	6	56,06	16674,00	297,43	7,92	-2,66
		CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA MÉDIA (MJ/m²)	295,65			CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA MÉDIA (MJ/m²)	300,37	4,72	-1,57

Fonte: Autor

6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Síntese do Trabalho

No capítulo inicial foram apresentados os objetivos deste trabalho, sendo o desenvolvimento de uma metodologia para levantamentos de cargas de incêndios em edificações residenciais a motivação principal desta dissertação.

Foram apresentados no capítulo 2 os conceitos básicos e essenciais das características do fogo, combustão, propagação, as propriedades térmicas dos materiais mais comuns na construção civil, a definição das metodologias de cargas de incêndio, assim como a revisão bibliográfica dos trabalhos de levantamentos de cargas de incêndio desenvolvidos por pesquisadores no Brasil e no exterior com a sua respectiva metodologia.

No capítulo 3 a metodologia de amostragem foi apresentada. Esta metodologia inclui um processo de estratificação dos domicílios pela renda média mensal do chefe do domicílio, classificando-os em quatro classes: popular, média, alta e luxo. Também mostra a obtenção do tamanho da amostra para a coleta de dados da população e, concluindo, com o sorteio dos setores censitários e os domicílios para a coleta de informação.

No capítulo 4 foi apresentado detalhadamente o tema central deste trabalho, com enfoque no desenvolvimento de uma metodologia para o levantamento de cargas de incêndio em edificações residenciais, que se inicia desde a medição das áreas de cada cômodo, coleta dos dados dos itens combustíveis, determinação das massas e posterior obtenção da carga de incêndio específica para cada domicílio.

No capítulo 5 os resultados foram elucidados, a fim de demonstrar e aplicar a metodologia proposta como objetivo deste trabalho.

6.2 Conclusões

Direcionado com que a norma ABNT NBR 14432:2001, que determina a carga de incêndio específica para edificações residenciais em 300 MJ/m^2 , o presente trabalho foi centrado na análise e desenvolvimento de uma metodologia para levantamentos de cargas de incêndio em edificações residenciais, para no futuro possibilitar a realização de um estudo científico de cargas de incêndio, determinando-as para cada padrão de construção, ou seja, para as classes: popular, média, alta e luxo, tendo em vista que a densidade da carga de incêndio específica é definida por unidade de área.

No estudo de casos de levantamentos de carga de incêndio foi possível notar uma tendência dos domicílios da classe popular com áreas compreendidas entre 36 m^2 e 40 m^2 , de possuírem a mesma quantidade de móveis que um domicílio de classe média e classe alta, com áreas úteis entre 41 m^2 e 65 m^2 . Porém a carga de incêndio específica em uma residência da classe popular é maior por ter uma área menor do que um domicílio das classes média e alta.

Na classe popular, o levantamento realizado em 6 domicílios mostrou que a carga de incêndio específica média é de $384,08 \text{ MJ/m}^2$, enquanto que para a classe alta as medições em 6 domicílios resultaram em uma carga de incêndio específica média de $318,25 \text{ MJ/m}^2$ e para a classe luxo o valor encontrado é de $388,50 \text{ MJ/m}^2$ para levantamentos realizados em 3 domicílios. Destas informações pode-se concluir que em todas as classes ou níveis de construção, as cargas de incêndio médias apresentam valores superiores ao prescrito pela norma brasileira ABNT NBR 14432:2001, sendo que a classe alta é a que apresenta valor mais próximo de 300 MJ/m^2 .

O processo de determinação da amostragem é essencial para fazer um estudo científico e poder obter qualidade e veracidade na seleção e coleta dos dados, assim como é recomendável o acompanhamento de um especialista em amostragem.

Os formulários foram desenvolvidos com a ideia inicial de serem enviados aos domicílios selecionados na amostra, com uma carta explicando o procedimento para preenchê-lo. Porém, devido ao conteúdo complexo e a linguagem técnica, recomenda-se que os referidos formulários sejam preenchidos por uma pessoa previamente instruída no tema, melhorando a qualidade e consistência nos dados.

6.3 Trabalhos Futuros

Com relação às edificações residenciais, alguns aspectos, ainda há serem estudados, são necessários para a determinação de valores mais representativos para as cargas de incêndio no Brasil. Para tanto, são sugeridas as seguintes pesquisas:

- a) fazer um levantamento de cargas de incêndio em edificações residenciais para cada classe ou nível de construção, aplicando a metodologia descrita neste trabalho;
- b) comparar os resultados das cargas de incêndio médias de cada classe, com o valor especificado pela norma ABNT NBR 14432:2001;
- c) realizar simulações numéricas simultâneas com os programas *Fire Dynamics Simulator* e *Smartfire*, para conhecer as máximas temperaturas atingidas em cada classe ou nível de construção;
- d) propor uma metodologia de definição do Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) para edificações residenciais, visando à verificação das estruturas de aço, de concreto e mistas de aço-concreto, e
- e) com os resultados, propor novos valores para os Tempos de Resistência ao Fogo (TRRF) para as edificações residenciais, de forma que esses valores possam ser analisados futuramente e adotados pela norma brasileira ABNT NBR 14432, visando ao aspecto econômico quanto aos projetos de engenharia e arquitetura de segurança contra incêndio.

7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, V.T. *Carga de Incêndio em Edifícios de Escritórios – Estudo de Casos: Belo Horizonte*. Dissertação de Mestrado. 93 Pg. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 14323. *Dimensionamento de Estruturas de Aço de Edifícios em Situação de Incêndio*. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15200. *Projeto de Estruturas de Concreto em Situação de Incêndio*. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5627. *Exigências Particulares das Obras de Concreto Armado e Protendido em Relação à Resistência ao Fogo*. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR: 14432. *Exigências de Resistência ao Fogo de Elementos Construtivos de Edificações*. Rio de Janeiro, 2001.

BALWIN, R; LAW.M; ALLEN.G; GRIFFITHS. L.G. *Survey of Fire-Loads in Modern Office Buildings – Some Preliminary Results*. Fire Research Note No. 808. Fire Research Station. 1970.

BONITESE, K.V. *Segurança Contra Incêndio em Edifício Habitacional de Baixo Custo Estruturado em Aço*. Dissertação de Mestrado. 253 Pg. Escola de Engenharia. Departamento de Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

BWALYA, A. C; SULTAN, M. A; BENICHOU, N. *A Pilot Survey of Fire Loads in Canadian Homes*. Research Report No. 159. Institute for Research in Construction, National Research Council Canada. Ottawa, Ontario, Canada, 2004.

CALLISTER, W.D. *Ciência e Engenharia de Materiais: uma Introdução*. Sétima edição. Livros Técnicos e Científicos, 750 pg. Rio de Janeiro, 2008.

CARO. T. C; MILKE. J. A. *A Survey of Fuel Loads in Contemporary Office Buildings*. National Institute of Standards and Technology. NIST-GCR-96-697. Department of Fire Protection Engineering, University of Mariland. 1995.

CASAS BAHIA. <<http://www.casasbahia.com.br/Guarda-Roupa-Araplac-Paris-6-Portas-e-3-Gavetas-Tabaco-Maple-%7C-Móveis-nas-Casas-Bahia>> Acessado em dezembro 18, de 2012 hora 11:52 am

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE ESPÍRITO SANTO. CBMES, s. d, *Curso de Formação de Bombeiro Profissional Civil: Prevenção e combate a incêndio*. Governo do estado de Espírito Santo, Secretaria de estado de segurança pública e defesa social.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. CBMMG IT- 09. *Carga de Incêndio nas Edificações e Área de Risco*. Belo Horizonte. 2006.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. CBMMG IT-02. -. *Terminologia de Proteção Contra Incêndio e Pânico*. Belo Horizonte. 2006

EN 1991-1-2:2002. EUROCODE 1: *Actions on Structures, Part 1.2: General Actions, Actions on Structures Exposed to Fire*. European Committee for Standardization.

EN 1996-1-1: 2000. EUROCODE 6: *Design of Masonry Structures, Part 1.1: General – Rules for Reinforced and Unreinforced Masonry, Including Lateral Loading*. European Committee for Standardization.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS DE MINAS GERAIS – IPEAD. *Pesquisas em Mercado Imobiliário, Classificação dos Bairros de Belo Horizonte*. <http://www.ipead.com.br/site/publicacoes/mercadoImobiliario>. Belo Horizonte. Janeiro, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. *Censo demográfico 2010*. www.ibge.gov.br

INTERNATIONAL FIRE SERVICE TRAINING ASSOCIATION. IFSTA. *Essentials of Fire Fighting*. Fourth Edition. Oklahoma State University. 2001.

KISH, L. *Survey Sampling*. Edit Wiley and Sons. New York. 1995

KODUR, V.K.R; HARMATHY, T.Z. *Properties of Building Materials, SPFE Handbook of Fire Protection Engineering*. Terceira Edição. Quincy, Massachusetts (USA). Editora Omegatype Typography, 2002, Capítulo1, pg155 – 181.

LEWINSKY, J. *Classificação dos Incêndios*. Goodfire Blog. Disponível em <<http://goodfire.wordpress.com/2010/09/22/5-classificacao-dos-incendios/>>. Acessado em outubro 07 de 2012, hora 22:40.

MAGAZINE LUIZA. <<http://www.magazineluiza.com.br/cama-solteiro-pura-magia-star-carros-disney/p/1232680/mo/mcam>> Acessado em dezembro 18, de 2012 hora 11:52am

MONTGOMERY, D.C. *Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros*. Quinta edição, Livros Técnicos e Científicos. 523 pg. Rio de Janeiro, 2012.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 557: *Standard for Determination of Fire Loads for Use in Structural Fire Protection Design*. Quincy, Massachuset, 2012

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. NIST. *Fire Dynamics Simulator, Version 5.5.3. User`s Guide*, Special Publication 1019-5. <http://code.google.com/p/fds-smv/> Quincy, Massachuset, 2010.

NETO, P.L.C. *Estatística*. Editora Blucher Ltda. 262 pg. São Paulo, 1977.

ONO, R. *Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndios em edifícios altos*. Ambiente construído. Porto Alegre, v.7, n.1, p. 97-113 Jan. / Mar. 2007.

SEITO, A.I. *Tópicos da segurança Contra Incêndio*. Tecnologia das Edificações, ipt/ ded 118. a construção no. 2073 – novembro, p. 25 -28, São Paulo, 1987.

SILVA, V, P. *Estruturas de Aço em Situação de Incêndio*. São Paulo, Zigurate Editora, 2001.

SILVA, V.P; PANNONI, F,D; *Estruturas de Aço para Edifícios: Aspectos Tecnológicos e de Concepção*. São Paulo: editora Blucher, 2010. pag, 295

TRIOLA, M. *Introdução à Estatística*. Sétima edição, Livros Técnicos e Científicos. 410 pg. Rio de Janeiro, 1998.

YII, H.M. *Effect of Surface Area And Thickness on Fire Loads*. *Fire Engineering Research Report*. University of Canterbury. New Zealand, 2000.

ZALOK, E. *Validation of Methodologies to Determine Fire Load for Use in Structural Fire Protection, Final Report*. The Fire Protection Research Foundation. National Fire Protection Association. Department of Civil and Environmental Engineering, Carleton University. 2011.

Anexo A

3. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E ACABAMENTOS.

AMBIENTE	ACABAMENTO DO PISO (Citar o material do piso)	ACABAMENTO DO FORRO				PAREDES				Espes- sura Media (cm)
		Sim Forro	Mad	Gesso Acarto	PVC	CONSTRUÇÃO		ACABAMENTO		
						Alve- naria	Dry wall	Tinta	Papel Parede	
Marcar com X				Marcar com X						
Sala de estar										
Sala de jantar										
Suíte/ quarto principal										
Closet										
Quarto (1)										
Quarto (2)										
Quarto (3)										
Quarto (4)										
Quarto (5)										
Escritório										
Cozinha										
Depósito/ dep.										
Empregada										
Área de serviço										
Circulação										
Outro										

4. MOBÍLIA DOS COMPARTIMENTOS.

Sala De Estar.

Móvel	Quantidade	Material (Estrutura, tecidos/acabamentos) (Citar)	Observações
Sofá 2 lugares			
Sofá 3 lugares			
Poltronas			
Almofadas			
Chaise			
Mesa de centro			
Mesa lateral			
Cadeira			
Rack de TV			
Televisor			Polegadas:
Estantes			
Bar			
Puff			
Quadros			
Cortinas			
Escrivania			
Climatizadores			
Ar-condicionado			
Tapete			
Outros			

Sala De Jantar.

Móvel	Quantidade	Material (Estrutura, tecidos/acabamentos)	Observações
Mesa			
Cadeiras			
Estantes			
Buffet			
Quadros			
Cortinas			
Outros			

Quartos. S: Suíte**Q1:** Quarto 1**Q2:** Quarto 2**Q3:** Quarto 3**Q4:** Quarto 4**Q5:** Quarto 5**CH:** Cheio**MC:** Metade cheia

Móvel	Quantidade						Material (Estrutura, tecidos/acabamentos) (Citar)	Observações							
	S	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5									
Cama Queen	Box						Colchão (marcar com X)	Mola	Es pu ma						
	Convencional														
Cama King	Box														
	Convencional														
Cama Casal	Box														
	Convencional														
Cama Solteiro	Box														
	Convencional														
Beliche															
Berço															
Guarda-roupa										No Portas		CH	MC		
Sofá															
Cômoda															
Gaveteiro															
Criado-mudo															
Rack de TV															
Televisor							Polegadas:								
Computador															
Poltronas															
Cadeira															
Puff															
Quadros															
Escritivaninha															
Climatizadores															
Ar-condicionado															
Cortinas															
Outros															

Closet.

Móvel	Quantidade	Material (Estrutura, tecidos/acabamentos)	Observações
Guarda-roupa			No Portas CH MC
Outros			

Escritório.

Móvel	Quantidade	Material (Estrutura, tecidos/acabamentos)	Observações
Mesas			
Cadeiras			
Escrivaninha			
Computador			
Televisor			Polegadas:
Estantes			
Quadros			
Cortinas			
Outros			

Cozinha.

Móvel	Quantidade	Material (Estrutura, tecidos/acabamentos)	Observações
Balcão			
Armário de parede			
Paneleiro			
Banquetas			
Fogão			No. Bocas:
Cooktops			No. Bocas:
Geladeira			Lts:
Freezer			Lts:
Micro-ondas			Lts:
Lava-louças			
Coifas			
Outros			

Depósito/ Dependência De Empregada.

Móvel	Quantidade	Material (Estrutura, tecidos/acabamentos)	Observações			
Cama	Box Convencional					
Colchão			Mola		Espuma	
Guarda-roupa			No. Portas		CH	MC
Cômoda						
Outros						

CH: Cheio**MC:** Metade cheia**Área De Serviço.**

Móvel	Quantidade	Material (Estrutura, tecidos/acabamentos)	Observações
Lavadora			
Secadora			
Tábua de passar			
Prateleira			
Armário			
Outros			

Anexo B

3. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E ACABAMENTOS.

AMBIENTE	ACABAMENTO DO PISO (Citar o material do piso)	ACABAMENTO DO FORRO				PAREDES				Espes- sura Media (cm)
		Sim Forro	Mad	Gesso Acarto	PVC	CONSTRUÇÃO		ACABAMENT O		
						Alvena ria	Dry wall	Tinta	Papel Parede	
Marcar com X				Marcar com X						
Sala de estar										
Sala de jantar										
Suíte/ quarto principal										
Closet										
Quarto (1)										
Quarto (2)										
Quarto (3)										
Quarto (4)										
Quarto (5)										
Escritório										
Cozinha										
Depósito/ Empregada dep.										
Área de serviço										
Circulação										
Outro										

4. DADOS DOS ELEMENTOS COMBUSTIVEIS.

Análise do valor calorífico de cada móvel baseado nas imagens fotográficas de cada cômodo ou compartimento.

Anexo C

CASA 001
SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		65	65	18	1170
Sofá 2 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		50	50	18	900
Poltronas	2	Aço, espuma, tecido		20	40	18	720
Almofadas	3	Tecidos		1	3	18	54
Chaise	1			8	8	18	144
Mesa Lateral	2	Madeira		5	10	19	190
Rack de TV	1	Madeira		55	55	18	990
Televisor	1	Plástico*	42"	1	1	30	30
Quadro	1	Madeira, lienzo		1	1	16	16
Cortinas	2	Tecidos		0.5	1	18	18
Estante	2	Madeira		30	60	19	1140
						Total	5372
*: só o peso do material Plástico			DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO				Carga de incêndio
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
			4.00	6.00	3.00	24.00	223.83

SALA DE JANTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Mesa	1	Madeira, Vidro		40	40	19	760
Cadeiras	6	Madeira, espuma, tecido		5	30	19	570
Buffet	1	Madeira		40	40	18	720
Quadro	1	Madeira		3	3	19	57
Cortinas	1	Tecido		0.5	0.5	18	9
						Total	2116
			DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO				Carga de incêndio
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
			3.90	4.50	3.00	17.55	120.57

SUITE / QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama king conv.	1	Madeira		64	64	19	1216
Colchão	1	Mola, tecido, poliuretano		37	37	23	851
Travesseiros	4	Espuma, Tecido		1	4	18	72
Criado - mudo	2	Madeira		17	34	18	612
Rack de TV	1	Madeira		45	45	18	810
Tv	1	Plástico*	32"	1	1	30	30
Estante	1	MDP		40	40	18	720
Cortinas	1	Tecido		0.5	0.5	18	9
Climatizador	1	PVC		1	1	17	17
Ar - condicionado	1	PVC		2	2	17	34
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	Madeira laminada	5,30 x 3,70	116	116	18	2088
CLOSET	2	MDF	2,9 x 2,4 H 3,0	220	440	18	7920
Roupas					0		0
						Total	14531
*: só o peso do material Plástico			DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO				Carga de incêndio
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
			5.30	3.70	3.00	19.61	546.89
			2.9	2.4		6.96	
					Total	26.57	

QUARTO 1 e 2

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)	
Cama solteiro conv.	1	Madeira		32	32	19	608	
Colchão	1	Mola, tecido		12.5	12.5	23	287.5	
Travesseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18	
Poltrona	1	Madeira, espuma, tecido		15	15	18	270	
Mesa	1	Madeira		4	4	19	76	
Tv	1	Plástico*	26"	1	1	30	30	
Cadeira	1	Plástico		1	1	17	17	
Cortinas	1	Tecido		0.5	0.5	18	9	
Climatizador	1			1	1	17	17	
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152	
Piso	1	Madeira laminada	2,90 x 3,90	67	67	18	1206	
Guarda roupa	1	MDP		76	76	18	1368	
Roupas					0		0	
						Total	4058.5	
*: só o peso do material Plástico							DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO	Carga de incêndio
				Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
				2.90	3.90	3.00	11.31	358.84

QUARTO 2

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)	
Cama solteiro conv.	1	Madeira		32	32	19	608	
Colchão	1	Mola, tecido		12.5	12.5	23	287.5	
Travesseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18	
Poltrona	1	Madeira, espuma, tecido		15	15	18	270	
Mesa	1	Madeira		4	4	19	76	
Tv	1	Plástico*	26"	1	1	30	30	
Cadeira	1	Plástico		1	1	17	17	
Cortinas	1	Tecido		0.5	0.5	18	9	
Climatizador	1			1	1	17	17	
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152	
Piso	1	Madeira laminada	2,90 x 3,90	67	67	18	1206	
Guarda roupa	1	MDP		76	76	18	1368	
Roupas					0		0	
						Total	4058.5	
*: só o peso do material Plástico							DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO	Carga de incêndio
				Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
				2.90	3.90	3.00	11.31	358.84

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)	
Geladeira	1						210	
Fogão	1						28	
Forno micro-ondas	1						10	
Balcão	1	MDP		1	124	18	2232	
Armário de parede	1	MDP		1	30	18	540	
Banquetas	2	Aço, tecido		1	2	18	36	
						Total	3056	
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio	
				Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
				3.00	4.60	3.00	13.80	221.45

Carga de incêndio (MJ/kg)	33192.00
Área (m²)	97.58
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	340.15

CASA 002
SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		60	60	18	1080
Poltronas	1	Madeira, espuma, tecido		25	25	18	450
Almofadas	3	Tecidos		1	3	18	54
Chaise	1			8	8	18	144
Rack de TV	1	Madeira		40	40	19	760
Televisor	1		42"	1	1	30	30
Cortinas	2	Tecidos		1	2	18	36
Estante	2	Madeira		20	40	18	720
Piso	1	Madeira	4,50 x 2,80	74	74	19	1406
Janelas	1	Madeira	2,20 x 3,90	10	10	19	190
						Total	4870
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	
			4.50	2.80	2.70	12.60	386.51

SALA DE JANTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Mesa	1	Madeira, Vidro		30	30	19	570
Cadeiras	6	Madeira, espuma, tecido		4.5	27	19	513
Buffet	1	Madeira		45	45	19	855
Quadro	1	Madeira, lienzo		2	2	16	32
					0		0
						Total	1970
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	
			2.65	4.30	2.70	11.40	172.88

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama king conv.	1	Madeira		64	64	19	1216
Colchão	1	Mola, tecido		37	37	23	851
Travesseiros	2	Espuma, Tecido		1	2	18	36
Criado - mudo	2	Madeira		17	34	19	646
Tv	1		21"	1	1	30	30
Gaveteiro	1	Madeira		47	47	19	893
Cortinas	1	Tecido		0.5	0.5	18	9
Climatizador	1	Plástico		1	1	17	17
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	Madeira laminada	3,80 x 2,90	65.5	65.5	19	1244.5
CLOSET	1	Madeira	1,80x1,90 H 2,70	150	150	18	2700
Roupas					0		0
						Total	7794.5
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	
			3.80	2.90	2.70	11.02	539.79
			1.8	1.9		3.42	
					Total	14.44	

QUARTO 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Beliche	1	MDP		80	80	18	1440
Colchão	2	Espuma, tecido		7.7	15.4	23	354.2
Travesseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18
Escrivania	1	Madeira		40	40	19	760
Tv	1		21"	1	1	30	30
Cadeira	1	Plástico	PVC	1	1	17	17
Cortinas	1	Tecido		0.5	0.5	18	9
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	madeira laminada	3,20 x 2,60	50	50	19	950
CLOSET	1	MDP	2,6x0.6 H 2,7	220	220	18	3960
Roupas					0		0
outros (Papeis)						Total	7690.2
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	
			3.20	2.60	2.70	8.32	924.30

QUARTO 2

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama solteiro conv.	1	Madeira		32	32	18	576
Colchão	1	Mola, tecido		16	16	23	368
Travesseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18
Escrivãzinha	1	MDF		15	15	18	270
Computador	1			1	1	30	30
Tv	1		14"	1	1	25	25
Cadeira	1	Plástico		1	1	17	17
Cortinas	1	Tecido		0.5	0.5	18	9
Criado - mudo	1	MDP		6	6	18	108
Piso	1	Madeira	2,80 x 3,20	53.3	53.3	19	1012.7
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Guarda roupa	1	Madeira	2,80x0,60 H 2,70	230	230	18	4140
Roupas							0
Total							6725.7
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	
2.80		3.20		2.70		8.96	
							750.64

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						180
Fogão	1						28
Forno micro-ondas	1						10
Balcão	1	MDP		1	100	18	1800
Armário de parede	1	MDP		1	120	18	2160
Mesa	1	Madeira		10	10	19	190
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,90	25	25	19	475
Total							4843
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	
3.10		2.90		2.70		8.99	
							538.71

ÁREA DE SERVIÇO

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Maquina de lavar	1						80
Armario de parede	1	Metal					0
Armario de piso	1	Metal					0
Total							80
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	
4.80		1.90		2.70		9.12	
							8.77

Carga de incêndio (MJ/kg)	33973.40
Área (m²)	73.83
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	460.19

CASA 003

SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, couro		60	60	18	1080
Sofá de 2 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		50	50	18	900
Almofadas	5	Tecidos		1	5	18	90
Mesa central	1	MDP		10	10	18	180
Puff	2	Madeira, espuma, couro		3	6	18	108
Rack de TV	1	MDP		50	50	18	900
Televisor	1		42"	1	1	30	30
Cortinas	2	Tecidos, black out		4	8	17	136
Carpete	1	Tecido, nylon	1.5x2.0	7	7	23	161
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,90	8	8	19	152
Janelas		Vidro	3,10 x 2,65		0		0
						Total	3737
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
4.30		3.10		2.65		13.33	280.35

SALA DE JANTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Mesa	1	Madeira (MDF), Vidro		14	14	18	252
Cadeiras	4	Madeira, espuma, tecido		4	16	18	288
						Total	540
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
1.60		2.00		2.65		3.20	168.75

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal box	1	Madeira, tecido		32.5	32.5	19	617.5
Colchão	1	Mola, tecido		30	30	23	690
Traveiros	2	Espuma, Tecido		1.5	3	18	54
Tv	1		21"	1	1	30	30
Gaveteiro	1	Madeira		8	8	19	152
Cortinas	1	Tecido, black out		1.5	1.5	17	25.5
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
						Total	1721
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
3.40		2.80		2.65		9.52	180.78

QUARTO 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama solteiro	1	Madeira, couro		36	36	18	648
Colchão	1	Espuma, tecido		7.7	7.7	23	177.1
Traveseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18
Tv	1		21"	1	1	30	30
Cortinas	1	Tecido, black out		1.5	1.5	17	25.5
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Mesa	1	Plástico		1	1	17	17
cadeiras crianças	2	Plástico		0.5	1	17	17
CLOSET	1	MDP		80	80	18	1440
Roupas					0		0
						Total	2524.6
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
2.85		2.50		2.65		7.13	354.33

QUARTO 2

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cortinas	1	Tecido, <i>black out</i>		1.5	1.5	17	25.5
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Guarda roupa	1	MDP	2,8x0,6 H 2,1	220	220	18	3960
Roupas					0		0
						Total	4137.5
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	
2.85		3.30		2.65		9.41	
							439.93

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						180
Fogão	1						28
Forno micro-ondas	1						10
Balcão	1	MDP		1	100	18	1800
Armário de parede	1	MDP		1	60	18	1080
Banquetas	3	Aço, fibra de vidro		9	27	0	0
						Total	3098
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	
3.10		2.00		2.65		6.20	
							499.68

ÁREA DE SERVIÇO

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Maquina de lavar	1						80
Roupas	1	Tecidos					
						Total	80
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	
1.30		2.00		2.65		2.60	
							30.77

Carga de incêndio (MJ/kg)	15838.10
Área (m ²)	51.38
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	308.25

CASA 004
SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		45	45	18	810
Sofá 2 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		36	36	18	648
Almofadas	3	Tecidos		1	3	18	54
Rack de TV	1	MDP		34	34	18	612
Televisor	1		21"	1	1	30	30
Cortinas	1	Tecidos		5	5	17	85
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,90	25	25	19	475
Piso	1	Madeira	3,25 x 3,00	58	58	19	1102
						Total	3816
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
		Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)	
		3.25	3.00	2.75	9.75	391.38	

SALA DE JANTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Mesa	1	Aço, vidro			0	0	0
Cadeiras	4	Aço, Madeira, tecido		1	4	18	72
Estante	1	MDP		10	10	18	180
Piso	1	Madeira	3,25 x 3,20	61.8	61.8	19	1174.2
						Total	1426.2
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
		Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)	
		3.25	3.20	2.75	10.40	137.13	

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal conv.	1	Madeira		35	35	19	665
Colchão	1	Mola, tecido		20	20	23	460
Traveseiros	2	Espuma, Tecido		1	2	18	36
Cortinas	1	Tecido		5	5	17	85
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	Madeira laminada	2,94 x 3,87	67	67	19	1273
CLOSET	1	MDP		81.1	81.1	18	1459.8
Roupas					0		0
						Total	4130.8
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
		Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)	
		3.87	2.94	2.75	11.38	363.06	

QUARTO 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Beliche	1	Madeira		80	80	18	1440
Colchão	2	Espuma, tecido		14	28	23	644
Traveseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18
Criado-mudo	1	MDP		6	6	18	108
Cortinas	1	Tecido		0.5	0.5	18	9
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	Madeira laminada	2,71 x 2,95	48	48	19	912
CLOSET	1	MDP		65.5	65.5	18	1179
Roupas					0		0
						Total	4462
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
		Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)	
		2.95	2.71	2.75	7.99	558.13	

QUARTO 2

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal box.	1	Madeira, Tecido		32.5	32.5	18	585
Colchão	1	Mola, tecido		30	30	23	690
Traveseiro	2	Espuma, tecido		1	2	18	36
Mesa	1	MDF		20	20	18	360
Notebook	1			1	1	8	8
Cadeira	1	Aço, tecido		1	1	18	18
Cortinas	1	Tecido		4	4	17	68
Piso	1	Madeira	2,61 x 3,40	53	53	19	1007
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Guarda roupa	1	Madeira		65.5	65.5	18	1179
Roupas					0		0
						Total	4103
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)				Específica (MJ/m²)
2.61	3.40	2.70	8.87				462.36

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						120
Fogão	1						28
Movéis da cozinha	1	MDP		54.3	54.3	18	977.4
Porta	1	Madeira	1,85 x 2,35	10	10	19	190
						Total	1315.4
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)				Específica (MJ/m²)
2.30	2.73	2.75	6.28				209.49

DEPENDÊNCIA DE EMPREGADA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Piso	1	Madeira	1,85 x 2,35	28.8	28.8	19	547.2
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	10	10	19	190
Tábua de passar	1	Metal, Madeira, tecido		2	2	18	36
Roupas							
						Total	773.2
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)				Específica (MJ/m²)
1.85	2.35	2.75	4.35				177.85

ÁREA DE SERVIÇO

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Maquina de lavar	1						80
						Total	80
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)				Específica (MJ/m²)
1.25	3.65	2.75	4.56				17.53
0.87	3.11	2.75	2.71				

Circulação

Carga de incêndio (MJ/kg)	20106.60
Área (m²)	66.29
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	303.31

ÁREA DE SERVIÇO

169

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Maquina de lavar	1						80
Armario aereo	1	Metal					0
						Total	80
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	
			1.50	1.30	2.70	1.95	41.03

Carga de incêndio (MJ/kg)	14482.00
Área (m²)	44.24
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	327.35

CASA 006

SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, couro		45	45	18	810
Sofá de 2 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		36	36	18	648
Mesa central	1	MDP		10	10	18	180
Rack de TV	1	MDP		50	50	18	900
Televisor	1		42"	1	1	30	30
Estante	1	Madeira		15	15	19	285
Cortinas	1	Tecidos		0.5	0.5	18	9
Carpete	1	Tecido, nylon	1.5x2.0	7	7	23	161
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,90	25	25	19	475
Janelas		Vidro	3,10 x 2,65		0		0
						Total	3498
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)	Área (m ²)		Específica (MJ/m ²)
3.85		3.95		2.72	15.21		230.02

SALA DE JANTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Mesa	1	Madeira (MDF), Vidro		14	14	18	252
Cadeiras	4	Madeira, espuma, tecido		4	16	18	288
						Total	540
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)	Área (m ²)		Específica (MJ/m ²)
1.58		2.70		2.72	4.27		126.58

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal box	1	Madeira, tecido		35	35	19	665
Colchão	1	Mola, tecido		30	30	23	690
Travesseiros	2	Espuma, tecido		1.5	3	18	54
Tv	1		21"	1	1	30	30
Guarda-roupa	1	MDP		90	90	18	1620
Comoda	1	MDP		17	17	18	306
Cortinas	1	Tecido,		0.5	0.5	18	9
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	Madeira	3,37x3,91	78	78	19	1482
Roupas					0		0
						Total	5008
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)	Área (m ²)		Específica (MJ/m ²)
3.37		3.91		2.74	13.18		380.06

QUARTO 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Beliche	1	MDP		80	80	18	1440
Colchão	1	Espuma, tecido		14	14	23	322
Travesseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18
Tv	1		22"	1	1	30	30
Cortinas	1	Tecido,		0.5	0.5	18	9
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Escrivaninha	1	MDP		10	10	18	180
Computador	1			1	1	30	30
CLOSET	1	MDP		65.5	65.5	18	1179
Roupas					0		0
						Total	3360
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)	Área (m ²)		Específica (MJ/m ²)
2.60		3.35		2.74	8.71		385.76

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						180
Fogão	1						28
Forno micro-ondas	1						10
Balcão	1	MDP		1	100	18	1800
Armário de parede	1	MDP		1	120	18	2160
Coifa	3	Aço, Plástico		1	1	10	10
						Total	4188
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
				Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m ²)
				2.14	2.72	2.65	5.82
							719.49

ÁREA DE SERVIÇO

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Maquina de lavar	1						80
						Total	80
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
				Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m ²)
				2.40	3.70	2.72	8.88
							9.01

Carga de incêndio (MJ/kg)	16674.00
Área (m ²)	56.06
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	297.43

CASA 007

SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		45	45	18	810
Sofá 2 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		36	36	18	648
Almofadas	3	tecidos		1	3	18	54
Rack de TV	1	MDP		34	34	18	612
Televisor	1		27"	1	1	35	35
Mesa	1	Aço, granito			0	0	0
Cadeiras	4	Aço, tecido		1	4	18	72
Cortinas	1	Tecidos		0.5	0.5	17	8.5
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,90	25	25	19	475
						Total	2714.5
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
		Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)	
		2.68	4.75	2.70	12.73	213.24	

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal conv.	1	Madeira		35	35	19	665
Colchão	1	Mola, tecido		20	20	23	460
Travesseiros	2	Espuma, Tecido		1	2	18	36
Cortinas	1	Tecido		5	5	17	85
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
CLOSET	1	MDP		120	120	18	2160
Roupas					0		0
						Total	3558
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
		Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)	
		2.70	3.10	2.70	8.37	425.09	

QUARTO 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama solteiro	1	MDF		32	32	19	608
Colchão	2	Espuma, tecido		14	28	23	644
Travesseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18
Comoda	1	Madeira		60	60	19	1140
Cortinas	1	Tecido		4	4	18	72
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Computador	1			1	1	30	30
TV	1		14"	1	1	25	25
Escrivania	1	MDP		6	6	18	108
Roupas					0		0
						Total	2797
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
		Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)	
		2.27	3.71	2.70	8.42	332.12	

QUARTO 2

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Berçô	1	MDP		31	31	18	558
Colchão	1	Espuma, tecido		2	2	23	46
Comoda	1	MDF		30	30	18	540
Poltrona	1	Madeira, tecido		15	15	18	270
Cortinas	1	Tecido		4	4	17	68
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Roupas					0		0
						Total	1634
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
		Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)	
		2.23	3.72	2.70	8.30	196.97	

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						180
Fogão	1						28
Moveis da cozinha	1	MDP		25	25	18	450
						Total	658
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
		Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)		
		1.98	2.31	2.70	4.57	143.86	

ÁREA DE SERVIÇO

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Maquina de lavar	1						80
						Total	80
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
		Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)		
		1.40	6.75	2.70	9.45	8.47	
Circulação		2.1	0.9	2.7	1.89		

Carga de incêndio (MJ/kg)	11441.50
Área (m²)	53.73
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	212.94

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1			1	1	196	196
Fogão	1			1	1	28	28
Pia	1			1	1	8	8
Cortina	1			0.3	0.3	18	5.4
Maquina de lavar/roupa	1			1	1	0	0
Tanque	1			1	1	0	0
Armario coz	1			30	30	20	600
Armario serv	1			1	1	0	0
Varal com roupa	1			1	1	0	0
						Total	837.4
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
				Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m ²)
							6.56
							2.94
							127.65

Carga de incêndio (MJ/kg)	15504.10
Área (m ²)	37.64
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	411.90

CASA 009

SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		45	45	18	810
Sofá 2 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		36	36	18	648
Rack de TV	1	MDP		43	43	18	774
Televisor	1		26"	1	1	35	35
Mesa	1	Aço, MDF		24	24	18	432
Cadeiras	4	Aço, tecido		1	4	18	72
Cortinas	1	Tecidos		0.5	0.5	17	8.5
Porta	1	Metal	2,10 x 0,90	0	0	19	0
						Total	2779.5
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)				Específica (MJ/m²)
3.41	3.63	2.55	12.38				224.55

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal box	1	Madeira		32.5	32.5	19	617.5
Colchão	1	Mola, tecido		30	30	23	690
Traveseiros	2	Espuma, Tecido		1	2	18	36
Cortinas	1	Tecido		5	5	17	85
Ventilador	1	Plástico		0.5	0.5	17	8.5
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
CLOSET	1	MDP		120	120	18	2160
Roupas					0		0
						Total	3749
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)				Específica (MJ/m²)
2.41	3.64	2.55	8.77				427.36

QUARTO 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama box solteiro	1	Madeira reflorestada		23	23	19	437
Colchão	1	Espuma, tecido		14	14	23	322
Traveseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18
Cortinas	1	Tecido		4	4	18	72
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Notebook	1			1	1	8	8
TV	1		14"	1	1	25	25
Escrivaninha	1	MDP		20	20	18	360
Cadeira	1	Tecidos, metal		1	1	18	18
Closet	1	MDP		65	65	18	1170
Piano	1	Plastico		2	2	17	34
Roupas					0		0
						Total	2616
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)				Específica (MJ/m²)
2.42	3.13	2.55	7.57				345.36

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						120
Fogão	1						28
Maquina de lavar	1	Plástico, aço					80
Tanquinho	1	Plástico					60
Forno Micro-ondas	1	Metal					
Moveis da cozinha	1	MDP		120	120	18	2160
						Total	2448
			DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO				Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	
			2.05	3.10	2.55	6.36	385.21
		Circulação	1.23	1.02	2.55	1.25	

Carga de incêndio (MJ/kg)	11592.50
Área (m²)	36.33
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	319.05

CASA 010

SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 2 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		31	31	19	589
Chaise	1	Madeira, espuma, tecido		30	30	18	540
Rack de TV	1	MDP		34	34	18	612
Televisor	1		42"	1	1	30	30
Tapete	1		1,50 x 1,50	5	5	23	115
Cortinas	1	Tecidos		0.5	0.5	17	8.5
Porta	1	Metal	2,10 x 0,90	0	0	19	0
						Total	1894.5
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
3.41		3.63		2.55		12.38	153.05

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal box	1	Madeira		32.5	32.5	19	617.5
Colchão	1	Mola, tecido		30	30	23	690
Travesseiros	2	Espuma, Tecido		1	2	18	36
Cortinas	1	Tecido		5	5	17	85
Tapete	1	Tecido	1,00 x 0,50	1	1	23	23
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
CLOSET	1	MDP		120	120	18	2160
Roupas					0		0
						Total	3763.5
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
2.41		3.64		2.55		8.77	429.02

QUARTO 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama box casal	1	Madeira reflorestada		32.5	32.5	19	617.5
Colchão	2	Espuma, tecido		30	60	23	1380
Travesseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18
Cortinas	1	Tecido		4	4	18	72
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Notebook	1			1	1	8	8
Mesa	1	Madeira		4	4	18	72
Cadeira	1	Plástico		0.5	0.5	17	8.5
Cômoda	1	Madeira		12	12	18	216
Closet	1	MDP		120	120	18	2160
Roupas					0		0
						Total	4704
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
2.42		3.13		2.55		7.57	621.02

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						120
Fogão	1						28
Tanquinho	1	Plástico					60
Forno Micro-ondas	1	Metal					
Moveis da cozinha	1	MDP		150	150	18	2700
						Total	2908
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
2.05		3.10		2.55		6.36	457.59
Circulação		1.23		1.02		2.55	

Carga de incêndio (MJ/kg)	13270.00
Área (m²)	36.33
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	365.21

CASA 011
SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Poltronas	3	Aço, espuma, tecido		11	33	18	594
Poltrona	1	Madeira, espuma, tecido		26	26	18	468
Almofadas	4	Tecidos		1	4	18	72
Rack de TV	1	MDP		55	55	18	990
Televisor	1		42"	1	1	30	30
Tapete	1		2,00 x 1,20	8	8	23	184
Bancadas	2	Aço, espuma, tecido		1	2	18	36
Cortinas	1	Tecidos		1	1	17	17
Mesa de centro	1	Madeira, Vidro		4	4	18	72
Enfeite de madeira	1	MDP	1,80x2,00x0,01	30	30	18	540
Porta	1	Metal	2,10 x 0,90	0	0	0	0
						Total	3003
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
3.41		3.63		2.55		12.38	242.60

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal box	1	Madeira		32.5	32.5	19	617.5
Colchão	1	Mola, tecido		30	30	23	690
Cabeceira	1	MDP		39	39	18	702
Traveseiros	2	Espuma, Tecido		1	2	18	36
Cortinas	1	Tecido		4	4	17	68
Climatizador	1			2	2	17	34
Televisão	1		32"	1	1	30	30
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
CLOSET	1	MDP		129	129	18	2322
Roupas					0		0
						Total	4651.5
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
2.41		3.64		2.55		8.77	530.24

QUARTO 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Treliche	1	MDP		72	72	19	1368
Colchão	3	Espuma, tecido		14	42	23	966
Travesseiro	3	Espuma, tecido		1	3	18	54
Cortinas	1	Tecido		1	1	18	18
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Computador	1			1	1	30	30
Televisor	1		21"	1	1	30	30
Escrivaninha	1	Madeira		15	15	18	270
Cadeira	1	Plástico		3	3	17	51
Closet	1	MDP		109	109	18	1962
Roupas					0		0
						Total	4901
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
2.42		3.13		2.55		7.57	647.03

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						180
Fogão	1						28
Maquina de lavar	1	plastico					60
Forno Micro-ondas	1	plastico		1	1	17	17
Filtro de agua	1	plastico		1	1	17	17
Moveis da cozinha	1	MDP		150	150	18	2700
						Total	3002
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	
			2.05	3.10	2.55	6.36	
		Circulação	1.23	1.02	2.55	1.25	472.38

Carga de incêndio (MJ/kg)	15557.50
Área (m ²)	36.33
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	428.17

CASA 012

SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofa de 3 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		44	44	18	792
Sofa de 2 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		36	36	18	648
Almofadas	3	Tecidos		1	3	18	54
Rack de TV	1	MDP		50.6	50.6	18	910.8
Televisor	2		21"	1	2	30	60
Mesa de Jantar	1	Madeira, vidro		20	20	18	360
Cadeiras	4	Madeira, tecidos		6	24	18	432
Cortinas	1	Tecidos		1	1	17	17
Mesa	1	Madeira		5	5	18	90
Porta	1	Metal	2,10 x 0,90	0	0	0	0
						Total	3363.8
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
3.41		3.63		2.55		12.38	271.75

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal convencional	1	Madeira		35	35	18	630
Colchão	1	Mola, tecido		30	30	23	690
Travesseiros	2	Espuma, Tecido		1	2	18	36
Criados-mudos	2	MDP		6	12	18	216
Cortinas, black out	1	Tecido		6	6	17	102
Ventilador	1	Plástico		1	1	17	17
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
CLOSET	1	MDP		120	120	18	2160
Roupas					0		0
						Total	4003
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
2.41		3.64		2.55		8.77	456.32

QUARTO 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama solteiro	1	Metal		0	0	0	0
Colchão	1	Espuma, tecido		14	14	23	322
Travesseiro	1	Espuma, tecido		2	2	18	36
Cortinas	1	Tecido		1	1	18	18
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Ventilador	1	Plástico		1	1	17	17
Cômoda	1	Madeira		47	47	18	846
Cadeira	1	Plástico		3	3	17	51
Closet	1	MDP		90	90	18	1620
Roupas					0		0
						Total	3062
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
2.42		3.13		2.55		7.57	404.25

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						180
Fogão	1						28
Maquina de lavar	1	Plástico					60
Forno Micro-ondas	1	Plástico		1	1	17	17
Moveis da cozinha	1	Metálicos		0	0	0	0
						Total	285
			DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO				Carga de incêndio
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
			2.05	3.10	2.55	6.36	44.85
		Circulação	1.23	1.02	2.55	1.25	

Carga de incêndio (MJ/kg)	10713.80
Área (m2)	36.33
Carga de incêndio Específica (MJ/m2)	294.86

CASA 013

SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofa de 3 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		50	50	18	900
Almofadas	3	Tecidos		1	3	18	54
Painel de TV	1	MDP	250x255x1	55	55	18	990
Televisor	1		32"	1	1	30	30
Mesa de Jantar	1	Madeira, vidro		50	50	18	900
Cadeiras	4	Madeira, tecidos		5	20	19	380
Cortinas	1	Tecidos		1	1	17	17
Piso	1	Madeira	3,41x3,63	73.3	73.3	18	1319.4
Porta	1	Metal	2,10 x 0,90	0	0	0	0
						Total	4590.4
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
3.41		3.63		2.55		12.38	370.84

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal convencional	1	Madeira		35	35	18	630
Colchão	1	Mola, tecido		30	30	23	690
Travesseiros	3	Espuma, Tecido		1.5	4.5	18	81
Escrivaninha	1	MDP		10	10	18	180
Cortinas	1	Tecido		6	6	17	102
Televisão	1			21	21	30	630
Notebook	1			1	1	8	8
Impressora	1			1	1	10	10
Cadeira	1	Madeira		2	2	18	36
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
CLOSET	1	MDP		120	120	18	2160
Piso	1	Madeira laminada	2,41x3.64	52	52	18	936
Roupas					0		0
						Total	5615
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
2.41		3.64		2.55		8.77	640.08

QUARTO 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama solteiro	1	MDP		40	40	18	720
Colchão	1	Espuma, tecido		14	14	23	322
Travesseiro	1	Espuma, tecido		2	2	18	36
Cortinas	1	Tecido		1	1	18	18
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Berço	1	MDP		31	31	18	558
Colchão	1	Espuma		2	2	23	46
Piso	1	Madeira laminada	2,42x3,13	44.8	44.8	18	806.4
Enfeites de madeira	1	MDP		10	10	18	180
Closet	1	MDP		90	90	18	1620
Roupas					0		0
						Total	4458.4
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
2.42		3.13		2.55		7.57	588.60

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						180
Fogão	1						28
Maquina de lavar	1	Plástico					60
Moveis da cozinha	1	Metálicos		150	150	18	2700
						Total	2968
			DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO				Carga de incêndio
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
			2.05	3.10	2.55	6.36	467.03
		Circulação	1.23	1.02	2.55	1.25	

Carga de incêndio (MJ/kg)	17631.80
Área (m²)	36.33
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	485.26

CASA 014

SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		65	65	19	1235
Poltronas	1	Madeira, espuma, tecido		15	15	18	270
Almofadas	3	Tecidos		1	3	18	54
Estante	1	Madeira		60	60	18	1080
Televisor	1		32"	1	1	30	30
Quadro	1	Madeira, lienzo		1	1	16	16
Mesa	1	Madeira		50	50	18	900
Cadeiras	4	Madeira, espuma, tecido		5	20	19	380
mesa lateral	2	Madeira		3	6	18	108
Cortinas	4	Tecidos		2	8	18	144
Piso	1	Madeira	3,23x5,57	144	144	18	2592
Livros	10	Papel		0.2	2	17	34
Estante	1	Metálico		0	0	0	0
						Total	6843
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	
3.23		5.57		2.68		17.99	
1.97		1.04				2.05	
							380.35

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama king conv.	1	Madeira		64	64	19	1216
Colchão	1	Mola, tecido, poliuretano		37	37	23	851
Travesseiros	2	Espuma, Tecido		1	2	18	36
Criado - mudo	2	MDP		6	12	18	216
Prateleira	1	Madeira		1.5	1.5	18	27
Livros	26	Papel		0.5	13	17	221
Cortinas	1	Tecido		2	2	18	36
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	Madeira	3,00x3,60	86.4	86.4	18	1555.2
CLOSET	1	MDF	2,2 x 0,6 H 2,65	180	180	18	3240
Roupas					0		0
						Total	7550.2
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	
3.00		3.60		2.68		10.80	
				Total		10.80	
							699.09

QUARTO 2

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama solteiro conv.	1	Madeira		23	23	19	437
Colchão	2	Mola, tecido		12.5	25	23	575
Travesseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18
Mesa	1	Madeira		5	5	18	90
Livros	40	Papel		0.15	6	17	102
Cortinas	1	Tecido		1	1	18	18
Ventilador	1	Plástico		1	1	17	17
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	Madeira	2,95 x 3,10	73	73	18	1314
Guarda roupa	1	MDP	2,2 x 0,6 H 2,65	180	180	18	3240
Roupas					0		0
						Total	5963
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	
2.95		3.10		2.68		9.15	
							652.05

ESCRITÓRIO

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofa de 2 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		34	34	18	612
Estante	1	MDP		40	40	18	720
Prateleiras	1	Madeira		36	36	18	648
Livros	412	Papel		0.35	144.2	17	2451.4
Mesa	2	Metal, vidro		0	0	0	0
Cadeira	2	Plástico, metal, tecido		4	8	18	144
Cortinas	1	Tecido		2	2	18	36
Computador	1			1	1	30	30
Notebook	1			1	1	8	8
Impressora	1			1	1	10	10
Piso	1	Madeira	3,80 x 2,68	81.4	81.4	18	1465.2
						Total	6124.6
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
3.80		2.68		2.68		10.18	601.39

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1				0		210
Fogão	1				0		28
Forno micro-ondas	1				0		10
Balcão	1	MDP		150	150	18	2700
Armário de parede	1	MDP		180	180	18	3240
Cadeira	1	Plástico		1	1	17	17
						Total	6205
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
3.14		2.31		2.68		7.25	855.46

ÁREA DE SERVIÇO

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Maquina de lavar	1				1	80	80
Balcão	1	MDP		25	25	18	450
						Total	530
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
3.00		1.74		2.68		5.22	101.53
1.83		0.90				1.65	

DEP. EMPREGADA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Armario	1	MDP		60	1	18	18
Varios	1			10	10	18	180
						Total	198
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
3.00		1.74		2.68		5.22	37.93

Carga de incêndio (MJ/kg)	33413.80
Área (m²)	69.51
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	480.71

CASA 015

SALA DE VISITA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		12	12	18	216
Poltronas	1	Madeira, espuma, tecido		15	15	18	270
Almofadas	4	Tecidos		1	4	18	72
Mesa de centro	1	Madeira		8	8	18	144
Mesa Lateral	2	Madeira		6	12	18	216
Quadro	1	Madeira, lienzo		1	1	16	16
Tapete	1	Tecidos		8	8	23	184
Revestimento parede	1	Madeira	2,00x3,00	48	48	18	864
Estante	1	Madeira		60	60	18	1080
Porta	2	Madeira		13	26	18	468
						Total	3530
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
4.00		4.35		3.00		17.40	202.87

SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		60	60	19	1140
Poltronas	2	Madeira, espuma, tecido		15	30	19	570
Chaise	1	Madeira, espuma, tecido		10	10	19	190
Almofadas	5	Tecidos		1	5	18	90
Mesa de centro	1	Madeira		8	8	18	144
Mesa Lateral	5	Madeira		4	20	18	360
Quadro	1	Madeira, lienzo		1	1	16	16
Tapete	1	Tecidos		12	12	23	276
Piso	1	Madeira	5,00x5,00	200	200	18	3600
						Total	6386
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
5.00		5.00		2.95		25.00	255.44

SALA DE JANTAR 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Mesa	1	Madeira		40	40	18	720
Cadeiras	10	Madeira, espuma, tecido		5	50	19	950
Buffet	1	Madeira		80	80	18	1440
Quadro	3	Madeira		3	9	18	162
Piso	1	Madeira	5,00x4,95	198	198	18	3564
Porta	1	Madeira		13	13	18	234
Tapete	1	Tecidos		10	10	23	230
Revestimento Parede	1	Madeira	10,0x2,95	236	236	18	4248
						Total	11548
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
5.00		4.95		2.95		24.75	466.59

SALA DE JANTAR 2

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Mesa	1	Madeira		40	40	18	720
Cadeiras	7	Madeira, espuma, tecido		5	35	19	665
Buffet	1	Madeira		50	50	18	900
Quadro	2	Madeira		3	6	18	108
Estantes	2	Madeira		8	16	18	288
Piso	1	Madeira	4,35x4,92	172	172	18	3096
Tapete	1	Tecidos		10	10	23	230
Revestimento Parede	1	Madeira	4,92x2,95	116	116	18	2088
						Total	8095
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	Específica (MJ/m²)
4.35		4.92		2.95		21.40	378.24

QUARTO1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal conv.	1	Madeira		35	35	18	630
Colchão	1	Mola, tecido, poliuretano		30	30	23	690
Travesseiros	2	Espuma, Tecido		1	2	18	36
Criado - mudo	2	Madeira		7	14	18	252
Estante de TV	1	Madeira		50	50	18	900
Tv	1		32"	1	1	30	30
Cômoda	1	Madeira		40	40	18	720
Janelas	2	Madeira, vidro		4	8	18	144
Ventilador	1	Plástico		1	1	17	17
Biblioteca piso	1	Madeira		55	55	18	990
Biblioteca aérea	1	Madeira		30	30	18	540
Estante	1	Madeira		10	10	18	180
Escritorio	1	Aço, vidro		0	0	0	0
Cadeiras	2	Madeira, couro		4	8	19	152
Livros	391	Papel		0.3	117.3	17	1994.1
Cadeiras	1	Aço, plástico		1	1	17	17
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	10	10	18	180
Piso	1	Madeira laminada	3,85x7,00	215.6	215.6	18	3880.8
CLOSET	1	MDF	3.85x0,6H2,95	180	180	18	3240
Roupas					0		0
						Total	14592.9
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)			
3.85	7.00	2.95	26.95	541.48			

QUARTO 2

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama solteiro conv.	1	Madeira		20	20	18	360
Colchão	1	Mola, tecido		15	15	23	345
Travesseiro	2	Espuma, tecido		1	2	18	36
Mesa	1	Madeira		35	35	18	630
Tv	1		14"	1	1	25	25
Cadeira	1	Metal, tecido		2	2	18	36
Cômoda	1	Madeira		10	10	18	180
Estante	1	Madeira		20	20	18	360
Livros	75	Papel		0.3	22.5	17	382.5
Janelas	1	Madeira		5	5	18	90
Computador	1			1	1	20	20
Escrivania	1	MDP		10	10	18	180
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	10	10	19	190
Piso	1	Madeira	3,85x3,00	92.4	92.4	18	1663.2
Guarda roupa	1	Madeira		60	60	18	1080
Roupas					0		0
						Total	5577.7
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)			
3.85	3.00	2.95	11.55	482.92			

QUARTO 3

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)	
Cama solteiro conv.	1	madeira		20	20	18	360	
Colchão	1	Mola, tecido		15	15	23	345	
Travesseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18	
Poltrona	2	Aço, espuma, tecido		5	10	23	230	
Sofa de 2 lugares	1	Madeira, espuma Tecido		31	31	19	589	
Almofadas	4	Tecidos		1	4	18	72	
Cômoda	1	Madeira		35	35	18	630	
Tv	1		32"	1	1	30	30	
Cadeira	1	Madeira, espuma Tecido		5	5	18	90	
Janelas	1	Madeira		5	5	18	90	
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	18	144	
Piso	1	madeira	3,97x4,60	146.1	146.1	18	2629.8	
Guarda roupa	1	Madeira	3,97x0,6H2,95	180	180	18	3240	
Roupas						0	0	
						Total	8467.8	
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio	
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)					Específica (MJ/m²)
3.97	4.60	2.95	18.26					463.68

QUARTO 4

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)	
Cama casal conv.	1	madeira		35	35	18	630	
Colchão	1	Mola, tecido		30	30	23	690	
Travesseiro	2	Espuma, tecido		1	2	18	36	
Poltrona	1	Aço, espuma, tecido		10	10	19	190	
Coqueta	1	Madeira		15	15	18	270	
Cadeira	1	Madeira, Tecido		5	5	18	90	
Cômoda	1	Madeira		25	25	18	450	
Criado-mudo	2	Madeira		3	6	18	108	
Cômoda	1	Madeira		20	20	18	360	
Movel	1	Madeira		4	4	18	72	
Janelas	2	Madeira		4	8	18	144	
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	18	144	
Piso	1	madeira	4,32x5,45	188.3	188.3	18	3389.4	
Guarda roupa	1	Madeira	3,52x0,6H2,95	180	180	18	3240	
Roupas						0	0	
						Total	9813.4	
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio	
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)					Específica (MJ/m²)
4.32	5.45	2.95	23.54					416.81

ESCRITORIO/SALA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)	
Escritório	1	madeira		35	35	18	630	
Cadeira	3	Madeira, tecido		4	12	18	216	
Biblioteca	1	Madeira		170	170	18	3060	
Sofa de 3 lugares	1	Madeira, Espuma, tecido		20	20	19	380	
Poltrona	2	Madeira, Espuma, tecido		8	16	19	304	
Poltrona	1	Madeira, Espuma, tecido		15	15	19	285	
Tapete	1	Tecido		15	15	23	345	
Mesa de centro	1	Madeira		30	30	18	540	
Mesa lateral	5	Madeira		7	35	18	630	
Móveis	3	Madeira		3	9	18	162	
Mesa de sinuca	1	Madeira		90	90	18	1620	
Janelas	2	Madeira		4	8	18	144	
Quadros	9	Madeira, lienzos		1	9	18	162	
Tapete	1	Tecido		5	5	23	115	
Forro	1	Madeira	8,47x10,50	711.5	711.5	18	12807	
Livros	294	Papel		0.4	117.6	17	1999.2	
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	10	10	18	180	
						Total	23579.2	
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio	
Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)					Específica (MJ/m²)
8.47	10.50	2.95	88.94					265.13

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						180
Fogão	1						28
Forno micro-ondas	2						20
Balcão	1	MDP		1	80	18	1440
Armário de parede	1	MDP		1	60	18	1080
						Total	2748
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio Específica (MJ/m²)
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	
			2.98	3.00	2.95	8.94	
		Circulação	1.00	7.00	2.95	7.00	307.38

Carga de incêndio (MJ/kg)	94338.00
Área (m²)	273.73
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	344.64

RESUMO DAS CARGAS DE INCÊNDIO

CLASSE POPULAR				CLASSE ALTA				CLASSE LUXO			
No. DOMICÍLIO	ÁREA ÚTIL (m ²)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA (MJ/m ²)	No. DOMICÍLIO	ÁREA ÚTIL (m ²)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA (MJ/m ²)	No. DOMICÍLIO	ÁREA ÚTIL (m ²)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA (MJ/m ²)
8	37.64	15504.10	411.90	2	73.83	33973.40	460.19	1	97.58	33192.00	340.15
9	36.33	11592.50	319.05	3	51.38	15838.10	308.25	14	69.51	33413.80	480.71
10	36.33	13270.00	365.21	4	66.29	20106.60	303.31	15	273.73	94338.00	344.64
11	36.33	15557.50	428.17	5	44.24	14482.00	327.35				
12	36.33	10713.80	294.86	6	56.06	16674.00	297.43				
13	36.33	17631.80	485.26	7	53.73	11441.50	212.94				
		CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA MÉDIA (MJ/m²)	384.08			CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA MÉDIA (MJ/m²)	318.25			CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA MÉDIA (MJ/m²)	388.50

Casa 004 - Informações Visuais

SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		46	46	18	828
Sofá 2 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		31.5	31.5	18	567
Almofadas	3	Tecidos		1	3	18	54
Rack de TV	1	MDP		41	41	18	738
Televisor	1		21"	1	1	30	30
Cortinas	1	Tecidos		5	5	17	85
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,90	25	25	19	475
Piso	1	Madeira	3,25 x 3,00	58	58	19	1102
						Total	3879
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
			3.25	3.00	2.75	9.75	397.85

SALA DE JANTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Mesa	1	Aço, vidro			0	0	0
Cadeiras	4	Aço, Madeira, tecido		1	4	18	72
Estante	1	MDP		19	19	18	342
Piso	1	Madeira	3,25 x 3,20	61.8	61.8	19	1174.2
						Total	1588.2
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
			3.25	3.20	2.75	10.40	152.71

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal conv.	1	Madeira		35	35	19	665
Colchão	1	Mola, tecido		20	20	23	460
Travesseiros	2	Espuma, Tecido		2	4	18	72
Cortinas	1	Tecido		5	5	17	85
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	Madeira laminada	2,94 x 3,87	67	67	19	1273
CLOSET	1	MDP		85	85	18	1530
Roupas					0		0
						Total	4237
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
			3.87	2.94	2.75	11.38	372.39

QUARTO 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Beliche	1	Madeira		65.3	65.3	18	1175.4
Colchão	2	Espuma, tecido		14	28	23	644
Travesseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18
Criado-mudo	1	MDP		6	6	18	108
Cortinas	1	Tecido		0.5	0.5	18	9
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	Madeira laminada	2,71 x 2,95	48	48	19	912
CLOSET	1	MDP		65.5	65.5	18	1179
Roupas					0		0
						Total	4197.4
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
			Largura (m)	Comprim (m)	Altura (m)	Área (m²)	Específica (MJ/m²)
			2.95	2.71	2.75	7.99	525.04

QUARTO 2

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal box.	1	Madeira. Tecido		25	25	18	450
Colchão	1	Mola, tecido		28.6	28.6	23	657.8
Travesseiro	2	Espuma, tecido		1	2	18	36
Mesa	1	MDF		20	20	18	360
Notebook	1			1	1	8	8
Cadeira	1	Aço, tecido		1	1	18	18
Cortinas	1	Tecido		4	4	17	68
Piso	1	Madeira	2,61 x 3,40	53	53	19	1007
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Guarda roupa	1	Madeira		65.5	65.5	18	1179
Roupas					0		0
Total							3935.8
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m ²)	
2.61		3.40		2.70		8.87	
							443.52

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						120
Fogão	1						28
Moveis da cozinha	1	MDP		54.3	54.3	18	977.4
Porta	1	Madeira	1,85 x 2,35	10	10	19	190
Total							1315.4
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m ²)	
2.30		2.73		2.75		6.28	
							209.49

DEPENDÊNCIA DE EMPREGADA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Piso	1	Madeira	1,85 x 2,35	28.8	28.8	19	547.2
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	10	10	19	190
Tábua de passar	1	Metal, Madeira, tecido		2	2	18	36
Roupas							
Total							773.2
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m ²)	
1.85		2.35		2.75		4.35	
							177.85

ÁREA DE SERVIÇO

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Maquina de lavar	1						80
Total							80
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m ²)	
1.25		3.65		2.75		4.56	
Circulação		0.87		3.11		2.71	
							17.53

Carga de incêndio (MJ/kg)	20006.00
Área (m ²)	66.29
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	301.79

CASA 006 - Informações Visuais
SALA DE ESTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Sofá 3 lugares	1	Madeira, espuma, couro		46	46	18	828
Sofá de 2 lugares	1	Madeira, espuma, tecido		31.5	31.5	18	567
Mesa central	1	MDP		10	10	18	180
Rack de TV	1	MDP		41	41	18	738
Televisor	1		42"	1	1	30	30
Estante	1	Madeira		19	19	19	361
Cortinas	1	Tecidos		0.5	0.5	18	9
Carpete	1	Tecido, nylon	1.5x2.0	7	7	23	161
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,90	25	25	19	475
Janelas		Vidro	3,10 x 2,65		0		0
						Total	3349
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m ²)	Específica (MJ/m ²)
3.85		3.95		2.72		15.21	220.22

SALA DE JANTAR

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Mesa	1	Madeira (MDF), Vidro		14	14	18	252
Cadeiras	4	Madeira, espuma, tecido		4	16	18	288
						Total	540
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m ²)	Específica (MJ/m ²)
1.58		2.70		2.72		4.27	126.58

SUITE/ QUARTO PRINCIPAL

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Cama casal box	1	Madeira, tecido		25	25	19	475
Colchão	1	Mola, tecido		28.6	28.6	23	657.8
Travesseiros	2	Espuma, tecido		1	2	18	36
Tv	1		21"	1	1	30	30
Guarda-roupa	1	MDP		85	85	18	1530
Comoda	1	MDP		17	17	18	306
Cortinas	1	Tecido,		0.5	0.5	18	9
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Piso	1	Madeira	3,37x3,91	78	78	19	1482
Roupas					0		0
						Total	4677.8
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m ²)	Específica (MJ/m ²)
3.37		3.91		2.74		13.18	355.01

QUARTO 1

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Beliche	1	MDP		65.3	65.3	18	1175.4
Colchão	1	Espuma, tecido		14	14	23	322
Travesseiro	1	Espuma, tecido		1	1	18	18
Tv	1		22"	1	1	30	30
Cortinas	1	Tecido,		0.5	0.5	18	9
Porta	1	Madeira	2,10 x 0,80	8	8	19	152
Escrivãzinha	1	MDP		20	20	18	360
Computador	1			5	5	30	150
CLOSET	1	MDP		65.5	65.5	18	1179
Roupas					0		0
						Total	3395.4
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m ²)	Específica (MJ/m ²)
2.60		3.35		2.74		8.71	389.83

COZINHA

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Geladeira	1						180
Fogão	1						28
Forno micro-ondas	1						10
Balcão	1	MDP		1	100	18	1800
Armário de parede	1	MDP		1	120	18	2160
Coifa	3	Aço, Plástico		1	1	10	10
						Total	4188
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	
2.14		2.72		2.65		5.82	
							719.49

ÁREA DE SERVIÇO

MÓVEIS	QUANT	MATERIAL	DIMENSÕES	MASSA UNIT (kg)	MASSA TOTAL (kg)	PODER CALORÍFICO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ/kg)
Maquina de lavar	1						80
						Total	80
DIMENSÕES DO COMPARTIMENTO							Carga de incêndio
Largura (m)		Comprim (m)		Altura (m)		Área (m²)	
2.40		3.70		2.72		8.88	
							9.01

Carga de incêndio (MJ/kg)	16230.20
Área (m ²)	56.06
Carga de incêndio Específica (MJ/m²)	289.51

RESUMO DAS CARGAS DE INCÊNDIO - FORMULARIO A

NÍVEL ALTO			
No. DOMICÍLIO	ÁREA ÚTIL (m ²)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA (MJ/m ²)
4	66.29	20006.00	301.79
6	56.06	16230.20	289.51
CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA MÉDIA (MJ/m²)			295.65

NÍVEL ALTO (Formulário A)				NÍVEL ALTO (Formulário B)				DIFERENÇAS	
No. DOMICÍLIO	ÁREA ÚTIL (m ²)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA (MJ/m ²)	No. DOMICÍLIO	ÁREA ÚTIL (m ²)	CARGA DE INCÊNDIO (MJ)	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA (MJ/m ²)	Carga de Incêndio Específica (MJ/m ²)	Carga de Incêndio Específica (%)
4	66.29	20006.00	301.79	4	66.29	20106.60	303.31	1.52	-0.50
6	56.06	16230.20	289.51	6	56.06	16674.00	297.43	7.92	-2.66
CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA MÉDIA (MJ/m²)			295.65	CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA MÉDIA (MJ/m²)			300.37	4.72	-1.57