

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

LETÍCIA ZORZELA

**AVALIAÇÃO DA REAÇÃO AO FOGO DOS MATERIAIS DE REVESTIMENTO
UTILIZADOS NOS PRÉDIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**Alegrete
2015**

LETÍCIA ZORZELA

**AVALIAÇÃO DA REAÇÃO AO FOGO DOS MATERIAIS DE REVESTIMENTO
UTILIZADOS NOS PRÉDIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação Stricto sensu em Engenharia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia.

Orientador: Luis Eduardo Kostascki

**Alegrete
2015**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

z88a Zorzela, Letícia
AVALIAÇÃO DA REAÇÃO AO FOGO DOS
MATERIAIS DE REVESTIMENTO UTILIZADOS NOS
PRÉDIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
/ Letícia Zorzela.
167 p.

Dissertação(Mestrado) - Universidade Federal do
Pampa, MESTRADO EM ENGENHARIA, 2015.
"Orientação: Luis Eduardo Kosteski".

1. Reação ao fogo. 2. Materiais de revestimento. I.
Título

LETÍCIA ZORZELA

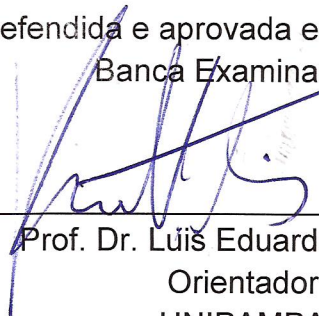
**AVALIAÇÃO DA REAÇÃO AO FOGO DOS MATERIAIS DE REVESTIMENTO
UTILIZADOS NOS PRÉDIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Engenharia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia.

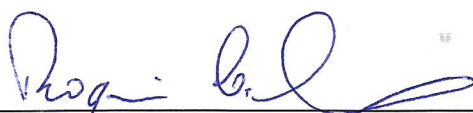
Área de concentração: Tecnologia dos Materiais.

Dissertação defendida e aprovada em: 28 de agosto de 2015.

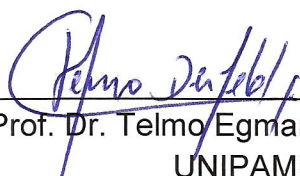
Banca Examinadora.



Prof. Dr. Luís Eduardo Kostas
Orientador
UNIPAMPA



Prof. Dr. Rogerio Cattelan Antochaves de Lima
UFSM



Prof. Dr. Telmo Egmar Camilo Deifeld
UNIPAMPA



Prof. Dr. Ederli Marangon
UNIPAMPA

Dedico este trabalho, com muito carinho e gratidão, ao meu pai David (in memoriam), à minha mãe querida Terezinha, aos meus tesouros Lucas e Pedro e ao meu esposo Jonas.

AGRADECIMENTOS

Primeiro agradeço a Deus pela vida, pela luz que guia minhas escolhas e por ter colocado pessoas tão especiais em meu caminho.

Agradeço à minha mãe Terezinha pelo amor incondicional. A você Jonas, companheiro no amor, na vida e nos sonhos obrigada pelo incentivo em iniciar esta jornada, sem a sua insistência não estaria aqui hoje. Aos anjos que enchem minha vida de alegria. Lucas e Pedro sou grata pela compreensão de suportar a minha ausência, falta de carinho e atenção para realização deste trabalho. À minha irmã Daniela, agradeço pelo exemplo de perseverança, e mais ainda pela compreensão do sacrifício do tempo de convívio. Vocês são o maior presente que Deus poderia ter me dado nesta vida.

Às minhas amigas Sabrina, Ana Lucia e Cristiane que, mesmo à distância, sempre torceram por mim e me serviram de exemplo nos momentos mais difíceis desta caminhada, o meu muito obrigada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luis Eduardo Kostaski agradeço por ter me acolhido num tempo difícil e acreditado no meu trabalho. Obrigada pelo precioso tempo dedicado, pela amizade e pelos conhecimentos repassados durante esse tempo de convivência. O meu agradecimento especial à sua esposa Luciana, pelo carinho, por ter lido este trabalho e auxiliado na revisão ortográfica.

Agradeço aos colegas da Coordenadoria de Obras que sempre estiveram dispostos a auxiliar e aconselhar. Em especial ao colega Cedenir pela ideia do tema desta dissertação, ao Vinícius pela troca de informações e dúvidas, ao Tiago Morais pelo incentivo e apoio para conclusão do mestrado e à colega Sandra pelos bons conselhos que não me deixaram desistir pelo caminho. Também agradeço ao Prof. Alisson Simonetti Milani pelo tempo dedicado, conhecimentos e dúvidas compartilhadas que foram valiosos para conclusão deste trabalho.

Aos servidores técnicos Marcelo e Raquel, responsáveis pelo Laboratório de Materiais de Construção Civil, que suportaram as temperaturas extremas do laboratório em pleno verão para me auxiliarem na produção das amostras.

Ao Prof. André Lübeck e à Prof.^a Vanessa Rabelo Dutra sou grata pelo reconhecimento do meu empenho e a oportunidade de concluir o mestrado.

Meus respeitosos agradecimentos pela contribuição da banca do exame de qualificação e pela participação dos membros da banca examinadora da defesa.

A todos os demais professores e técnicos da instituição pelo auxílio e presteza.

Aos técnicos e responsáveis pelo Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões (LSFEx) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo pela receptividade na visita às suas dependências e especial atenção dispensada para sanar inúmeros questionamentos que surgiram no decorrer deste trabalho, obrigada.

Este trabalho não teria sido finalizado se eu não tivesse contado com o apoio e a torcida de vários parentes, amigos e colegas, professores, aos quais sou muito grata.

É preciso não esquecer nada:
nem a torneira aberta nem o fogo aceso,
nem o sorriso para os infelizes
nem a oração de cada instante.

(Cecília Meireles)

A mente não é uma vasilha para ser enchida,
mas um fogo para ser acendido.

(Plutarco)

RESUMO

A reação ao fogo dos materiais empregados nas edificações representa fator de extrema importância durante o desenvolvimento do incêndio, devido à forma e à magnitude com que o material libera calor. A Lei Complementar 14.376/2013 do Estado do Rio Grande do Sul, chamada Lei Kiss, foi criada após a tragédia ocorrida na cidade de Santa Maria/RS, onde morreram 242 jovens em decorrência de um incêndio. Esta Lei impõe novas regras para o Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio das edificações novas e antigas no RS. Os prédios devem cumprir medidas de segurança indicadas na Lei e regulamentadas pela IN 001.1/2014 do Corpo de Bombeiros do RS, entre elas o Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento que é objeto deste estudo. Neste trabalho são avaliados alguns materiais de revestimento existentes nos prédios dos dez campi da UNIPAMPA, para classificação quanto à reação ao fogo, de acordo com o controle de materiais de acabamento e revestimento. Com isso, foram estudados dois tipos de piso de madeira (taco e parquet) e o piso melamínico de alta pressão, bem como, dois tipos de revestimento de paredes (divisória leve e espuma acústica). Todos os pisos estudados atingiram a classe mínima exigida pela legislação para ambientes Educacionais e de Serviços Profissionais. Também foi pesquisado, no mercado regional e nacional, produtos com propriedades ignífugas que melhorem o desempenho de paredes de divisória leve, de forma que se enquadre no mínimo na classe III-A, que é o limite exigido pela Lei em ambientes tipo E e D para paredes. Dos cinco produtos encontrados, quatro não atingiram o objetivo de melhorar o desempenho da divisória leve frente ao fogo. Com o conhecimento adquirido durante a pesquisa, também foi feito um estudo de necessidades e elaborado um projeto arquitetônico básico para o laboratório de segurança e combate a incêndio.

Palavras-chave: Lei Kiss, materiais de revestimentos, controle de materiais, reação ao fogo, medidas de segurança.

ABSTRACT

The reaction to fire of the materials used in buildings is extremely important factor for the development of fire due to the shape and magnitude with which the material releases heat. Complementary Law 14.376/2013 of Rio Grande do Sul state, called Law Kiss, was created after the tragedy in the city of Santa Maria/RS, where 242 died young as a result of a fire. This law imposes new rules for the Prevention and Protection Plan Fire of new and old buildings in the RS. The buildings must comply with safety precautions listed in the Act and regulated by IN 001.1/2014 RS Fire Department, including the Finishing Materials Control and coating which is the subject of this study. This work evaluated some existing coating materials in the buildings of the ten campuses of UNIPAMPA for classification as the reaction to fire, according to the control of finishing and coating materials. Therefore, it was studied two types of wooden flooring (hardwood and parquet) and the high-pressure melamine floor as well as two types of walls (partition and lightweight acoustic foam). All study levels reached the minimum class required by law for Educational and Professional Services environments. It was also researched in the regional and national market, products with flame retardant properties that improve the light partition walls of performance, so that fits at least in III-A class, which is the limit required by the Law on E and D environments types for walls. Of the five products found four have not achieved the goal of improving the performance of the light front of the fire partition. With the knowledge gained during the research, it was also made a study of needs and projected the basic architectural design for the laboratory safety and fire fighting.

Keywords: Kiss Law, coating materials, materials control, reaction to fire, safety measures

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Incêndio Boate Kiss (2013).....	28
Figura 2 - Curva do perfil de fluxo de calor (kW/m ²).....	43
Figura 3 - Aparato de ensaio de reação ao fogo em pisos.....	44
Figura 4 - Aparato de ensaio de propagação superficial de chama: vista lateral com a amostra em chama (a); vista frontal do painel radiante incandescente(b).	45
Figura 5 - Câmara de densidade de fumaça NBS (a); detalhe de suporte da amostra (b).....	47
Figura 6 - Equipamento de ensaio de ignitabilidade (a); amostra durante ensaio de ignitabilidade de superfície (b).....	49
Figura 7 - Equipamento de ensaio de incombustibilidade (a); detalhe da introdução da amostra (b).....	50
Figura 8 - Vista geral do equipamento de ensaio SBI (a); vista interna do aparato em funcionamento (b).	52
Figura 9 - Revestimento cerâmico instalado no piso do patamar e pedra natural instalada nos degraus da escada.....	56
Figura 10 - Etapas de instalação do piso de madeira em taco: assentamento (a); lixamento (b); acabamento em cera (c).....	57
Figura 11 - Piso de madeira em parquet: disposição das lamelas de madeira (a); colagem das placas (b).	58
Figura 12 - Piso melamínico da alta pressão instalado.	58
Figura 13 - Piso vinílico.	59
Figura 14 - Parede (a) e forro (b) de gesso acartonado.	62
Figura 15 - Divisória Leve.....	63
Figura 16 - Lambri de madeira	64
Figura 17 - Divisória de placa cimentícia.....	65
Figura 18 - Sarrafos de sustentação do forro de PVC (a); sala com forro de PVC (b).	66
Figura 19 - Espuma acústica cinza (a) e espuma acústica preta (b).....	66
Figura 20 - Sequência de preparação das amostras de piso de madeira em taco. Montagem (a); corte (b); aplicação de cera em pasta (c); amostras de 230 mm x 1050 mm (d); amostras 90 mm x 250 mm (e); 76 mm x 76 mm (f).	72

Figura 21 - Sequência de fabricação das amostras do piso de madeira em parquet. Piso em parquet (a); colagem (b); lixas utilizadas (c); lixamento (d); corte (e); vista frontal e lateral da amostra (f).....	74
Figura 22 - Preparação das amostras de piso melamínico de alta pressão. Queimação (a); material após a colagem (b); corte (c); amostra de 90 mm x 250 mm (d); amostra de 230 mm x 1050 mm (e); amostras de 76 mm x 76 mm (f).....	76
Figura 23 - Preparação das amostras de divisória leve. Corte (a); amostra cortada no sentido longitudinal (b).....	77
Figura 24 - Pintura com verniz antichama MARCA A (base água).....	80
Figura 25 - Desprendimento da tinta antichama da MARCA A a base de água.....	80
Figura 26 - Lixamento da divisória leve com lixa nº 120.....	81
Figura 27 - Aplicação da proteção da MARCA C nas divisórias leves: verniz retardante de chama (a); selador (b); pistola utilizada para pintura (c).....	82
Figura 28 - Análise comparativa pela Espectropia da região do infravermelho entre Espuma Cinza e Espuma Preta.....	84
Figura 29 - Teste com espuma cinza (tempo em segundos).....	85
Figura 30 - Teste com espuma preta (tempo em segundos).....	85
Figura 31 - Amostras de espuma preta: 460 mm x 150 mm (a); 76 mm x 76 mm (b).	86
Figura 32 - Evolução da propagação média de chama para amostras de piso de madeira em taco sem e com aplicação de cera em pasta no ensaio de reação ao fogo em piso (NBR 8660, 2013).	90
Figura 33 - Amostras do piso de madeira em taco no ensaio de reação ao fogo em pisos: amostra instalada na gaveta do equipamento (a); início do ensaio (b).....	91
Figura 34 - Amostras do piso de madeira em taco no ensaio de ignitabilidade: de borda(a); de superfície (b).	91
Figura 35 - Gráfico comparativo das densidades ópticas específicas máximas sem correções e corrigidas para o piso de madeira em taco nas quatro situações ensaiadas.	92
Figura 36 - Densidade óptica específica em função do tempo para piso de madeira em taco sem chama.....	94
Figura 37 - Densidade óptica específica em função do tempo para piso de madeira em taco com chama: ensaio completo (a); detalhe do começo do ensaio (b).	95

Figura 38 - Ensaio de determinação da densidade óptica da fumaça do piso de madeira em taco sem chama (a), e com chama (b).	96
Figura 39 - Evolução da propagação de chama média para amostras de piso de madeira em parquet sem e com cera no ensaio de reação ao fogo em pisos.	98
Figura 40 - Amostras do piso de madeira em parquet no ensaio de reação ao fogo em pisos: sem cera (a); com cera (b).	98
Figura 41 - Ensaio de reação ao fogo: piso de madeira em parquet após ensaio (a); após resfriamento (b)	99
Figura 42 - Amostra do piso de madeira em parquet no ensaio de ignitabilidade: de borda (a); de superfície (b).	100
Figura 43 - Gráfico comparativo das densidades ópticas específicas máximas sem correções e corrigidas para o piso de madeira em parquet nas quatro situações ensaiadas.	101
Figura 44 - Densidade óptica específica em função do tempo para piso de madeira em parquet sem chama.	102
Figura 45 - Densidade óptica específica em função do tempo para piso de madeira em parquet com chama.	102
Figura 46 - Amostra de piso melamínico de alta pressão no ensaio de reação ao fogo em piso.	104
Figura 47 - Amostra de piso melamínico de alta pressão no ensaio de ignitabilidade com aplicação do queimador na borda (a) e na superfície(b).	105
Figura 48 - Densidade óptica específica em função do tempo para piso melamínico de alta pressão.	106
Figura 49 - Amostra de piso melamínico de alta pressão no ensaio de determinação óptica da fumaça sem chama antes do ensaio (a) e após o ensaio (b).	107
Figura 50 - Amostra de divisória leve no ensaio de propagação superficial de chama: antes do ensaio (a); durante o ensaio (b); no final do ensaio(c).	109
Figura 51 - Gráfico comparativo das densidades ópticas específicas máximas sem correções e corrigidas para a divisória leve nas quatro situações ensaiadas.	110
Figura 52 - Densidade óptica específica em função do tempo para divisória leve sem chama.	111
Figura 53 - Densidade óptica específica em função do tempo para divisória leve com chama.	111

Figura 54 - Amostra de espuma acústica no ensaio de propagação superficial de chama: antes do ensaio (a); durante o ensaio (b); após o ensaio (c).	114
Figura 55 - Densidade óptica específica em função do tempo para espuma acústica.	115
Figura 56 - Amostra de espuma preta do ensaio de determinação óptica da fumaça: antes do ensaio (a); após o ensaio (b).....	115
Figura 57 - Localização dos laboratórios contatados para realização de ensaios de reação ao fogo até fevereiro de 2015.	144
Figura 58 - Gráfico do valor dos equipamentos para montagem do laboratório de segurança e combate a incêndio	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das edificações quanto à altura.....	34
Tabela 2 - Normatização das Medidas de Segurança Contra Incêndio.	35
Tabela 3 - Edificações novas do grupo E com área superior a 750 m ² ou altura superior a 12,00 m.	37
Tabela 4 - Classe dos materiais a serem utilizados considerando o grupo/divisão da ocupação/uso em função da finalidade do material.	39
Tabela 5 - Classificação da camada de acabamento incluindo todas as camadas sucessivas que podem interferir no comportamento de reação ao fogo da face superior do piso.....	40
Tabela 6 - Classificação dos materiais de revestimento exceto de piso.	41
Tabela 7 - Revestimento de piso nos prédios da UNIPAMPA.....	54
Tabela 8 - Revestimento de parede/teto nos prédios da UNIPAMPA.	55
Tabela 9 - Resistência ao fogo para alvenarias com revestimento.	60
Tabela 10 - Materiais de revestimento encontrados na UNIPAMPA.	68
Tabela 11 - Materiais a serem ensaiados quanto à reação ao fogo e os métodos utilizados para cada um deles.	71
Tabela 12 - Produtos com propriedades ignífugas.....	79
Tabela 13 - Aplicação de pintura antichama MARCA A a base de água	79
Tabela 14 - Aplicação do verniz retardante de chama e selador da MARCA C.	82
Tabela 15 - Resumo dos materiais enviados para os ensaios de classificação quanto à reação ao fogo de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP com a descrição da quantidade e a dimensão.	87
Tabela 16 - Resultados médios do ensaio de propagação superficial de chama (NBR 9442, 1988) para divisória leve sem pintura e com pintura retardante de chama da MARCA C.....	108
Tabela 17 - Resumo dos resultados dos materiais ensaiados para classificação quanto à reação ao fogo.	117
Tabela A- 1 - Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação. .	131
Tabela A- 2 - Exigências para edificações novas com área menor ou igual a 750 m ² e altura inferior ou igual a 12 m.....	136
Tabela A- 3 - Exigências para edificações existentes com área menor ou igual a 750 m ² e altura inferior ou igual a 12,00 m.....	137

Tabela A- 4 - Exigências para edificações existentes com área maior a 750m ² e altura superior a 12,00 m.....	138
Tabela A- 5 - Medidas de segurança, prevenção e proteção contra incêndio exigidas para edificações tombadas.....	140
Tabela A- 6 - Classificação dos materiais especiais que não podem ser caracterizados através da NBR 9442 exceto revestimento de piso.....	141
Tabela B- 1 - Custos dos equipamentos de ensaio para montagem do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio.	149
Tabela B- 2- Análise comparativa dos custos do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio.....	151

LISTA DE ABREVIATURAS

n. - número

p. - página

v. - volume

LISTA DE SIGLAS

ABCERAM - Associação Brasileira de Cerâmica

ABCP - Associação Brasileira De Cimento Portland

ABICHAMA - Associação Brasileira da Indústria de Retardantes de Chama

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASTM - American Society for Testing and Materials

CBMRS - Corpo de Bombeiros do Estado do Rio Grande do Sul

CB PMESP - Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo

CB/PMPS - Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná

CMAR - Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento

DAT - Diretoria de Atividades Técnicas

EUA - Estados Unidos

IN - Instrução Normativa

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

ISO - International Organization for Standardization

IT - Instrução Técnica

LC - Lei Complementar

NBR - Norma Brasileira

NFPA - National Fire Protection Association

NPT - Norma de Procedimento Técnico

PrPCI - Projeto de Prevenção e Proteção Contra Incêndio

PMAP - Piso Melamínico Alta Pressão

PPCI - Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio

PVA - Acetato de Polivinila

PVC - Policloreto de Vinila

RS - Rio Grande do Sul

RT CBMRS - Resolução Técnica do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul

SBI - Single Burning Item

TRRF - Tempo Requerido de Resistência ao Fogo

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNIPAMPA - Universidade Federal do Pampa

UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos

UBC - Uniform Building Code Standard

LISTA DE SÍMBOLOS

CHC - Fluxo crítico médio de energia radiante.

Dm - Densidade específica óptica máxima de fumaça corrigida.

Ds - Densidade específica óptica máxima de fumaça.

FIGRA - Índice da taxa de desenvolvimento de calor.

FS - Tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado.

Ip - Índice de propagação superficial de chama.

LFS - Propagação lateral da chama.

Pc - Fator de propagação de chama

Q - Fator de evolução do calor

tf - Tempo de flamejamento do corpo de prova.

ΔT - Variação da temperatura no interior do forno.

Δm - Variação da massa do corpo de prova.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	27
1.1 Objetivos.....	31
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	33
2.1 Classificação das Edificações para o Estado do Rio Grande do Sul.....	33
2.2 Classificação de Materiais de Acabamento e Revestimento de Acordo com as Normas Nacionais e Internacionais.....	38
2.3 Métodos de Ensaio	41
3 PROGRAMA EXPERIMENTAL PRELIMINAR: LEVANTAMENTO DOS MATERIAIS DE REVESTIMENTO EXISTENTES NA UNIPAMPA	53
3.1 Cerâmicas e Pedras Naturais.....	55
3.2 Piso de Madeira em Taco	56
3.3 Piso de Madeira em Parquet	57
3.4 Piso Melamínico de Alta Pressão	58
3.5 Pisos Vinílicos.....	59
3.6 Carpete.....	59
3.7 Parede de Alvenaria e Laje de Concreto com Revestimento Argamassado	60
3.8 Parede e Forro em Chapa de Gesso Acartonado.....	61
3.9 Divisória Leve.....	62
3.10 Divisória e Forro de Madeira.....	63
3.11 Placa Cimentícia	64
3.12 Forro de PVC.....	65
3.13 Espuma Acústica	66
4 PROGRAMA EXPERIMENTAL: SELEÇÃO E PREPARAÇÃO DOS MATERIAIS DE REVESTIMENTO	67
4.1 Seleção dos Materiais.....	67
4.2 Ensaios	69

4.3	Preparação das Amostras	71
4.4	Resumo das Amostras.....	86
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	89
5.1	Piso de Madeira em Taco.....	89
5.2	Piso de Madeira em Parquet.....	97
5.3	Piso Melamínico de Alta Pressão.....	103
5.4	Divisória Leve	107
5.5	Espuma Acústica Preta.....	113
5.6	Resumo dos Resultados.....	116
5.7	Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio (LASCI)	117
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
6.1	Conclusões	119
6.2	Trabalhos Futuros	122
	REFERÊNCIAS	125
	ANEXO A - TABELAS	131
	ANEXO B – PROJETO DO LABORATÓRIO DE SEGURANÇA E COMBATE A INCÊNDIO (LASCI)	143
B.1	Laboratórios Existentes	143
B.2	Estudo de Necessidades para Projeto do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio.....	145
B.3	Projeto Arquitetônico Básico do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio.....	151

1 INTRODUÇÃO

O domínio do fogo foi um grande marco da civilização, assim o homem pôde aquecer, cozer alimentos, fundir metal para fabricação de instrumentos que tornaram possível o desenvolvimento do presente. Contudo, o mesmo fogo que tanto constrói, pode destruir muito (CAMILLO JR, 2008).

Como citado em Gomes (1998), a falha no controle do fogo fez surgir o incêndio, assim o homem constatou que os benefícios que o fogo lhe proporcionava eram anulados, despertando a convicção que deveria apagá-lo antes que causasse grandes estragos. Nasceu, assim, a necessidade de combater o fogo.

O controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos, no processo produtivo do edifício, está associado à limitação do crescimento do incêndio, à limitação da propagação do incêndio, à evacuação segura do edifício e à precaução contra a propagação do incêndio entre edifícios (MITIDIARI, 1998).

Moreira (2002) afirmou que durante o desenvolvimento do incêndio, a reação ao fogo dos materiais construtivos é de extrema importância, devido à forma e à magnitude com que o material libera calor. Em função disso é que ocorrem o odor, a fumaça, a necessidade ou não da solicitação de socorro aos bombeiros e os demais procedimentos para a extinção do incêndio, tendo papel fundamental no salvamento de pessoas e bens.

A inalação de fumaça é a principal causa de mortes por incêndio, segundo dados da National Fire Protection Association (NFPA). Um estudo publicado pela NFPA mostra que das 29.440 vítimas fatais devido a incêndios nos EUA de 1999 a 2007, 51% das mortes ocorreram por inalação de fumaça, 25% pelas queimaduras, 22% por ambas as causas e o restante por outras causas (HALL JR, 2011).

No Brasil, um dos casos de maior destaque nestes últimos anos foi o incêndio na Boate Kiss, na cidade de Santa Maria/RS em janeiro de 2013 (Figura 1). Nesta tragédia morreram 242 jovens, a maioria por asfixia devido à inalação de fumaça tóxica que se despreendeu da do isolamento acústico após um artefato pirotécnico ser utilizado no show de música de acordo com o Inquérito Policial, sob o nº. 94/2013/150501 da Polícia Civil do Estado do Rio Grande do Sul. Mas este não foi

um caso isolado, no ano de 2001 em Belo Horizonte/MG, o incêndio da “Casa de Shows Canecão Mineiro” foi iniciado pelo uso de artefatos pirotécnicos no palco, as chamas se espalharam rapidamente pela estrutura de isolamento de plástico e isopor deixando 7 mortos e mais de 300 feridos (G1 MG, 2011).

Infelizmente, eventos muito semelhantes ocorreram nos últimos anos em diversos países. Em 20 de fevereiro 2003 nos Estados Unidos a boate “*The Station*” vitimou 100 pessoas, depois que um dispositivo de pirotecnia foi lançado, o fogo se espalhou rapidamente pelo teto e pelas paredes cobertas por espuma de isolamento acústico (NFPA, 2014). Em Buenos Aires, Argentina, ocorreu mais um caso parecido, a discoteca “*República Cromañón*” incendiou em 2004 quando 194 jovens morreram, quase todos por asfixia da fumaça liberada das paredes e teto (DRUPAL, 2004). Em 2008 na discoteca “*Shenzhen*” (China) e em 2009 na boate “*Lame Horse*” (Rússia) ocorreram incêndios devido a shows pirotécnicos mal planejados fazendo dezenas de vítimas fatais e centenas de feridos (ZH, 2013).

Figura 1 - Incêndio Boate Kiss (2013).



Fonte: <http://www.cmbh.mg.gov.br>. Acessado em 23/02/2015.

A tragédia em Santa Maria fez reacender as discussões sobre prevenção e combate a incêndios em todo País e resultou na aprovação, pela Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul, da Lei Complementar nº 14.376 em 26 de dezembro de 2013 que sofreu pequenas alterações posteriormente (Lei

Complementar nº 14.555 de 2 de julho de 2014 e Lei Complementar 14.690 de 16 de março de 2015). A Lei Kiss, como ficou conhecida, estabelece normas sobre Segurança, Prevenção e Proteção contra Incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul. A Lei citada é normatizada pelo Corpo de Bombeiros do Estado do Rio Grande do Sul (CBMRS) através da Instrução Normativa 001.1/2014 (IN 001.1/2014 CBMRS, 2014). Essa IN determina o uso de Resoluções Técnicas do CBMRS, NBRs, Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo até que o CBMRS publique as regulamentações estaduais. Primeiramente foi publicada a Resolução Técnica CBMRS nº 14/2014 (2014) para estabelecer os critérios para proteção contra incêndio em edificações e áreas de risco de incêndio por meio de extintores de incêndio portáteis e sobre rodas.

Além disso, em 19 de dezembro de 2014 foi publicada a Resolução Técnica CBMRS nº 05 – Parte 07/2014 (2014) que estabelece os critérios para apresentação do Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio das edificações e áreas de risco de incêndio existentes, históricas e tombadas. Esta legislação apresenta as medidas de segurança contra incêndio para as edificações existentes anteriormente à publicação da Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013 e suas alterações.

Nem todos os Estados brasileiros possuem legislações com regulamentações próprias para segurança e proteção contra incêndio, reportando-se às resoluções ou instruções técnicas de outros Estados. As regulamentações existentes determinam que, na ocorrência de incêndio, os materiais de acabamento e de revestimento empregados nas edificações restrinjam a propagação de fogo e o desenvolvimento de fumaça, como é citado na Instrução Técnica nº 10/2011 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (IT nº 10/2011 CB PMESP, 2011) e na Norma de Procedimento Técnico nº 10/2014 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná (NPT nº10/2014 CB/PMPR, 2014).

Além das legislações estaduais, vigora a NBR 15575 (2013), “Edificações habitacionais - Desempenho”, que estabelece os requisitos e critérios de desempenho aplicáveis às edificações habitacionais. Esse conjunto normativo, dividido em seis partes, aplica-se aos projetos de edificações habitacionais

unifamiliares e coletivas (multifamiliares), protocolados nos órgãos competentes a partir de 19 de julho de 2013.

Um dos critérios abordados por essa norma é a Segurança Contra Incêndio, que visa, primordialmente, à integridade física das pessoas seguida pela segurança patrimonial. Para isto, baseia-se na dificuldade do princípio de incêndio e sua propagação, o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) de elementos e componentes da construção, nas rotas de fuga, na propagação de fumaça, nos equipamentos de extinção e também a facilidade de acesso dos bombeiros para combater o incêndio. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2013), para evitar ou retardar a propagação das chamas, pesam, sobretudo, as características dos materiais empregados na construção, determinadas por meio de ensaios de “reação ao fogo”, que incluem ignitabilidade, incombustibilidade, densidade óptica de fumaça e outros. Procura-se determinar a facilidade de ignição dos materiais, a velocidade de propagação do fogo, a quantidade e as características do calor e da fumaça gerada que, a partir de certa densidade, dificultará e mesmo obstruirá a visão das pessoas em fuga.

Segundo Seito (2008) a reação ao fogo dos materiais contidos na edificação destaca-se como um dos principais fatores responsáveis pelo crescimento do fogo, pela propagação das chamas e pelo desenvolvimento de fumaça e gases tóxicos, contribuindo para que o incêndio atinja fases críticas gerando pânico e mortes. Portanto deve ser dispensada especial atenção quando da escolha de materiais destinados aos revestimentos e acabamentos de paredes, tetos e pisos, bem como daqueles incorporados aos elementos que compõem os sistemas construtivos. Isso possibilita selecioná-los conforme seu desempenho diante do fogo, prevenindo, assim, os riscos de ignição, crescimento e propagação do fogo e, conseqüentemente, aprimorando a salvaguarda da vida humana e dos bens.

A legislação referente ao Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento (CMAR) no Estado do Rio Grande do Sul é recente diante do mercado conservador da Construção Civil. O desafio é testar os materiais já utilizados e desenvolver novos materiais que cumpram as normas de incêndio e substituam com eficiência os materiais reprovados. Apesar da NBR 15575 (2013) vigorar apenas para projetos novos, a Lei Kiss, no seu Artigo 7º, faz exigências bem mais profundas levando suas regulamentações a praticamente todas as construções existentes,

ratificando a importância do estudo aprofundado das características diversificadas dos materiais utilizados na Construção Civil.

Art. 7.º As exigências de segurança previstas nesta Legislação aplicam-se às edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul, devendo ser observadas em especial, por ocasião:

I - da construção de uma edificação e área de risco de incêndio;

II - da reforma ou adequação de uma edificação existente;

III - da mudança de ocupação ou uso;

IV - da ampliação de área construída;

V - do aumento na altura da edificação;

VI - da regularização das edificações existentes ou áreas de risco de incêndio;

VII - do risco ou modificação da carga de incêndio;

VIII - da capacidade de lotação ou sua alteração.

(Lei Complementar 14.376/2013 do Estado do Rio Grande do Sul)

Contudo, os ensaios para classificar os materiais de acordo com o CMAR têm elevados custos. Um dos motivos prováveis deve ser a dificuldade de encontrar laboratórios capacitados para a realização dos ensaios e a correta classificação desses elementos construtivos.

Como grande parte das edificações no Estado, os prédios da UNIPAMPA também devem se adequar à nova legislação e, para tanto, é necessário conhecer a reação ao fogo dos materiais empregados em suas obras. Como instituição de ensino e pesquisa na área tecnológica, montar um laboratório nessa área possibilita o estudo detalhado dos materiais de acabamento e revestimento existentes na região, além da popularização desse tipo de ensaio, estendendo os benefícios além dos gradis da UNIPAMPA, atendendo à sociedade em geral.

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é pesquisar os principais materiais de revestimento empregados nos prédios da Universidade Federal do Pampa, selecionando os mais relevantes para classificá-los quanto à sua reação ao fogo. Dessa forma o acréscimo de conhecimentos na área possibilitaria projetar o laboratório, para realização de ensaios de reação ao fogo, fora dos grandes centros urbanos do País.

1.1.1 Objetivos Específicos:

- Pesquisar sobre a legislação em vigor para classificar os materiais de revestimento quanto à reação ao fogo.
- Realizar uma pesquisa no banco de dados da coordenadoria de obras da UNIPAMPA para descrever os diversos tipos de materiais de revestimento utilizados nas obras existentes dessa Instituição.
- Selecionar e realizar ensaios quanto à reação ao fogo para classificar os materiais de revestimento mais relevante de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP (2011).
- Verificar quais os ensaios necessários para classificar os materiais de revestimento quanto à reação ao fogo.
- Fazer uma revisão sobre a finalidade e procedimentos de cada ensaio de reação ao fogo, para materiais de revestimento, uma vez que os mesmos são pouco conhecidos pela comunidade científica nacional.
- Buscar laboratórios capacitados no Brasil para realizar esses ensaios.
- Pesquisar produtos com características ignífugas para aplicação em paredes de divisórias leves disponíveis no mercado regional e nacional.
- Elaborar um estudo de necessidades e um projeto arquitetônico básico para o Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Seito (2008), internacionalmente, a Segurança e Combate a Incêndio é encarada como uma ciência, portanto uma área de pesquisa, desenvolvimento e ensino. Já existe uma enorme atividade nessa área na Europa, nos EUA, no Japão e, em menor intensidade, mas em franca evolução, em outros países. Ele também expõe que já se tornou comum em países mais evoluídos nesse assunto exigir que todos os materiais, componentes, sistemas construtivos, equipamentos e utensílios usados nas edificações sejam analisados e testados do ponto de vista da Segurança e Combate a Incêndio.

No Rio Grande do Sul, a nova legislação sobre prevenção e combate a incêndio é muito abrangente visto que impõe normas desde o acesso à edificação, estrutura, sistemas hidráulicos e elétricos, métodos de extinção de incêndio, evacuação, até os materiais utilizados para revestimento e acabamento. Assim, esta pesquisa aproveita o último tema citado para estudar os materiais de revestimento utilizados na Universidade Federal do Pampa e para buscar classificá-los de acordo com as exigências atuais de segurança contra incêndio.

No entanto, são citados dois aspectos principais de carência no mercado brasileiro: falta conhecimento geral dos profissionais sobre as especificações de materiais de acabamento e de revestimento necessárias para garantir a segurança contra incêndio das edificações e, por outro lado, há ausência de produtos certificados por ensaios de desempenho ao fogo no mercado brasileiro - o que dificulta o acesso dos projetistas a eles (REVISTA EMERGÊNCIA, 2014)

2.1 Classificação das Edificações para o Estado do Rio Grande do Sul

A legislação em vigor no Estado do Rio Grande do Sul (LC 14.376/2013, 2013) determina que inicialmente seja especificado o tipo de ocupação ou uso da edificação e sua altura. A Lei classifica as edificações quanto à ocupação de A até M, como mostra a Tabela A- 1 do Anexo A que reproduz a Tabela 1 do Anexo A do Código Estadual Segurança Contra Incêndio (LC 14.376/2013, 2013). Nos grupos

estão divididas as edificações residenciais, comerciais, educacionais, etc. e subdivididas em diferentes tipos para cada grupo.

A altura da edificação pode ser classificada de I (Térrea) até VI (maior que 30 metros de altura). A altura é a medida em metros entre o ponto que caracteriza a saída ao nível da descarga, sob a projeção do paramento externo da parede da edificação, ao ponto mais alto do piso do último pavimento segundo o artigo 6º da LC 14376 (2013). A Tabela 1 apresenta a classificação completa quanto à altura da edificação.

Tabela 1 - Classificação das edificações quanto à altura.

Tipo	Altura
I	Térrea
II	$H \leq 6,00 \text{ m}$
III	$6,00 < H \leq 12,00 \text{ m}$
IV	$12,00 \text{ m} < H \leq 23,00 \text{ m}$
V	$23,00 \text{ m} < H \leq 30,00 \text{ m}$
VI	Acima de 30,00 m

Fonte: Lei Complementar 14.376/2013 RS, Anexo A, Tabela 2.

É importante citar que o artigo 21º da Lei Kiss (2013) determina que não são considerados na mensuração da altura: os subsolos destinados exclusivamente a estacionamento de veículos, vestiários, instalações sanitárias e áreas técnicas sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana; os pavimentos superiores destinados, exclusivamente, a áticos, casas de máquinas, barriletes, reservatórios de água e assemelhados; os mezaninos cuja área não ultrapasse 250 m² da área total do pavimento onde o mesmo está situado; e o pavimento superior da unidade duplex do último piso de edificação de uso residencial.

Em seguida, a mesma Lei, em seu Anexo B, determina os requisitos mínimos que cada edificação em especial deve atender. Para possibilitar a fiscalização pelos órgãos competentes, o CBMRS publicou a Instrução Normativa 001.1/2014 (2014) que regulamenta, através de Instruções Técnicas (IT) ou Normas Brasileiras (NBR), as medidas de segurança contra incêndio que cada prédio deve atender. Para cada medida de segurança existe uma instrução a ser seguida, como está descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Normatização das Medidas de Segurança Contra Incêndio.

Medidas de segurança	Normatização	Origem
Acesso de Viatura na Edificação	IT 06/2011	CB PMESP
Seg. Estrutural Contra Incêndio	IT 08/2011	CB PMESP
Compart. Horizontal e Vertical	IT 09/2011	CB PMESP
Controle de Materiais de Acabamento	IT 10/2011	CB PMESP
Saídas de Emergência	NBR 9077	ABNT
Plano de Emergência	NBR 15219	ABNT
Brigada de Incêndio	Treinamento de Prevenção e Combate a Incêndio (TPCI), conforme Resolução Técnica nº 014/CCB-DTPI/2009	CBMRS
Iluminação de Emergência	NBR 10898	ABNT
Deteção de Incêndio	NBRs 17240 e 11836	ABNT
Alarme de Incêndio	NBRs 17240 e 11836	ABNT
Sinalização de Emergência	NBRs 13434-1, 13434-2 e 13434-3	ABNT
Extintores	RT CBMRS nº 14/2014	CBMRS
Hidrantes e Mangotinhos	NBR 13714, 15514 (*) e 17505 (**)	ABNT
Chuveiros Automáticos	NBR 10897	ABNT
Controle de Fumaça	IT 15/2011	CB PMESP
Sist. de Prot. de Desc. Atm (SPAD)	NBR 5419	ABNT

Fonte: Adaptado da IN 001.1/2014 do CBMRS (2014).

(*) Apenas para os depósitos de gás liquefeito de petróleo (GLP);

(**) Apenas para os depósitos de líquidos inflamáveis e combustíveis.

A Lei Kiss (2013) ainda separa as edificações em dois grandes grupos, aquelas com áreas menor ou igual a 750 m² ou altura menor ou igual a 12 m e as edificações com área maior que 750 m² ou altura maior que 12 m. Além disso, com a publicação da Lei Complementar nº 14.555 de 2 de julho de 2014 que alterou detalhes da Lei Kiss (2013) houve a diferenciação entre as edificações novas e existentes. As primeiras devem seguir a Lei Complementar nº 14.376 de 26 de dezembro de 2013, enquanto que as existentes devem atender os requisitos mínimos descritos na Resolução Técnica CBMRS nº 05 – Parte 07/2014 (2014).

Para edificações novas menores que 750 m² são exigidas Medidas de Segurança contra Incêndio de acordo com a Tabela 5 Anexo B da Lei, reproduzida na Tabela A- 2 do Anexo A. De acordo com a legislação vigente no Estado do Rio Grande do Sul, o Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento (CMAR), seguindo a IT 10/2011 CB PMESP (2011), é obrigatório apenas para alguns casos específicos de edificações, como por exemplo: Serviço de Hospedagem; Local de Reunião de Público com lotação acima de 400 pessoas; Centro esportivo e de exibição; Local para refeição; Local de Reunião de Público para Arte Cênica e Auditório; Casas Noturnas; Hospital e Assemelhado, entre outros.

No entanto, edificações novas maiores que 750 m² a exigência do CMAR é dispensado apenas para ocupações ou usos muito específicos, como é o caso de Túneis.

A regulamentação para edificações existentes dispensa algumas medidas de segurança, para casos específicos, como mostram as Tabela A- 3 (edificações menores que 750 m²) e a Tabela A- 4 (edificações maiores que 750 m²) do Anexo A, que constam no Anexo A da RT CBMRS nº 05 – Parte 07/2014. Neste mesmo documento, a Tabela 3 especifica exigências para edificações tombadas e está apresentada na Tabela A- 5 do Anexo A deste trabalho.

O CMAR deve ser indicado no Projeto de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PrPCI) em planta baixa e nos cortes, que é parte integrante do Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PPCI).

Como Silva (2014) cita, no Brasil, a segurança contra incêndio é estadualizada, sendo normatizada por decretos ou leis que associam instruções ou resoluções técnicas. Exemplificando essa situação, o Estado do Rio Grande do Sul e o de Goiás, utilizam os mesmos padrões de São Paulo. Enquanto que, no Estado do Paraná o CMAR não é exigido nas edificações com área menor ou igual a 1.000 m² e altura menor ou igual a 9,0 m, salvo exceções descritas na Norma de Procedimento Técnico nº 10 outubro de 2014 do Corpo de Bombeiros do Paraná (NPT 010 CB/PMPR, 2014). No entanto, em Santa Catarina a legislação é diversa das anteriores, onde os materiais de acabamento e revestimento devem apresentar propriedades como: incombustível; não propagante; retardante; e antiderrapante (IN 018/DAT/CBMSC, 2014).

2.1.1 Modelo de Classificação

Para facilitar a compreensão da legislação vigente no Estado do Rio Grande do Sul será feita uma análise preliminar de uma edificação modelo.

Considerando um prédio novo, com 3 pavimentos e área total de 2.000 m² utilizado para fins educacionais. De acordo com a Tabela A- 1 do Anexo A, a edificação está enquadrada com Grupo E, Divisão E-1. A altura a ser considerado no Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PPCI) é de 7,70 m (medida do piso

da descarga até o piso do 3º pavimento), dessa forma o prédio fica classificado como Tipo - III. Como a área é superior a 750 m², utiliza-se a Tabela 3, onde são determinadas as medidas de segurança obrigatórias no Projeto de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PrPCI).

Tabela 3 - Edificações novas do grupo E com área superior a 750 m² ou altura superior a 12,00 m.

Grupo de ocupação	GRUPO E – EDUCACIONAL E CULTURAL					
Divisão	E-1, E-2, E-3, E-4, E-5 e E-6					
Medidas de Segurança contra Incêndio	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H≤6	6<H≤12	12<H≤23	23<H≤30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X	X	X	X	X	X
Seg. Estrutural	X	X	X	X	X	X
Compart. Vertical	-	-	-	X ¹	X ¹	X ²
Controle de Materiais de Acabamento	X	X	X	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X ³
Plano de Emergência	X	X	X	X	X	X
Brigada de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X
Deteção de Incêndio	-	-	-	X ⁵	X	X
Alarme de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Sin. de Emergência	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X
Hidrante/Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Controle de Fumaça	-	-	-	-	-	X ⁴

Fonte: Lei Complementar 14.376/2013 RS, Anexo B, Tabela 6E.

1 – A compartimentação vertical será considerada para as fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações;

2 – Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio e chuveiros automáticos, até 60 metros de altura, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações, sendo que para altura superior deve-se, adicionalmente, adotar as soluções contidas nas RTCBMRS pertinentes;

3 – Deve haver Elevador de Emergência para altura maior que 60 m;

4 – Acima de 60 metros de altura.

5- Nas áreas de apoio (biblioteca, laboratórios, escritórios, reprografia, casas máquinas, refeitórios etc.)

Dessa forma, o PPCI do exemplo em questão deverá conter, juntamente com os memoriais descritivos específicos do CBMRS, os requisitos citados a seguir, de acordo com as normatizações específicas para cada um deles:

- Acesso de Viatura na Edificação;
- Laudo de segurança estrutural contra incêndio;

- Especificação do controle de materiais de acabamento em planta e nos cortes;
- Saídas de Emergência;
- Plano de Emergência;
- Brigada de Incêndio;
- Iluminação de Emergência;
- Alarme de Incêndio;
- Sinalização de Emergência;
- Extintores; e
- Hidrante e Mangotinhos.

Então, nesse exemplo, deve ser feito o controle dos materiais de acabamento. Com isso, ocorre o início do levantamento dos materiais que podem ser empregados na edificação. Pelo fato da instituição estar localizada no extremo sul do país, é preciso buscar materiais que satisfazem o conforto térmico além da função estética. Isso porque o frio intenso, chegando a temperaturas negativas no inverno, faz com que se pense além da aparência do ambiente. Ainda, é necessário um material de revestimento versátil já que no verão as temperaturas chegam próximas dos 40°C.

Os revestimentos em madeira natural ou laminados são bons exemplos de materiais que tem bom isolamento térmico, além de proporcionar um ambiente mais agradável que a “frieza” dos revestimentos cerâmicos.

2.2 Classificação de Materiais de Acabamento e Revestimento de Acordo com as Normas Nacionais e Internacionais

Revestimento é ação ou efeito de revestir, ou ainda, camada de material, como argamassa, pedra etc., que se coloca sobre uma parede ou piso para consolidar ou apresentar melhor aspecto (WEISZFLOG, 2012). O conceito é usado para fazer referência à cobertura ou camada que permite decorar ou proteger uma superfície. Ainda, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2003), em seu Manual de Revestimentos, define que o revestimento argamassado pode ser entendido como a proteção de uma superfície porosa com uma ou mais camadas superpostas, com espessura normalmente uniforme, resultando em uma superfície apta a receber de maneira adequada uma decoração final. No entanto a Instrução

Técnica nº 10 de 2011 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (IT 10/2011 CB PMESP, 2011) define separadamente materiais de revestimentos e acabamentos:

- Revestimento é o material ou conjunto de materiais empregados nas superfícies dos elementos construtivos das edificações, tanto nos ambientes internos como nos externos, com finalidades de atribuir características estéticas, de conforto, de durabilidade etc. Incluem-se como material de revestimento os pisos, os forros e as proteções térmicas dos elementos estruturais.
- Acabamento é todo material ou conjunto de materiais utilizados como arremates entre elementos construtivos (rodapés, mata-juntas, golas, etc.).

A IT 10/2011 CB PMESP (2011) cita que o CMAR se destina a estabelecer padrões para o não surgimento de condições propícias do crescimento e da propagação de incêndios, bem como da geração de fumaça. A instrução técnica diferencia os materiais em razão da ocupação da edificação, bem como de acordo com a finalidade: piso; parede e divisória; teto e forro. A Tabela 4 apresenta as classes permitidas para cada caso.

Tabela 4 - Classe dos materiais a serem utilizados considerando o grupo/divisão da ocupação/uso em função da finalidade do material.

Grupo/ divisão (Tabela 1)	Finalidade do Material		
	Piso (Acabamento ¹ /Revestimento)	Parede e Divisória (Acabamento ² /Revestimento)	Teto e Forro (Acabamento /Revestimento)
A-3 ⁶ e Condomínios Residenciais ⁶	Classe I, II-A, III-A, IV-A ou V-A ⁸	Classe I, II-A, III-A ou IV- A ⁹	Classe I, II-A ou III-A ⁷
B, D, E, G, H, I-1, J-14 e J-2	Classe I, II-A, III-A ou IV-A	Classe I, II-A ou III-A ¹⁰	Classe I ou II-A
C, F5, I-2, I-3, J-3, J-4, I-1, M-2 ³ , e M-3	Classe I, II-A, III-A ou IV-A	Classe I ou II-A	Classe I ou II-A

Fonte: Instrução Técnica 10/2011 CB PMESP, Anexo B.

Notas:

1- Incluem-se aqui cordões, rodapés e arremates;

2- Excluem-se aqui portas, janelas, cordões e outros acabamentos decorativos com área inferior a 20% da parede onde estão aplicados;

3- Somente para líquidos e gases combustíveis e inflamáveis acondicionados;

4- Exceto edificação térrea;

5- Obrigatório para todo o grupo F, sendo que a divisão F-7, no que se refere a edificações com altura superior a 6 metros, será submetida à Comissão Técnica para definição das medidas de segurança contra incêndio;

6- Somente para edificações com altura superior a 12 metros;

7- Exceto para cozinhas que serão Classe I ou II-A;

8- Exceto para revestimentos que serão Classe I, II-A, III-A ou IV-A;

9- Exceto para revestimentos que serão Classe I, II-A ou III-A;

10- Exceto para revestimentos que serão Classe I ou II-A

A IT 10/2011 CB PMESP (2011), juntamente com a norma de Desempenho das Edificações Habitacionais (NBR 15575, 2013), traz a classificação dos materiais de acabamento para piso através da Tabela 5 e para parede e teto com a Tabela 6. No entanto, a NBR 15575 (2013) é mais completa para pisos, pois ela classifica os pisos até classe VI além de corrigir uma falha existente na classificação de parede e teto da IT 10/2011 CB PMESP (2011) em que não há diferença entre as classes IV e V.

Tabela 5 - Classificação da camada de acabamento incluindo todas as camadas sucessivas que podem interferir no comportamento de reação ao fogo da face superior do piso.

Classe	Método de Ensaio				
	ISO 1182	NBR 8660	ISO 11925-2	ASTM E662	
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ $\Delta m \leq 50\%$ $t_f \leq 10\text{s}$	-	-	-	
II	A	Combustível	Fluxo crítico $\geq 8,0\text{kW/m}^2$	FS ≤ 150 mm em 20s	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	Fluxo crítico $\geq 8,0\text{kW/m}^2$	FS ≤ 150 mm em 20 s	$D_m > 450$
III	A	Combustível	Fluxo crítico $\geq 4,5\text{kW/m}^2$	FS ≤ 150 mm em 20 s	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	Fluxo crítico $\geq 4,5\text{kW/m}^2$	FS ≤ 150 mm em 20 s	$D_m > 450$
IV	A	Combustível	Fluxo crítico $\geq 3,0\text{kW/m}^2$	FS ≤ 150 mm em 20 s	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	Fluxo crítico $\geq 3,0\text{kW/m}^2$	FS ≤ 150 mm em 20 s	$D_m > 450$
V	A	Combustível	Fluxo crítico $< 3,0\text{kW/m}^2$	FS ≤ 150 mm em 20 s	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	Fluxo crítico $< 3,0\text{kW/m}^2$	FS ≤ 150 mm em 20 s	$D_m > 450$
VI	Combustível	-	FS > 150 mm em 20 s		

Fonte: NBR 15575 – Parte 3, Tabela 4 (2013).

Notas:

Fluxo crítico– Fluxo de energia radiante necessário à manutenção da frente de chama no corpo de prova ou o fluxo crítico radiante após 30 min de ensaio.

FS – Tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado.

D_m – Densidade específica óptica máxima de fumaça.

ΔT – Variação da temperatura no interior do forno.

Δm – Variação da massa do corpo de prova.

t_f – Tempo de flamejamento do corpo de prova.

Tabela 6 - Classificação dos materiais de revestimento exceto de piso.

Classe	Método de Ensaio		
	ISO 1182	NBR 9442	ASTM E662
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ $\Delta m \leq 50\%$ $t_f \leq 10\text{s}$	-	-
II	A	Combustível $l_p \leq 25$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível $l_p \leq 25$	$D_m > 450$
III	A	Combustível $25 > l_p \leq 75$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível $25 > l_p \leq 75$	$D_m > 450$
IV	A	Combustível $75 > l_p \leq 150$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível $75 > l_p \leq 150$	$D_m > 450$
V	A	Combustível $150 > l_p \leq 400$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível $150 > l_p \leq 400$	$D_m > 450$
VI	Combustível	$l_p > 400$	-

Fonte: Instrução Técnica 10/2011 CB PMESP, Anexo A, Tabela A.2.

Notas:

l_p – Índice de propagação superficial de chama.

D_m – Densidade específica óptica máxima.

ΔT – Variação da temperatura no interior do forno.

Δm – Variação da massa do corpo de prova.

t_f – Tempo de flamejamento do corpo de prova.

No caso de impossibilidade de classificação dos materiais instalados em paredes e tetos com o método do painel radiante (NBR 9442, 1988), a instrução técnica ainda cita que deve ser usado o método de ensaio especificado na norma BS EN 13823 (2010), que também é conhecido como ensaio SBI (*Single Burning Item*). A Tabela A- 6 do Anexo A apresenta a classificação nesse caso.

Ainda, caso haja a impossibilidade de classificação dos materiais de revestimento e acabamento pela NBR 9442 (1988) ou BS EN 13823 (2010), a legislação atual prevê a substituição do Índice de Propagação Superficial pelas exigências de aprovação por meio do ensaio *Uniform Building Code Standard 26-3 – “Room fire test standard for interior of foam plastic systems”* (UBC 26-3, 1994).

2.3 Métodos de Ensaio

Os ensaios para classificação de materiais de acabamento e revestimento quanto à reação ao fogo têm sido pouco estudado pela comunidade científica nacional, portanto, será descrito o método de cada ensaio nesta etapa do trabalho.

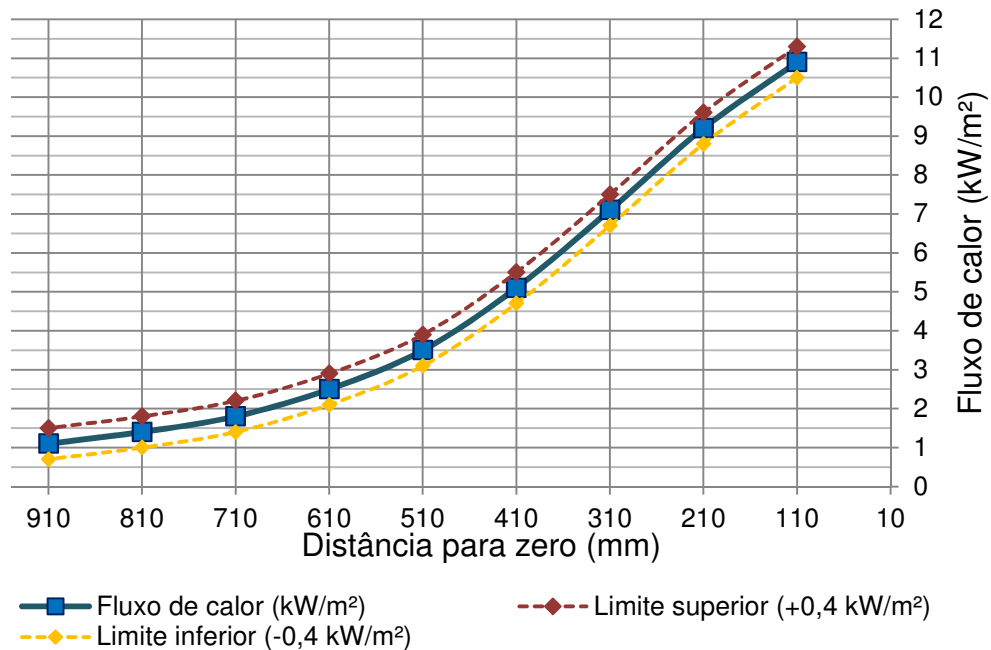
2.3.1 NBR 8660/2013 - Ensaio de reação ao fogo em pisos – Determinação do comportamento com relação à queima utilizando uma fonte radiante de calor

O método de ensaio descrito na NBR 8660 (2013) determina o fluxo crítico de energia radiante de revestimentos de piso expostos a uma fonte de calor, dentro de uma câmara de ensaio fechada.

O fluxo radiante simula os níveis de radiação térmica que os materiais estariam expostos em sua superfície, durante os estágios iniciais de um incêndio. A norma indica que sejam testados 3 corpos de prova, com dimensões de 230 ± 5 mm de largura e 1050 ± 5 mm de comprimento que são colocados em posição horizontal e abaixo de um painel radiante poroso inclinado a 30° em relação a sua superfície, sendo expostos a um fluxo radiante padronizado. Uma chama piloto é aplicada na extremidade do corpo de prova mais próxima do painel radiante e a propagação de chama desenvolvida na superfície do material é verificada medindo-se o tempo para atingir as distâncias padronizadas, indicadas no suporte metálico onde o corpo de prova é inserido.

A medida do fluxo crítico é obtida convertendo as distâncias observadas de propagação superficial de chama para kW/m^2 na curva de perfil de fluxo de calor crítico, mostrada no gráfico da Figura 2. Os corpos de prova que não ignizarem ou que tiverem uma propagação de chama de menos de 110 mm da medida inicial (chamada de zero) têm fluxo de calor crítico $\geq 11 \text{ kW/m}^2$, enquanto que os corpos de prova com distância de propagação de chama maiores que 910 mm têm um fluxo de calor crítico $\leq 1,1 \text{ kW/m}^2$ (NBR 8660, 2013).

Conforme a NBR 8660 (2013), esse método é baseado na EN ISO 9239/2010, portanto, estão sendo especificadas características técnicas do equipamento a partir do equipamento “FRP – Flooring Radiant Panel” da fabricante britânica “FTT – Fire Testing Technology”.

Figura 2 - Curva do perfil de fluxo de calor (kW/m²).

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 8660:2013, Figura 9.

Para esse aparato de ensaio é necessária uma sala climatizada com temperatura de $23 \pm 5^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $50 \pm 20\%$. O equipamento deve possuir um sistema de extração de ar e as especificações técnicas são:

- Variação de fluxo de calor: $1,0 \text{ kW/m}^2$ - $10,9 \text{ kW/m}^2$;
- Dimensões da amostra: $1050 \text{ mm} \times 230 \text{ mm}$;
- Dimensão do equipamento: $1900 \text{ mm} \times 750 \text{ mm} \times 1900 \text{ mm}$ (largura x comprimento x altura);
- Fonte de energia elétrica: 230 VCA, 50/60 Hz, 12 Amps (2760 W);
- Abastecimento de gás: Propano com taxa de vazão de $0,026 \pm 0,002 \text{ L/s}$ e capacidade calorífica de 83 MJ/m^3 ;
- Sistema de exaustão;
- Ar comprimido: pressão de $0,6\text{-}0,7 \text{ MPa}$ (6-7 bar);
- Água: $15\text{-}25^\circ \text{C}$ para resfriamento do medidor de fluxo de calor total.

A Figura 3 mostra a vista geral do equipamento do IPT e o compartimento onde é instalada a amostra.

Figura 3 - Aparato de ensaio de reação ao fogo em pisos.



Fonte: Acervo próprio. Equipamento instalado no Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões do IPT/SP.

2.3.2 NBR 9442/1988 - Materiais de construção - determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - método de ensaio

A NBR 9442 (1988) descreve o ensaio para determinar o índice de propagação superficial de chama em materiais de construção pelo método do painel radiante. A norma prevê no mínimo 4 corpos de prova de 150 mm x 460 mm. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2013), a propagação superficial de chamas consiste em submeter a amostra do material a um fluxo radiante padronizado, gerado por um painel radiante poroso, com uma chama piloto aplicada na extremidade superior do corpo de prova.

O resultado desse ensaio é o Índice de Propagação Superficial de Chamas (I_p) obtido pela multiplicação do fator de propagação de chama (P_c) pelo fator de evolução do calor (Q). Onde o fator de propagação de chama é a velocidade com que a chama percorre a superfície do material nas condições de ensaio. E o fator de evolução do calor é a relação entre a variação da temperatura no ensaio, devida à queima do material, e a razão de desenvolvimento do calor. Simplificadamente é medido o tempo necessário para atingir distâncias padronizadas inseridas no suporte do corpo de prova e o fator de evolução do calor desenvolvido (medido por meio de termopares).

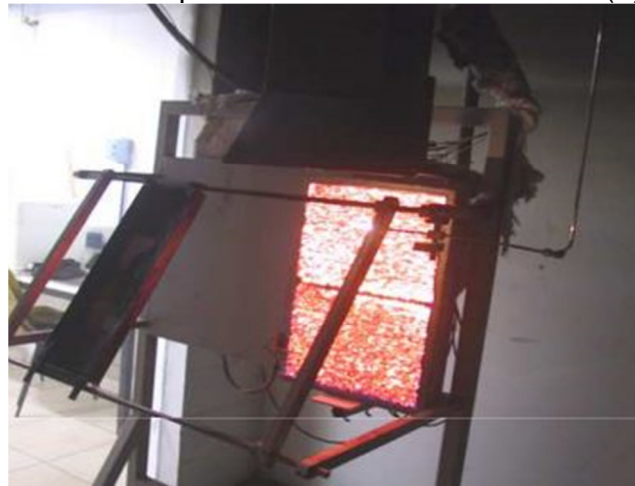
A NBR 9442 (1988) faz uma detalhada descrição do aparato para o ensaio de propagação superficial de chama que se baseia na norma internacional ASTM 162/1979 do “*Radiant Panel Flame Spread Apparatus*”. Esse equipamento é comercializado pela “*FTT – Fire Testing Technology*” que disponibiliza, juntamente com o equipamento, sistema de aquisição e interpretação de dados. A Figura 4 mostra o aparato em funcionamento no IPT, conforme divulgado na página do Instituto. Para esse equipamento as especificações técnicas são:

- Radiômetro: tipo Schmidt-Boelter $0,1 \text{ Wc/m}^2 - 3,5 \text{ W/cm}^2$;
- Dimensões da amostra: 150 mm x 460 mm;
- Dimensão do equipamento: 1200 mm x 600 mm x 1900 mm (largura x comprimento x altura);
- Fonte de energia elétrica: 240 VCA, 50/60 Hz, 13 Amps (3120 W);
- Chama Piloto: Acetileno do tipo pré-mistura por sucção do ar pelo acetileno;
- Água: 15-25° C para resfriamento;
- Exaustão de ar: 0,5 m/s com o painel desligado; e 1,3 m/s com o painel em operação (instalada no topo do painel radiante).

Figura 4 - Aparato de ensaio de propagação superficial de chama: vista lateral com a amostra em chama (a); vista frontal do painel radiante incandescente(b).



(a)



(b)

Fonte: Disponível em: <http://www.ipt.br/solucoes/complementos/25/316-reacao_ao_fogo_dos_materiais.htm>. Acessado em 01/03/2014.

2.3.3 ASTM E662 - Determinação de densidade óptica de fumaça - “*Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials*”

O ensaio ASTM E662 (2015) permite a identificação da densidade óptica da fumaça (D_m), determinada por meio da atenuação de um raio de luz em razão do acúmulo da fumaça gerada pelos materiais em decomposição pirolítica sem chama e na combustão com chama. Com esses resultados, é possível classificar os materiais de revestimentos combustíveis de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP (2011) nas classes A e B, onde classifica como A os materiais com D_m menor ou igual a 450 e B aqueles cujo D_m é maior que 450.

A geração de fumaça é avaliada pela densidade óptica específica (sem unidade), grandeza estabelecida como função de diversos fatores: área da superfície exposta, transmitância de luz com e sem a presença da fumaça, etc. Em última instância, procura-se determinar a perda de transmitância de um feixe de luz padronizado que atravessa a fumaça gerada pelo corpo de prova simplesmente aquecido (decomposição pirolítica, ou dito “sem chama”) ou em processo de combustão com chama.

Após a calibração do equipamento, a amostra de 76 mm x 76 mm é instalada e exposta por 1200 segundos ao fluxo de calor radiante, com ou sem chama. A norma do ensaio exige que sejam efetuadas três repetições apenas com o fluxo radiante (verificação da decomposição pirolítica) e outras três repetições com chama incidente nas amostras (verificação da combustão do material), o que totaliza 6 corpos de prova a serem testados.

O resultado da densidade óptica específica máxima sem correção (D_s) é determinada pela média dos resultados de D_s de cada corpo de prova. A densidade óptica específica máxima corrigida (D_m) é obtida em função de fuligens acumuladas na lente do feixe de luz da câmara após a evacuação da fumaça, sendo calculado pelo próprio equipamento. O valor de D_m trata-se de um desconto no D_s em função da transmitância luminosa obtida após o término de cada ensaio e é o valor utilizado na classificação dos materiais.

A câmara de densidade de fumaça NBS é fabricada pela “*FTT – Fire Testing Technology*” e mede a densidade óptica específica da fumaça gerada por materiais

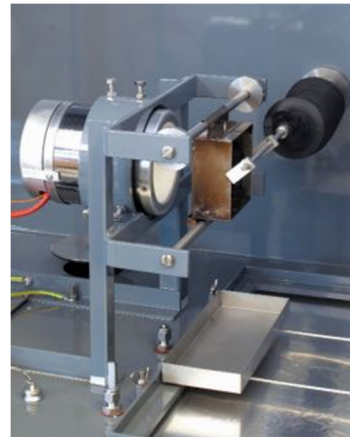
quando um corpo de prova essencialmente plano, até 25 mm espessura, é exposto a uma fonte calor radiante de 25 ± 5 kW/m², em uma câmara fechada, com ou sem o uso de uma chama piloto. A Figura 5 ilustra a câmara de densidade de fumaça NBS (a) e detalha o suporte das amostras (b). As especificações técnicas do aparato de ensaio são:

- Fonte de luz: lâmpada de filamento de tungstênio 6,5 V e 2,75A;
- Fluxo de calor radiante de operação: 25 ± 5 kW/m²;
- Dimensões da amostra: 76 mm x 76 mm;
- Dimensão do equipamento: 1630 mm x 660 mm x 1900 mm (largura x comprimento x altura);
- Fonte de energia: 110/230VAC, 50/60 Hz, 13A (2990 W);
- Abastecimento de gás: Propano com 95% de pureza com pressão de 1bar e ar comprimido a 2 bar;
- Exaustão de ar: 50 l/s.

Figura 5 - Câmara de densidade de fumaça NBS (a); detalhe de suporte da amostra (b).



(a)



(b)

Fonte: Disponível em: < <http://www.polimate.com.br/poli/testes-de-resistencia-a-fogo/431-camara-de-densidade-de-fumaca.html>>. Acessado em 01/03/2014.

2.3.4 ISO 11925-2 - Verificação da ignitabilidade - “*Reaction to fire tests - Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame - Part 2: Single-flame source test*”

No dicionário Michaelis (WEISZFLOG, 2012), ignição é o estado dos corpos em combustão, portanto, conclui-se que ignitabilidade é a propriedade de um material de entrar em combustão com maior ou menor facilidade.

O método de ensaio descrito na norma ISO 11925-2 (2010) é utilizado para determinar a ignitabilidade dos materiais, quando expostos à chama de queimador padrão dentro de uma câmara de ensaio fechada.

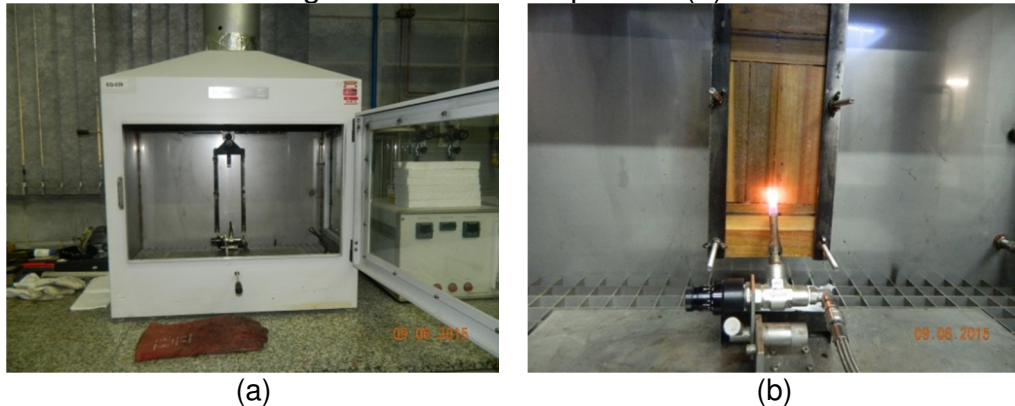
Os corpos de prova são presos no suporte dentro da câmara de ensaio e colocados em contato com a chama do queimador, com um filtro de papel posicionado abaixo do corpo de prova. É verificada, então, a propagação da chama, levando-se em conta o tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm, medida a partir da extremidade inferior do corpo de prova e 40 mm acima da borda inferior do corpo de prova. Esse método determina que os corpos de prova tenham dimensões de 90 mm x 250 mm e que sejam realizadas três repetições para cada situação de aplicação de chama: de superfície e de borda.

A ISO 11925-2 (2010) indica que deve haver ambiente climatizado com temperatura de $23 \pm 5^\circ \text{C}$ e umidade relativa do ar de $50 \pm 20\%$ e estar abaixo de um sistema de extração de ar, além das especificações técnicas:

- Dimensões da cabine: 700 mm x 400 mm x 800 mm (largura x comprimento x altura);
- Dimensão do sistema: 1500 mm x 1200 mm x 900 mm (largura x comprimento x altura);
- Abastecimento de Gás: Gás natural com 95% de pureza ou pressão de gás entre 10kPa e 50kPa.

A Figura 6 representa a cabine do teste de ignitabilidade (a) e detalha uma amostra durante o ensaio (b).

Figura 6 - Equipamento de ensaio de ignitabilidade (a); amostra durante ensaio de ignitabilidade de superfície (b).



Fonte: Acervo próprio. Equipamento instalado no Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões do IPT/SP.

2.3.5 ISO 1182 - Ensaio de incombustibilidade - “*Buildings materials - non-combustibility test*”

O método de ensaio ISO 1182 (2010) especifica o padrão para determinar o desempenho de não-combustibilidade, sob condições específicas, de produtos homogêneos e componentes substanciais de produtos não homogêneos.

A combustibilidade é avaliada introduzindo a amostra cilíndrica de diâmetro 45 mm e comprimento 50 mm do material em forno apropriado considerando os fatores de variação de temperatura (ΔT), variação de massa (Δm) e tempo de flamejamento (t_f). O enquadramento dos materiais na categoria I (incombustíveis) é feita com base nessa norma internacional que determina que sejam feitas cinco repetições.

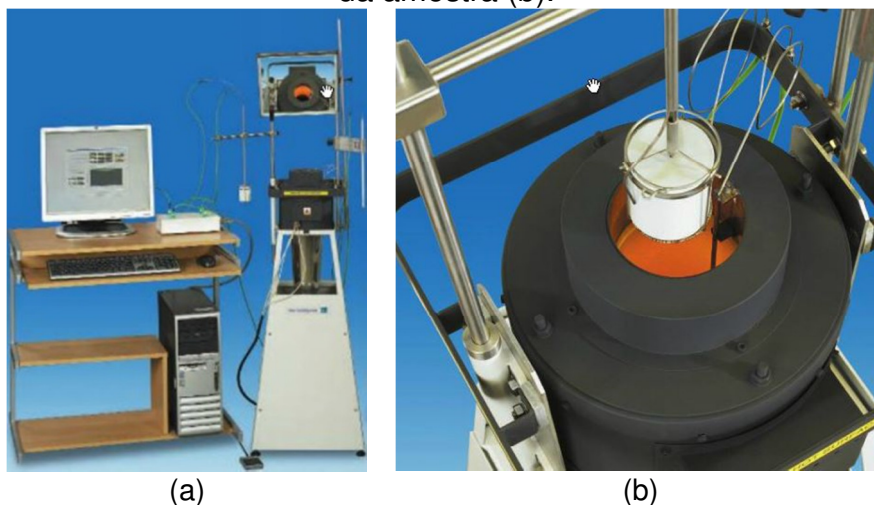
De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2013), os materiais, reconhecidamente incombustíveis, não têm necessidade de ensaios de incombustibilidade, propagação superficial de chamas, densidade óptica de fumaça e fluxo crítico radiante. Como exemplos, são citados os concretos, argamassas, alvenarias de blocos de concreto, cerâmica e outros materiais pétreos, gesso, pisos em cerâmica, placas de rocha e outros que estão dispensados de tais testes.

Este equipamento necessita de ambiente climatizado com temperatura de $23 \pm 5^\circ \text{C}$ e umidade relativa do ar de $50 \pm 20\%$ e deve estar instalado sob um sistema

de extração de ar. O aparato está mostrado na Figura 7. As especificações técnicas desse aparato são:

- Temperatura de operação: 750° C;
- Dimensões do tubo: 75 mm x 150 mm;
- Dimensão do equipamento: 400 mm x 400 mm x 1800 mm (largura x comprimento x altura);
- Fonte de energia elétrica: 230 VCA, 12 Amps (2760 W).

Figura 7 - Equipamento de ensaio de incombustibilidade (a); detalhe da introdução da amostra (b).



Fonte: Disponível em: < <http://www.fire-testing.com/en-iso-11821>>. Acessado em 01/03/2014.

2.3.6 BS EN 13823 - Ensaio SBI - “*Reaction to fire tests for building products - Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item*”

O método de ensaio especificado na norma BS EN 13823 (2010) é utilizado para a determinação do desempenho quanto à reação ao fogo de materiais de construção, com exceção daqueles empregados em pisos, quando expostos a uma chama padrão singular, comumente chamado de Ensaio SBI (*Single Burning Item*).

Segundo a IT 10/2011 CB PMESP (2011), esse método deve ser usado nas situações em que o ensaio de propagação superficial de chama com painel radiante (NBR 9442, 1988) não é adequado, ou seja, este ensaio é indicado quando:

- Ocorrer derretimento ou o material sofre retração abrupta afastando-se da chama-piloto;

- O material for composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar;
- Os materiais forem compostos por diversas camadas de materiais combustíveis apresentando espessura total superior a 25 mm;
- Os materiais formarem juntas na instalação, através das quais, especialmente, o fogo pode propagar ou penetrar.

Os corpos de prova são formados por duas partes denominadas “asas”, que são montadas em forma de “L” no carrinho que faz parte do equipamento. Um queimador está localizado no canto de junção entre as duas asas no carrinho. O mesmo produz uma chama padrão, a qual o corpo de prova é submetido. São determinados então, a partir da queima do corpo de prova, os dados de ensaio, por meio de instrumentação do equipamento localizada no duto de extração dos gases gerados.

Os resultados são expressos da seguinte forma: índice da taxa de desenvolvimento de fogo (FIGRA); índice da taxa de desenvolvimento de fumaça (SMOGRA); liberação total de calor do material (THR); produção total de fumaça (TSP); propagação lateral de chama (LFS) e ocorrência ou não de gotejamento e/ou desprendimento de material em chamas.

Para a instalação do aparato a sala deverá ter altura mínima de 4,50 m e dimensões mínimas de 3 m x 3 m. O ambiente também necessita fornecimento de ar, nitrogênio livre, oxigênio. A Figura 8 mostra a estrutura instalada em vista geral (a) e uma vista interna do equipamento em funcionamento (b). As especificações técnicas são:

- Dimensões do carrinho: 1500 mm x 1620 mm x 2200 mm (largura x comprimento x altura);
- Dimensão do quadro: 1500 mm x 1700 mm x 2500 mm (largura x comprimento x altura);
- Abastecimento de gás: Propano comercial 647 mg/s e 2000 mg/s;
- Fonte de energia elétrica: 230 VCA, 50/60 Hz, 12 Amps (2760 W).

Figura 8 - Vista geral do equipamento de ensaio SBI (a); vista interna do aparato em funcionamento (b).



(a)



(b)

Fonte: Disponível em: < http://www.ipt.br/solucoes/complementos/23/316-reacao_ao_fogo_dos_materiais.htm >. Acessado em 01/03/2014.

3 PROGRAMA EXPERIMENTAL PRELIMINAR: LEVANTAMENTO DOS MATERIAIS DE REVESTIMENTO EXISTENTES NA UNIPAMPA

Os materiais de acabamento e revestimento têm papel primordial na propagação ou extinção do fogo. Nas edificações existentes, onde há exigência de CMAR, é necessário realizar um estudo para detectar materiais que não possuem classificação apresentada pela fábrica ou pelo responsável técnico da execução. Assim, a etapa inicial é fazer o levantamento de todos os materiais existentes e, em seguida, identificar a classe de cada material, comparando com as exigências para o ambiente que esteja instalado. Quando os materiais não possuem identificação de origem e não se tenha sua classificação conhecida, é necessário que sejam ensaiados.

A UNIPAMPA busca uma identidade visual homogênea e baseada na tentativa de padronização das edificações. Porém a característica descentralizada dos campi da instituição, que está presente em 10 cidades da metade sul e fronteira oeste do Estado do Rio Grande do Sul, faz com que as edificações possuam características locais peculiares. Outro fator que influenciou muito nas diferenças marcantes das construções iniciais da Universidade foi o fato de haver duas equipes técnicas distintas que gerenciavam 5 campi cada uma, durante a fase inicial de implantação da instituição.

No princípio o corpo técnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) era responsável pelos campi de Alegrete, Itaqui, São Borja, São Gabriel e Uruguaiana. Com isso, são percebidas algumas características semelhantes nos prédios de cada um desses campi, exceto na cidade de Uruguaiana, onde a estrutura foi adquirida da PUC-Uruguaiana, com prédios antigos que estão sendo reformados desde então.

Paralelamente, a equipe da Universidade Federal de Pelotas (UFPeI) se encarregou dos campi de Bagé, Caçapava do Sul, Dom Pedrito, Jaguarão, e Santana do Livramento. Esses prédios também apresentam semelhanças construtivas entre si, com exceção do Campus de Santana do Livramento que funciona no prédio do Colégio Marista Santanense e está sendo reformado.

Quando a UNIPAMPA formou uma estrutura técnica própria, a nova equipe tinha a missão de concluir as obras em andamento, além de projetar outras devido a grande demanda por salas de aulas e laboratórios que a instituição carecia. Assim, iniciou-se a tentativa de padronização dos materiais utilizados, mesmo que cada campus tenha suas peculiaridades.

Atualmente, além dos 10 campi, a instituição ainda conta com a estrutura de três prédios alugados na cidade de Bagé, onde funcionam diversos setores da reitoria. Essas edificações, que também possuem peculiaridades construtivas de épocas distintas, apresentando diversos materiais de acabamento e revestimento.

A pesquisa, realizada junto à Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA, apresenta os materiais de revestimento encontrados nas obras concluídas até fevereiro de 2015. Esse levantamento está representado na Tabela 7 e na Tabela 8, que se distinguem pela disposição de instalação (piso e parede/teto, respectivamente), além de incluir os três prédios alugados na cidade Bagé (Reitoria 1, 2 e 3).

Tabela 7 - Revestimento de piso nos prédios da UNIPAMPA.

Material de Revestimento - Piso	Campus										Reitoria 1	Reitoria 2	Reitoria 3
	Alegrete	Bagé	Caçapava do Sul	Dom Pedrito	Itaqui	Jaguarão	Santana do Livramento	São Borja	São Gabriel	Uruguaiana			
Cerâmica e Pedra Natural	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Madeira em Taco	x				x		x	x	x	x	x	x	
Madeira em Parquet							x	x					
Melamínico de Alta Pressão		x	x	x		x							
Vinílico										x			
Carpete										x	x		

Tabela 8 - Revestimento de parede/teto nos prédios da UNIPAMPA.

Material de Revestimento - Parede/ Teto	Campus										Reitoria 1	Reitoria 2	Reitoria 3
	Alegrete	Bagé	Caçapava do Sul	Dom Pedrito	Itaqui	Jaguarão	Santana do Livramento	São Borja	São Gabriel	Uruguaiana			
Cerâmica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alvenaria ou laje de concreto com revestimento argamassado	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gesso Acartonado	x	x	x	x	x		x		x	x			
Divisória Leve	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Divisória/ Forro de Madeira							x						
Placa Cimentícia	x				x				x	x			
Forro de PVC	x				x		x						
Espuma Acústica								x					

Enumerando os materiais, é possível perceber que há uma grande variedade de tipos de revestimentos empregados, pois são seis tipos de pisos e oito tipos de paredes e/ou tetos. É importante citar que muitos deles também estão presentes nas construções locais, como edificações escolares, residenciais e comerciais da região sul e fronteira oeste do Rio Grande do Sul.

Esta pesquisa traz a caracterização física dos materiais de revestimentos empregados nos prédios da instituição apresentadas na Tabela 7 e na Tabela 8.

3.1 Cerâmicas e Pedras Naturais

De acordo com a Associação Brasileira de Cerâmica (ABCERAM, 2014), a cerâmica compreende todos os materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas. O processo de fabricação da cerâmica é composto das etapas de extração e preparação da matéria-prima; preparação da massa; formação da peça; tratamento térmico; acabamento; esmaltação e decoração. Durante o tratamento térmico, as peças são submetidas a temperaturas elevadas, que, para a maioria dos produtos, situa-se entre 800°C a 1700°C. A cerâmica possui uma série de características que a fazem um dos materiais de construção mais utilizados no mundo todo, tais como a resistência e a durabilidade. Também apresenta bom desempenho ao fogo, pois é

um material incombustível, não propaga chamas e não produz fumaça ou gases tóxicos durante o incêndio (ROMAN, 1991 apud ROSEMANN, 2011).

Ainda, conforme a Instrução Normativa 018/2014 da Diretoria de Atividades Técnicas (DAT) do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC), que normatiza o CMAR no Estado, em seu Anexo B, as cerâmicas e as pedras naturais têm propriedades incombustíveis e são isentas de laudos ou ensaios.

Os revestimentos cerâmicos estão presentes em praticamente todos os prédios da UNIPAMPA e são largamente utilizados para revestimento de pisos e paredes. Da mesma forma, as pedras naturais podem ser encontradas instaladas em degraus de escadas, corredores e calçadas da instituição. A Figura 9 mostra a combinação do patamar em material cerâmica combinado com degraus em pedra natural existente no Campus Bagé.

Figura 9 - Revestimento cerâmico instalado no piso do patamar e pedra natural instalada nos degraus da escada.



Fonte: Acervo Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA.

3.2 Piso de Madeira em Taco

O piso de madeira em taco é formado por peças de madeira maciça do tipo Ipê, instaladas uma a uma no formato “espinha de peixe”. Cada peça possui 20 mm de espessura, 70 mm de largura por 210 mm de comprimento. O assentamento é feito sobre uma camada de 4 cm de argamassa de cimento e areia média no traço

1:3 em volume, com uma camada de cimento pulverizado antes do assentamento do taco. O taco de madeira é instalado com uma umidade entre 10% e 15%, são deixadas juntas de 1 cm junto à parede, em todo o perímetro da sala. Após cura de no mínimo 21 dias, é efetuado o lixamento e aplicação de cera ou sinteco para acabamento final. A Figura 10 mostra as etapas de instalação dos tacos de madeira na argamassa, o lixamento da madeira e o piso pronto com acabamento em cera em pasta utilizado, entre outros, nos prédios do Campus Alegrete.

Figura 10 - Etapas de instalação do piso de madeira em taco: assentamento (a); lixamento (b); acabamento em cera (c).



Fonte: Acervo Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA.

3.3 Piso de Madeira em Parquet

O piso de madeira em parquet, do tipo Ipê, é composto por lamelas, nas dimensões 24 mm de largura, 120 mm de comprimento e 8 mm de espessura, formando um mosaico de quadrados com 5 lamelas, como mostra a Figura 11 (a). Os quadrados são unidos por papel perfurado e sua instalação é feita com papel voltado para baixo, colado com adesivo PVA Extra sobre o contrapiso curado e limpo, como está mostrado na Figura 11 (b). Após 7 dias, para secagem da cola, pode ser feito o lixamento e aplicação do acabamento de cera em pasta ou sinteco.

Figura 11 - Piso de madeira em parquet: disposição das lamelas de madeira (a); colagem das placas (b).



Fonte: Acervo Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA.

3.4 Piso Melamínico de Alta Pressão

A composição dos pisos melamínicos de alta pressão se baseia na impregnação de camadas sucessivas de materiais celulósicos (papel) com resinas termoestáveis (melamínicas e fenólicas), formando um conjunto que é prensado por meio de calor e alta pressão. Esse revestimento tem elevado índice de resistência ao desgaste. O piso é formado por placas de 60 cm x 60 cm e espessura de 2 mm. Para instalação, é utilizada cola de contato da mesma marca do piso. A Figura 12 mostra um ambiente com o piso melamínico instalado.

Figura 12 - Piso melamínico da alta pressão instalado.

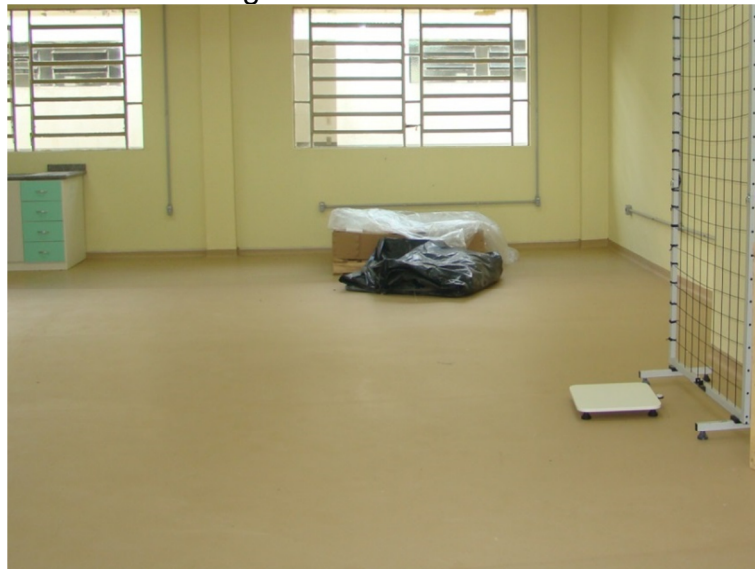


Fonte: Acervo Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA.

3.5 Pisos Vinílicos

O piso vinílico é composto de PVC e minerais, e sua instalação é feita direto sobre o contrapiso curado, seco e limpo. Esse revestimento de piso pode ser encontrado em ambientes da área da saúde, como as salas da área de fisioterapia, do Campus Uruguiana, como demonstrado na Figura 13.

Figura 13 - Piso vinílico.



Fonte: Acervo Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA.

3.6 Carpete

Também chamado de forração, o carpete nada mais é que um tapete que reveste todo piso. Os carpetes podem ser fabricados a partir de materiais naturais, como a lã de ovelha, ou de fibras sintéticas, como nylon, poliéster e polipropileno. Porém, esse tipo de revestimento de piso vem perdendo espaço para os revestimentos cerâmicos devido à facilidade de instalação e manutenção. Na UNIPAMPA há poucas salas que possuem o carpete instalado e são ambientes antigos, que necessitam de reforma, como no Campus Uruguiana e no prédio alugado da Reitoria 1.

3.7 Parede de Alvenaria e Laje de Concreto com Revestimento Argamassado

A parede de vedação é um elemento normalmente de tijolos ou blocos, serve para vedar e compartimentar o ambiente, não fazendo parte da estrutura da edificação (IT 03/2011 CB PMESP, 2011). As paredes com revestimento cerâmico, concreto, alvenaria, gesso ou pedra natural são incombustíveis e, portanto, são isentas de laudo ou ensaio (IN 018/2014 CBMSC, 2014).

A Instrução Técnica nº 08/2011 CBPMESP (2011), que se refere à resistência ao fogo dos elementos de construção, vai além, estabelece os tempos de resistência ao fogo de parede de alvenaria de tijolos e blocos de concreto. A Tabela 9 apresenta o tempo de resistência ao fogo de paredes (sem função estrutural), ensaiadas totalmente vinculadas dentro da estrutura de concreto armado, com dimensão 2,8 m x 2,8 m, totalmente expostas ao fogo em uma face.

Tabela 9 - Resistência ao fogo para alvenarias com revestimento.

Paredes Ensiadas	Características	Resistência ao fogo
Tijolos de barro cozido (5 cm x 10 cm x 20 cm) e massa de 1,5kg (*)	Meio tijolo	4 horas
Tijolos de barro cozido (5 cm x 10 cm x 20 cm) e massa de 1,5kg (*)	Um tijolo	>6 horas
Tijolo cerâmico 8 furos (10 cm x 20 cm x 20 cm) e massa 2,9kg (**)	Meio tijolo	2 horas
Tijolo cerâmico 8 furos (10 cm x 20 cm x 20 cm) e massa 2,9kg (**)	Um tijolo	>4 horas
Blocos vazados de concreto 2 furos (14 cm x 19 cm x 39 cm) e massa 13kg (***)		2 horas
Blocos vazados de concreto 2 furos (19 cm x 19 cm x 39 cm) e massa 15kg (***)		3 horas

Fonte: Adaptada da IT 08/2011 CB PMESP Resistência ao fogo dos elementos de construção Anexo B (informativo).

(*) Argamassa de assentamento de 1cm de espessura, traço 1:5 (cal:areia); e argamassa de revestimento de 2,5cm de espessura em cada face.

(**) Argamassa de assentamento de 1cm de espessura, traço 1:4 (cal:areia); e argamassa de revestimento de 1,5cm de espessura em cada face.

(***) Argamassa de assentamento de 1cm de espessura, traço 1:1:8 (cim:cal:areia); e argamassa de revestimento de 1,5cm de espessura em cada face.

Fazendo uma análise comparativa, é possível concluir que as paredes de alvenaria de tijolos e blocos com revestimento argamassado, ao serem tratadas como resistentes ao fogo, não poderiam ter propriedades relacionadas à propagação superficial de chama ou reação ao fogo.

Como a legislação se utiliza dos mesmos parâmetros para classificar as paredes e os forros quanto à reação ao fogo dos materiais de acabamento e revestimento, são estendidas as propriedades não propagantes e incombustíveis, das paredes de alvenaria, às lajes de concreto com revestimento argamassado na face inferior.

Ainda, segundo Mehta (1994), o concreto é um material incombustível e não emite gases tóxicos quando exposto a altas temperaturas o que ratifica que as paredes de bloco de concreto e lajes de concreto com revestimento argamassado são enquadradas com classe I.

3.8 Parede e Forro em Chapa de Gesso Acartonado

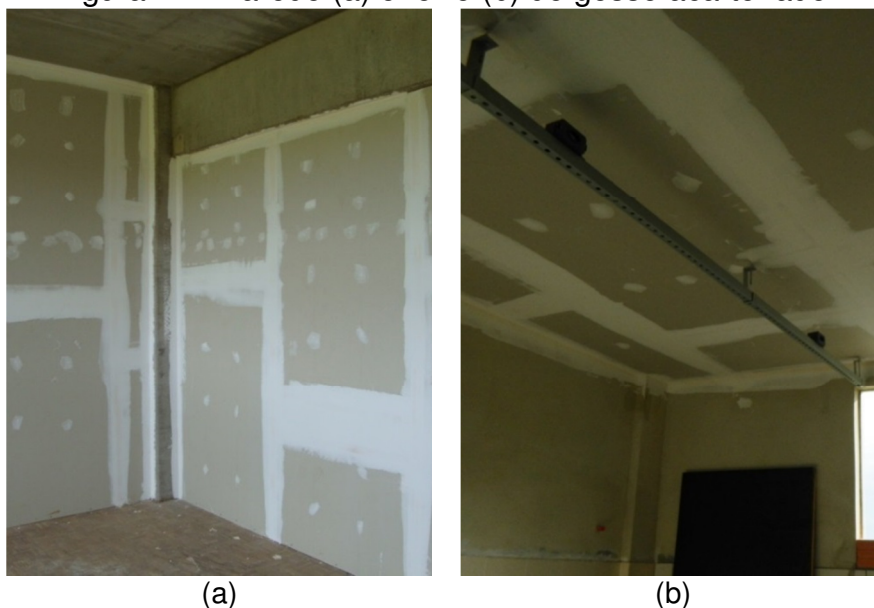
O gesso acartonado é uma chapa produzida a partir do gesso e do papel cartão. Possui resistência à compressão e à maleabilidade, oferecendo, também, praticidade, rapidez e versatilidade na elaboração e execução dos projetos, assim como, proporciona poucos resíduos ao final da instalação. As chapas possuem superfícies lisas ou texturizadas e são fixadas em perfis metálicos.

Assim como as cerâmicas, as paredes e forros de gesso são declarados como incombustíveis e isentos de laudos pela IN nº 018/2014 do CBMSC (2014).

Além disso, da mesma forma que as paredes de alvenaria, também o revestimento com chapas de gesso acartonado é tratado como resistente ao fogo pela IT nº 08/2011 do CB PMESP (2014). No Anexo C dessa IT, é apresentada a Tabela de resistência ao fogo de paredes em chapas de gesso, onde o tempo de resistência ao fogo varia de 30 minutos até 120 minutos, a depender do tipo, espessura e número de chapas de gesso instaladas.

A Figura 14 apresenta a instalação das chapas de gesso como paredes de vedação (a) e mesmo material instalado no forro (b).

Figura 14 - Parede (a) e forro (b) de gesso acartonado.



Fonte: Acervo Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA.

3.9 Divisória Leve

Utilizada para compartimentação de ambientes internos, a divisória leve é um painel semioco com espessura de 35 mm, requadros em madeira de pinus certificada, com miolo tipo alveolar tipo *honey-comb* de papel craft de média ou alta gramatura. O revestimento do painel cego é feito com chapa dura de fibras de eucalipto prensada com acabamento liso em resina melamínica de baixa pressão. Os montantes e guias simples são feitos em perfis de aço galvanizado ou metálicos, formados a partir do alinhamento de fitas de aço galvanizado a quente. (Sistema de Divisórias Divilux, 2014).

Esse tipo de divisória é amplamente utilizado pelas suas características de leveza e facilidade de instalação que proporciona alteração de ambientes de forma prática e rápida. O mesmo material também é usado para individualização de sanitários em banheiros de uso coletivo.

A fabricante das divisórias, que foram instaladas no ano de 2015 na UNIPAMPA, apresentou laudos de ensaios onde o material das divisórias leves, por eles produzido, classifica-se com IV-B, ou seja, possui índice de propagação superficial de chama entre 75 e 150 (D) de acordo com a NBR 9442 (1988) e densidade óptica da fumaça maior que 450 (ASTM E662, 2015). Porém, não é

possível afirmar que todas as divisórias leves possuem a mesma classificação quanto à reação ao fogo, pois cada fabricante pode utilizar processos e materiais distintos para produzir divisórias leves com aspectos visuais semelhantes.

A Figura 15 mostra a instalação de placa de divisória leve para individualização de um ambiente, onde, foi combinado a esse material, um visor de vidro.

Figura 15 - Divisória Leve.



Fonte: Acervo Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA.

3.10 Divisória e Forro de Madeira

O revestimento de paredes internas, forros e beirais pode ser feito com lambri de madeira, que são peças que possuem encaixe do tipo macho-fêmea, e são fixados em sarrafos ou direto no vigamento nivelado através de parafusos. As madeiras comumente utilizadas para divisórias e forros são pinus, cedrinho, jatobá, ipê e angelim. A Figura 16 apresenta peças de lambri de diferentes tipos e dimensões de madeira para exemplificar o material.

Figura 16 - Lambri de madeira



Fonte: <http://www.madeireirasantabarbara.com.br>.

3.11 Placa Cimentícia

As placas cimentícias são basicamente constituídas de cimento reforçado com fibras sintéticas (CRFS). As placas podem ser cortadas, facilmente, nas obras, com serra para mármore, de acordo com as necessidades de cada projeto. Sua aplicação é ideal em paredes, internas e externas, fachadas, beirais e oitões, *shafts*, módulos construtivos e *steel frame*, permitindo, inclusive, o uso em fechamentos curvos.

Utiliza-se a placa cimentícia tanto em áreas secas, como úmidas, pela impermeabilidade. Também são produtos não inflamáveis, com boa resistência à flexão, intempéries, imunes a fungos, insetos e roedores. Além disso, as placas cimentícias não oxidam, não apodrecem, são resistentes a impactos, permitem vários tipos de acabamentos e podem receber previamente os revestimentos. (TÉCHNE, 2010).

As principais fabricantes de placas cimentícias declaram que o produto é incombustível de acordo com a ISO 1182 (2010), (ETERNIT, 2014). Além disso, as placas cimentícias de 6 ou 8 mm de espessura são utilizadas como substrato para instalação das amostras nos ensaios da NBR 8660 (2013), NBR 9442 (1988), ASTM E622 (2015) e ISO 11925-2 (2010), nesses casos elas simulam a alvenaria ou o

contrapiso de concreto, que são incombustíveis. Portanto, as placas cimentícias são classificadas como incombustíveis, ou seja, classe I.

As divisórias de placa cimentícia também podem ser instaladas para individualização de sanitários como a exemplificado na Figura 17.

Figura 17 - Divisória de placa cimentícia.



Fonte: Acervo Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA.

3.12 Forro de PVC

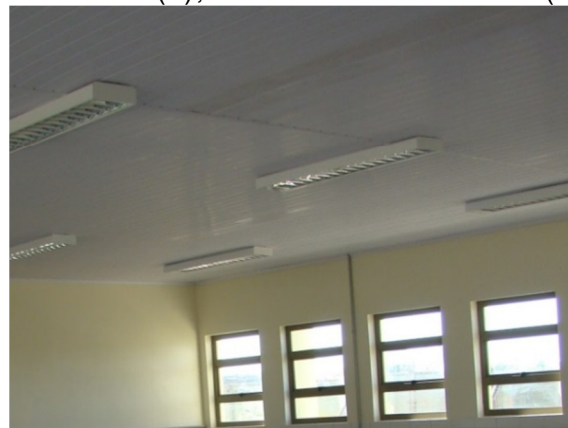
O forro de PVC é composto por lambri em PVC rígido e fornecido em peças com encaixe do tipo macho-fêmea, e com acabamento uniforme. Cada lambri de PVC deve ser fixado em sarrafos ou suspenso por cabos de aço. Esse material possui características como impermeabilidade, leveza e praticidade, além de ser imune ao cupim e dispensar manutenção e pintura.

A Figura 18 (a) apresenta a instalação dos sarrafos sob o telhado e da face superior do forro de PVC, enquanto que a Figura 18 (b) mostra o ambiente interno com forro de PVC.

Figura 18 - Sarrafos de sustentação do forro de PVC (a); sala com forro de PVC (b).



(a)



(b)

Fonte: Acervo Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA.

3.13 Espuma Acústica

As espumas acústicas mais comuns são feitas de poliuretano flexível. São vendidas no formato de placas, já prontas para serem fixadas sobre a superfície metálica, de madeira, de alvenaria ou de gesso. Esse material pode ser aplicado nas paredes e no teto dos ambientes e é utilizado como tratamento acústico de locais como auditórios, salas de máquinas, estúdios, casas de shows, etc. (EQUIPE DE OBRA, 2012).

Na UNIPAMPA foram encontrados dois tipos de espumas acústicas representadas na Figura 19. As espumas foram diferenciadas fisicamente pela coloração (espuma cinza x espuma preta).

Figura 19 - Espuma acústica cinza (a) e espuma acústica preta (b).



(a)



(b)

Fonte: Acervo próprio.

4 PROGRAMA EXPERIMENTAL: SELEÇÃO E PREPARAÇÃO DOS MATERIAIS DE REVESTIMENTO

Nesta etapa, é descrita a forma de seleção dos materiais de revestimento a serem estudados, bem como, a produção das amostras de cada tipo de revestimento escolhido.

Na busca por laboratórios aptos à realização dos ensaios de reação ao fogo, foi realizada uma pesquisa junto a diversas instituições, com descrito no Anexo B deste trabalho. Até fevereiro de 2015, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo era o único laboratório contatado apto a realizar todos os ensaios para classificação dos materiais de acabamento e revestimento de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP (2011). Portanto, os materiais selecionados nesta metodologia foram ensaiados no Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões (LSFEx) do Centro Tecnológico do Ambiente Construído (CETAC) do IPT/SP no período de 09 de junho a 15 de julho de 2015.

4.1 Seleção dos Materiais

Como os ensaios para enquadramento dos revestimentos na IT 10/2011 CBPMESP (2011) têm custo elevado foi necessário selecionar os materiais com importância significativa a serem estudados. Assim, optou-se por ensaiar os revestimentos instalados em prédios com área superior a 750 m² e que, a elaboração do PPCI exige CMAR. Para fazer a seleção dos materiais de revestimento a serem ensaiados, foi utilizado o levantamento realizado junto à Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA. Também foi verificado se haveriam materiais com classificação conhecida de acordo com as normas e instruções técnicas vigentes.

A Tabela 10 resume os materiais de revestimento instalados nos prédios da UNIPAMPA, relacionando aqueles que possuem classificação conhecida quanto à reação ao fogo.

Tabela 10 - Materiais de revestimento encontrados na UNIPAMPA.

Material de revestimento	Classe quanto à reação ao fogo	Fonte
Cerâmica / Pedra Natural	I - Incombustível	IN 018 DAT CBMSC
Madeira em taco	Indeterminada	
Madeira em parquet	Indeterminada	
Melamínico de alta pressão	Indeterminada	
Vinílico	Indeterminada	
Carpete	Indeterminada	
Alvenaria e laje de concreto com revestimento argamassado	I - Incombustível	Mehta (1994) e IT 08/2011 CB PMESP
Gesso acartonado	I - Incombustível	IN 018 DAT CBMSC
Divisória leve	Indeterminada	
Divisória / forro de madeira	Indeterminada	
Placa cimentícia	I - Incombustível	Eternit, 2014
Forro de PVC	Indeterminada	
Espuma acústica	Indeterminada	

A partir disso, concluiu-se que os pisos instalados em prédios que possuem áreas superiores a 750 m² e que não possuem classificação conhecida quanto à reação ao fogo são:

- Piso de madeira em taco;
- Piso de madeira em parquet;
- Piso melamínico de alta pressão.

Para que os resultados sejam significativos, é exigido que as amostras mantenham as características construtivas do material instalado, como utilizar a mesma cola para fixação dos pisos e o mesmo produto de acabamento final. Os pisos de madeira, depois de lixados, possuem acabamento com 3 camadas de cera em pasta, segundo descrições das Especificações Técnicas da Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA. Portanto, para verificar se o acabamento final poderia influenciar na reação ao fogo dos pisos, decidiu-se por ensaiar:

- Piso de madeira em taco lixado e sem cera;
- Piso de madeira em taco lixado com aplicação de 3 camadas de cera em pasta;
- Piso de madeira em parquet lixado e sem cera;
- Piso de madeira em parquet lixado com aplicação de 3 camadas de cera em pasta;
- Piso melamínico de alta pressão.

Os materiais instalados nas paredes e/ou tetos de prédios que possuem áreas superiores a 750 m² e que não possuem classificação conhecida quanto à reação ao fogo são:

- Divisória leve;
- Espuma acústica.

As paredes em divisória leve são materiais presentes em todos os prédios da UNIPAMPA, devido à sua praticidade e versatilidade. Porém, como alguns fabricantes apresentam laudos classificando-as como IV-B, o que não atende à classificação mínima exigida para prédios com ocupação de Serviço Profissional (D) e Educacional (E), onde os revestimentos das paredes devem ser enquadrados no máximo na classe III-A.

Pela grande área de divisórias leves já instaladas, buscaram-se produtos que pudessem melhorar o desempenho frente ao fogo desse material, sem que fosse necessário removê-las. As pinturas ignífugas ou retardantes de chama poderiam ser uma alternativa. Por isso, optou-se por testar amostras das divisórias leves instaladas na UNIPAMPA, com acabamento de fábrica e o mesmo material com aplicação de uma pintura ignífuga ou retardante de chama, para possibilitar a comparação dos resultados.

Os revestimentos de parede e forro mais comuns nos prédios da Universidade são os revestimentos argamassados, paredes de gesso acartonado e cerâmicas, porém optou-se por não ensaiá-los, pois foram encontradas bibliografias que apresentam o enquadramento desses materiais como classe I - incombustíveis.

4.2 Ensaaios

A IT 10/2011 CBPMESP (2011) utiliza diferentes ensaios para classificar materiais empregados nos pisos e nas paredes ou tetos, como foram descritos na Tabela 5 para os pisos e na Tabela 6 para paredes e tetos do item 2.2.

Para a classificação dos pisos, os ensaios que devem ser realizados são:

- NBR 8660 – Ensaio de reação ao fogo em pisos – Determinação do comportamento com relação à queima utilizando uma fonte radiante de calor;

- ASTM E662 – Determinação da densidade óptica de fumaça;
- ISO 11925-2 – Verificação da ignitabilidade;
- ISO 1182 – Ensaio de incombustibilidade.

Enquanto que, para classificação de parede e teto são exigidos os métodos de ensaio:

- NBR 9442 - Materiais de construção - determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - método de ensaio;
- ASTM E662 – Determinação da densidade óptica de fumaça;
- ISO 1182 – Ensaio de incombustibilidade.

Cada ensaio exige diferentes dimensões de amostras que devem ser produzidas de forma a reproduzir fielmente os revestimentos utilizados no ambiente. Caso o revestimento seja aplicado sobre contrapiso de cimento ou reboco argamassado, as amostras devem ser fixadas sobre uma placa cimentícia de 6 ou 8 mm de espessura.

É importante citar que, foram descritos seis métodos diferentes citados pela IT 10/2011 CBPMESP (2011). Porém, nesta pesquisa, para classificação dos cinco materiais de revestimento, serão utilizados apenas quatro métodos, como descritos na Tabela 11, de acordo com a posição de instalação de cada um. Isso ocorre, pois o ensaio de incombustibilidade (ISO 1182, 2010) não foi utilizado neste trabalho devido às características físico-químicas dos materiais selecionados. E o ensaio SBI (BS EN 13823, 2010) só é utilizado para ensaiar os materiais, exceto pisos, que não puderam ser testados no método de propagação superficial de chama (NBR 9442, 1988), o que não ocorreu neste trabalho.

A Tabela 11 apresenta um resumo dos materiais selecionados e os ensaios que serão realizados para possibilitar a correta classificação do revestimento quanto à reação ao fogo. Nas colunas finais estão marcados os ensaios necessários para o enquadramento de cada material de revestimento nas classes determinadas pela IT 10/2011 CBPMESP (2011).

Tabela 11 - Materiais a serem ensaiados quanto à reação ao fogo e os métodos utilizados para cada um deles.

Materiais ensaiados	Ensaio			
	ASTM E662	NBR 9442	ISO 11925-2	NBR 8660
Piso de madeira em taco. Madeira lixada	X	-	X	X
Piso de madeira em taco. Madeira lixada com 3 camadas de cera em pasta	X	-	X	X
Piso de madeira em parquet. Madeira lixada	X	-	X	X
Piso de madeira em parquet. Madeira lixada com 3 camadas de cera em pasta	X	-	X	X
Piso melamínico de alta pressão	X	-	X	X
Parede / teto				
Divisória Leve	X	X	-	-
Divisória Leve com pintura ignífuga	X	X	-	-
Espuma acústica	X	X	-	-

4.3 Preparação das Amostras

As amostras foram produzidas no Laboratório de Materiais de Construção Civil do Campus Alegrete da UNIPAMPA, e a sua descrição está apresentada, separadamente, para cada tipo de revestimento, de acordo com os ensaios descritos na Tabela 11. Ao final as amostras foram embaladas e enviadas para o IPT em São Paulo para realização dos ensaios.

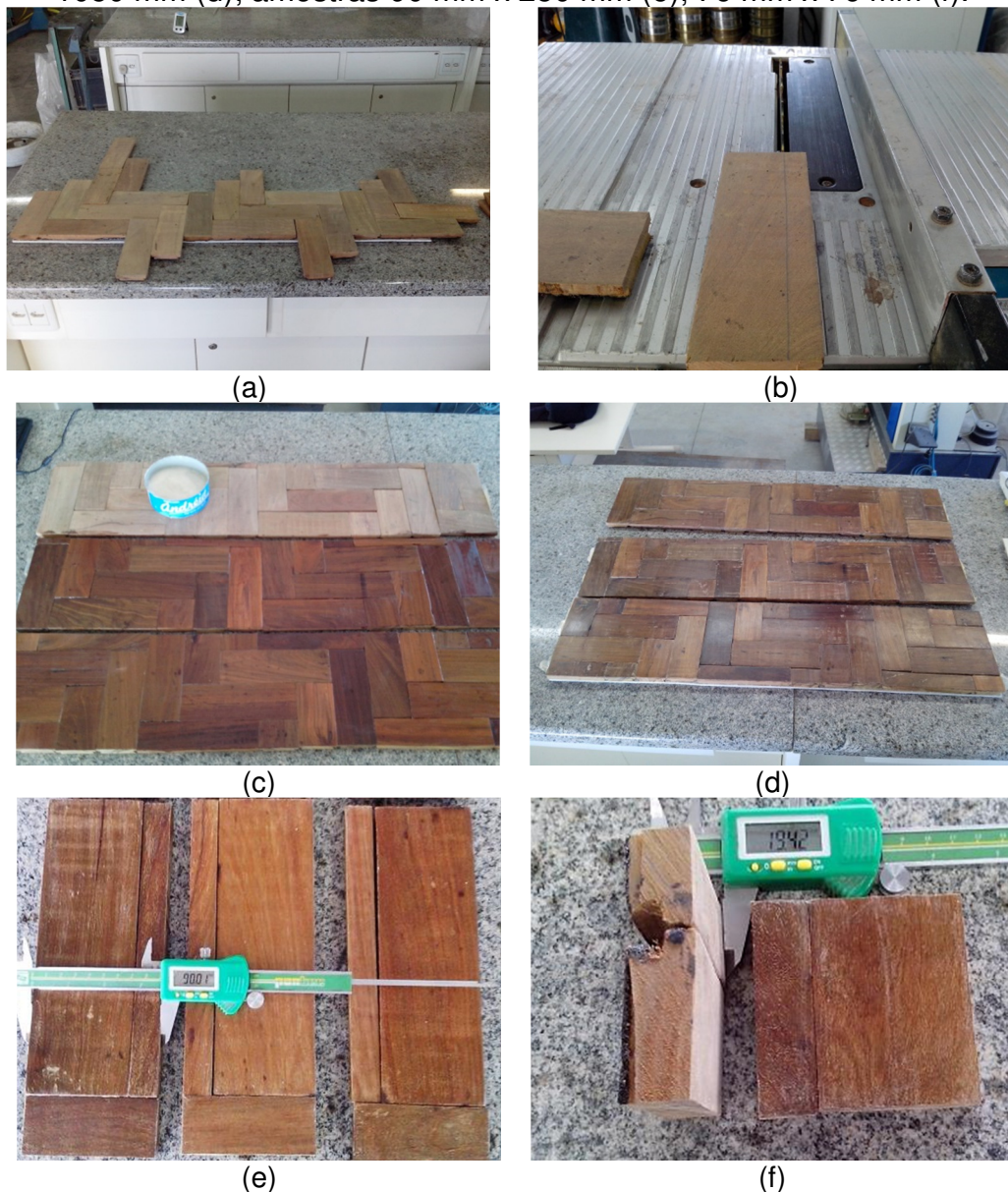
4.3.1 Piso de Madeira em Taco

Foram utilizadas para fabricação das amostras piso de madeira em taco 150 peças de madeira do tipo Ipê com dimensão de 70 mm x 210 mm e espessura de 20 mm, dispostas na formatação “espinha de peixe”. As peças foram doadas pela empresa executora dos prédios do Campus Alegrete, contendo inclusive a camada de piche e areia grossa na face inferior.

Primeiramente, as peças foram lixadas individualmente com uma sequência de quatro lixas, de acordo com as instruções contidas nas descrições das Especificações Técnicas da Coordenadoria de Obras da UNIPAMPA. A lixa de número 36 tem intuito de retirar defeitos grosseiros e uniformizar, seguido pela lixa número 60, 80 e finalizando com a lixa 120, que faz o acabamento final. Com as

peças lixadas, elas foram dispostas sobre a bancada no formato “espinha de peixe” e iniciou-se o processo de marcação e de corte com uma serra circular de mesa. Foram produzidas 6 amostras de 230 mm x 1050 mm, 12 amostras de 90 mm x 250 mm e 12 amostras de 76 mm x 76 mm. As etapas podem ser visualizadas na Figura 20.

Figura 20 - Sequência de preparação das amostras de piso de madeira em taco. Montagem (a); corte (b); aplicação de cera em pasta (c); amostras de 230 mm x 1050 mm (d); amostras 90 mm x 250 mm (e); 76 mm x 76 mm (f).



Fonte: Acervo próprio.

Devido à limitação de altura dos equipamentos de ensaio as peças não puderam ser fixadas na placa cimentícia, pois as peças tem 20 mm de espessura e a placa tem 6 mm porém o equipamento permite altura máxima de 25 mm para o

ensaio de reação ao fogo em pisos (NBR 8660, 2013) e determinação da densidade óptica de fumaça (ASTM E662, 2015). Outro motivo que não permite a fixação é devido ao tipo de instalação, pois os tacos são fixados na argamassa ainda fresca, porém isso não foi considerado relevante uma vez que a argamassa do contrapiso é incombustível. Para o acabamento final, aplicaram-se três camadas de cera em pasta em metade das amostras produzidas.

4.3.2 Piso de Madeira em Parquet

As placas de piso de madeira em parquet do tipo ipê tem dimensão 48 cm x 48 cm e espessura de 8 mm e foram doadas pela empresa executora da 2ª Fase do Prédio Administrativo do Campus São Borja. Seguindo as Especificações Técnicas da obra, o parquet foi colado com adesivo PVA EXTRA da mesma marca usada pela empresa executora da obra. Foi utilizada uma placa cimentícia de 6 mm, conforme indicam as normas dos ensaios para simular o substrato em que o piso está fixado.

Com consumo de cola indicado pelas Especificações Técnicas de 800 g/m², realizou-se o espalhamento da cola sobre a superfície da placa cimentícia e instalou-se cada placa pressionando com os dedos e batendo com martelo de borracha para auxiliar na aderência e alinhamento das peças.

Aguardou-se o período de 7 dias para secagem da cola, e foi realizado o processo de lixamento. A sequência de lixas utilizadas é iniciada pela de número 36, seguidas pelas 60 e 80, finalizando com a lixa 120. Com o auxílio do disco acoplado à furadeira, que simulou a lixadeira, foi possível retirar pequenas diferenças entre lamelas.

Seguindo o processo, foram feitas as marcações e os cortes como auxílio da serra mármore nas dimensões especificadas pelas normas dos ensaios. Foram produzidas 6 amostras de 230 mm x 1050 mm, 12 amostras de 90 mm x 250 mm e 12 amostras de 76 mm x 76 mm. Para finalizar, aplicaram-se 3 camadas de cera em pasta em metade das amostras. A sequência de ilustrações da Figura 21 mostra o processo de fabricação das amostras de piso de parquet.

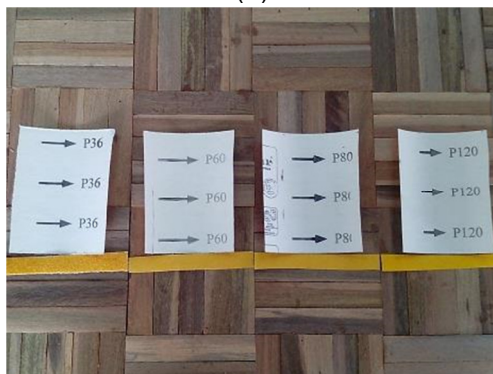
Figura 21 - Sequência de fabricação das amostras do piso de madeira em parquet. Piso em parquet (a); colagem (b); lixas utilizadas (c); lixamento (d); corte (e); vista frontal e lateral da amostra (f).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Fonte: Acervo próprio.

4.3.3 Piso Melamínico de Alta Pressão

O piso melamínico de alta pressão e a cola (adesivo de contato) foram doados pelo Campus Bagé. As placas são quadradas de lado 60 cm e espessura de 2 mm. O adesivo de contato é do mesmo fabricante das placas de piso, como descrito nas Especificações Técnicas.

Após o recebimento, o material foi estocada por 3 dias no laboratório juntamente com a placa cimentícia, assim cumprindo a etapa de aclimatização que seria de no mínimo 48h.

Com a superfície da placa cimentícia limpa e seca, foi realizada a “queimação” da base para o piso. Isso consiste em fazer a aplicação de uma fina camada do adesivo de contato com rolo de lã de carneiro diluída 50% de cola e 50% de solvente. O tempo de cura foi de 14 horas, quando o indicado é de no mínimo 12 horas.

Para realização da colagem foi aplicada uma camada de cola uniforme no verso das placas de piso e uma camada na placa cimentícia. Então foram instaladas as placas, uma a uma, tomando o cuidado para pressioná-las do meio para fora, de modo a remover possíveis bolhas de ar.

Após uma semana, as amostras foram marcadas e cortadas com a serra mármore. Foram produzidas 3 amostras de 230 mm x 1050 mm, 6 amostras de 90 mm x 250 mm e 6 amostras de 76 mm x 76 mm. As imagens da Figura 22 mostram o processo de fabricação das amostras de piso melamínico de alta pressão.

Figura 22 - Preparação das amostras de piso melamínico de alta pressão. Queimação (a); material após a colagem (b); corte (c); amostra de 90 mm x 250 mm (d); amostra de 230 mm x 1050 mm (e); amostras de 76 mm x 76 mm (f).



(a)



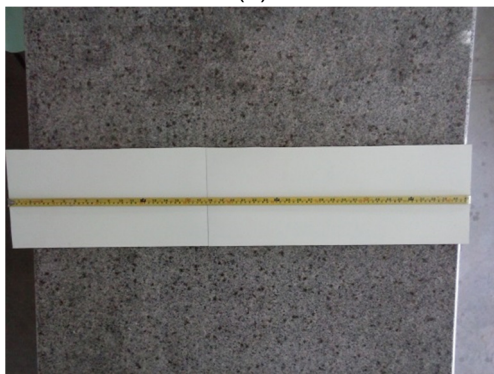
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

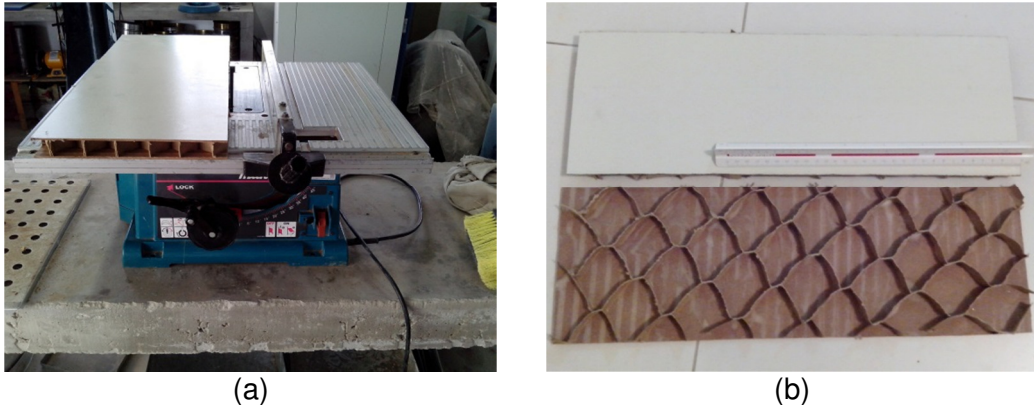
Fonte: Acervo próprio.

4.3.4 Divisória Leve

Para a fabricação das amostras de divisória leve foi aproveitado o material descartado pela empresa instaladora. Então, as divisórias foram marcadas e cortadas com auxílio da serra de mesa nas dimensões de 460 mm x 150 mm e 76 mm x 76 mm. A espessura nominal das divisórias leves é de 35 mm, porém a espessura máxima dos equipamentos para ensaio de determinação da propagação

superficial de chama (NBR 9442, 1988) e de determinação da densidade óptica da fumaça (ASTM E662, 2015) é 25 mm. Então, foi necessário um delicado trabalho de corte no sentido transversal das amostras. A Figura 23 mostra as etapas de fabricação das amostras de divisórias leves.

Figura 23 - Preparação das amostras de divisória leve. Corte (a); amostra cortada no sentido longitudinal (b).



Fonte: Acervo próprio.

Foram reservadas 6 amostras de dimensão 76 mm x 76 mm e outras 6 peças de 460 mm x 150 mm para realização dos ensaios de classificação das divisórias leves com acabamento de fábrica. Isso permitirá a comparação dos resultados sem e com a pintura ignífuga.

Na busca por uma solução para melhorar o desempenho frente ao fogo das divisórias leves, foi realizado um levantamento sobre tintas e vernizes com propriedades ignífugas existentes no mercado, custos e disponibilidade de aquisição.

Então, foram encontradas duas marcas de tintas ignífugas fabricadas no Rio Grande do Sul e comercializadas no mercado regional (MARCA A e MARCA B). Uma tinta fabricada em São Paulo (MARCA C) e um produto importado da Inglaterra (MARCA D).

A MARCA A possui dois produtos com propriedades ignífugas: um a base de água e outro a base de solvente. Os produtos foram encontrados em lojas da cidade de Santa Maria e Santiago. Além disso, a fábrica não possui o ensaio de propagação superficial de chama (NBR 9442, 1988) para possibilitar a comparação com outras marcas.

O verniz retardante de chama da MARCA B está disponível em uma rede de lojas de tintas com filiais em 9 cidades nas regiões Central, Missões, Serra e Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, além de outras lojas na Região Metropolitana. O fabricante disponibilizou um laudo de ensaio de propagação superficial de chama (NBR 9442, 1988), onde uma madeira testada sem a pintura apresentou classificação D (equivalente à classe V da IT 10/2011 CB PMESP) e a mesma madeira com a pintura do verniz citado passou para classe C (equivalente à classe IV da IT 10/2011 CB PMESP). Esse produto não foi testado, pois os resultados apresentados pela fabricante não atingem a classe mínima requerida para os ambientes de Serviços Profissionais e Educacionais (D e E respectivamente) que é a classe III-A.

A pintura retardante de chama da MARCA C, com fábrica em São Paulo, apresentou laudo comparativo de uma madeira sem pintura classificada como D, enquanto que a mesma madeira com a pintura retardante de chama classificada como A, que equivale à classe II da IT 10/2011 CB PMESP (2011). Após a pintura retardante, é necessário aplicar um produto protetor para evitar o esbranquiçamento da superfície. Esse fabricante não tem distribuidora no Estado do Rio Grande do Sul, sendo que a compra deve ser feita diretamente com a fábrica.

A importadora e distribuidora da MARCA D no Brasil vende com exclusividade para todo país um verniz retardante de chama indicado para superfícies de áreas internas e, caso a superfície esteja exposta a intempéries, deve ser aplicado após a cura do verniz retardante de chama um segundo produto protetor. A empresa declara que o produto pode ser aplicado em superfícies de madeira, melamínica, forros, rodapés, escadas e divisórias e apresenta laudos de classificação dos materiais com esse tipo de revestimento como classe II-A, de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP (2011).

A Tabela 12 apresenta a comparação entre os produtos pesquisados.

Tabela 12 - Produtos com propriedades ignífugas.

Marca	Produto	Rendimento	Valor	Disponibilidade
MARCA A	Verniz antichama base água	12 m ² /l	R\$ 3,14 /m ²	Lojas de tintas da região
MARCA A	Tinta antichama dissolvida com solvente	12 m ² /l	R\$ 3,88 /m ²	Lojas de tintas da região
MARCA B	Verniz retardante de chama	10 m ² /l	R\$ 4,58 /m ²	Lojas de tintas da região
MARCA C	Retardante de chama e selador	5 m ² /l	R\$ 18,20 /m ²	Direto de fábrica
MARCA D	Verniz retardante de chama e protetor	7,6 m ² /l	R\$ 35,49 /m ²	Direto da importadora

Nota: Os preços foram atualizados no mês de fevereiro/2015.

De posse dessas informações, optou-se, inicialmente, por testar a MARCA A, por se tratar do produto mais barato, pela facilidade de aquisição e manuseio, pois o produto é dissolvido em água. Também foi levado em consideração o fato de não haver teste de propagação superficial de chama e do produto ser divulgado como próprio para superfícies metálicas, madeira, papelão, e forro de PVC. Esse último teria uma superfície pouco absorvente, portanto, poderia ser semelhante à da divisória leve.

Na preparação das amostras de divisória leve com pintura ignífuga foram aplicadas 3 camadas de verniz antichama incolor da MARCA A (base água). Foram seguidas as instruções do fabricante, onde a umidade relativa do ar não deve ultrapassar 85%, deve alternar o sentido da pintura em cada camada e o intervalo entre uma camada a seguinte não deve ultrapassar 48 horas.

A pintura ocorreu como descrita na Tabela 13 e a Figura 24 mostra a aplicação do produto, onde é possível verificar que ele apresenta coloração branca que ao secar torna-se incolor.

Tabela 13 - Aplicação de pintura antichama MARCA A a base de água

Camada	Data	Hora	Umidade Relativa do Ar	Temperatura	Sentido
1 ^a	30/01/2015	16:43	66%	32°C	Longitudinal
2 ^a	31/01/2015	11:24	53%	27°C	Transversal
3 ^a	31/01/2015	15:14	41%	29°C	Longitudinal

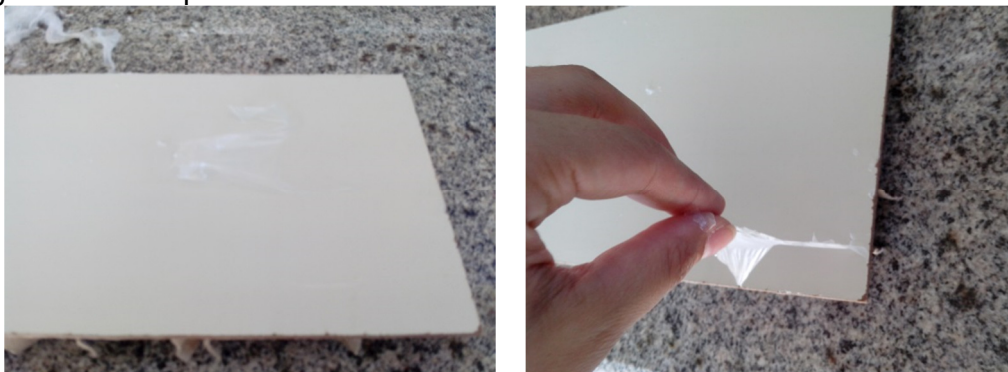
Figura 24 - Pintura com verniz antichama MARCA A (base água).



Fonte: Acervo próprio.

Apesar de a empresa divulgar que o produto poderia ser utilizado em forro de PVC, que seria considerado uma superfície tão lisa quanto o acabamento da divisória leve, passados 7 dias para cura completa da pintura foi verificado que não houve aderência da tinta à superfície da divisória. A pintura desprende-se facilmente, portanto em situações corriqueiras, como o encostar de um móvel, a proteção antichama estaria comprometida. A Figura 25 mostra o desprendimento da tinta antichama da MARCA A a base de água.

Figura 25 - Desprendimento da tinta antichama da MARCA A a base de água



Fonte: Acervo próprio.

Percebido o problema de aderência da pintura, foi contatada a fabricante para verificar se haveria outro produto com características ignífugas que pudesse ser aplicado na divisória leve, porém a fabricante informou que nenhum produto teria

absorção suficiente para ficar aderida a essa superfície. A mesma indicou a necessidade de lixar a superfície antes da aplicação do produto.

Com isso, uma amostra da divisória leve foi lixada suavemente com lixa número 120, porém a superfície logo perdeu a cor, fazendo aparecer o fundo de coloração marrom. Essa situação é mostrada na Figura 26. Nesse caso, não houve interesse de testar a reação ao fogo desse revestimento, pois o impacto visual desfavorável e a inviabilidade de lixamento das superfícies existentes em dimensões reais não permitem o uso dessa solução.

Figura 26 - Lixamento da divisória leve com lixa nº 120.



Fonte: Acervo próprio.

Seguindo na busca por um produto que melhorasse o desempenho das divisórias leves frente ao fogo, foi descartado o produto da MARCA B, pois o enquadramento na classe IV da IT 10/2011 CB PMESP (2011), apresentada pela fabricante, não atende às exigências mínimas dos bombeiros para edificação com ocupação do tipo D e E, casos mais comuns na instituição.

O quarto produto encontrado foi o verniz retardante de chama da MARCA C. Em contato com o fabricante, foram disponibilizadas amostras do verniz retardante de chama incolor e do selador de acabamento. O verniz retardante de chama não serve como acabamento final, pois pode apresentar esbranquiçamento da superfície protegida por ter baixa resistência à umidade, assim é indicado o acabamento com selante incolor. Os produtos não necessitam de diluição.

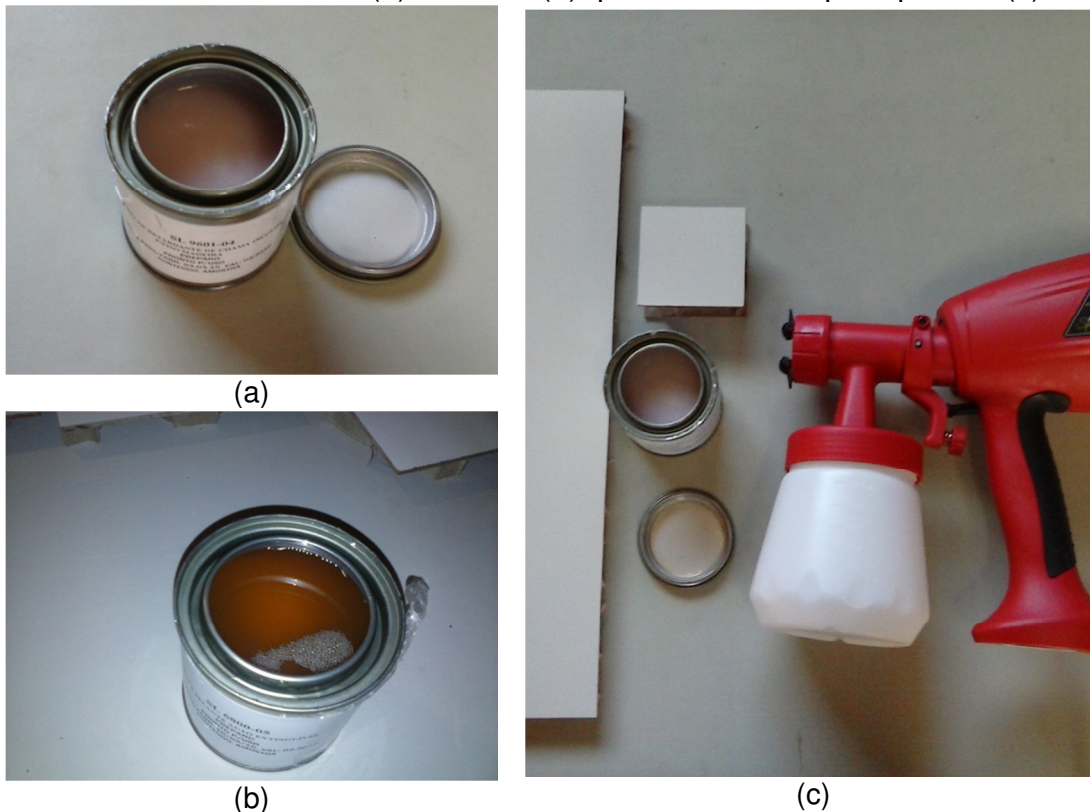
Para melhorar a aderência do produto à superfície da divisória leve, foi indicado o uso de pistola. Seguindo as instruções de uso, o verniz retardante de chama foi aplicado em duas camadas com intervalo mínimo de aplicação de 30 minutos entre cada camada e secagem mínima de 72 horas. Sobre o verniz já seco, foram aplicadas duas camadas do selador de acabamento com intervalo de aplicação de 60 minutos entre cada camada.

A Tabela 14 apresenta a sequência de aplicação dos produtos da MARCA C, e a Figura 29 ilustra os produtos da marca referida e sua aplicação.

Tabela 14 - Aplicação do verniz retardante de chama e selador da MARCA C.

Produto	Camada	Data	Hora	Umidade Relativa do Ar	Temperatura	Sentido
Retardante	1ª	08/04/2015	15:42	48%	25°C	Longit.
Retardante	2ª	08/04/2015	16:35	48%	27°C	Transv.
Selador	1ª	12/04/2015	14:55	58%	26°C	Longit.
Selador	2ª	12/04/2015	16:08	53%	28	Transv.

Figura 27 - Aplicação da proteção da MARCA C nas divisórias leves: verniz retardante de chama (a); selador (b); pistola utilizada para pintura (c)



Fonte: Acervo próprio.

Assim, foram produzidas 6 amostras das divisórias leves de dimensão 76 mm x 76 mm e outras 6 peças de 460 mm x 150 mm, todas com aplicação do retardante de chama e do selador da MARCA C para realização dos ensaios.

Não foram realizados neste trabalho ensaios para verificar a reação ao fogo das divisórias leves com a proteção da pintura ignífuga da MARCA D, pois a ficha técnica da importadora do produto classifica o produto como classe II-A de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP, além de declarar que o produto tem boa resistência a abrasão, podendo ser aplicada inclusive em pisos.

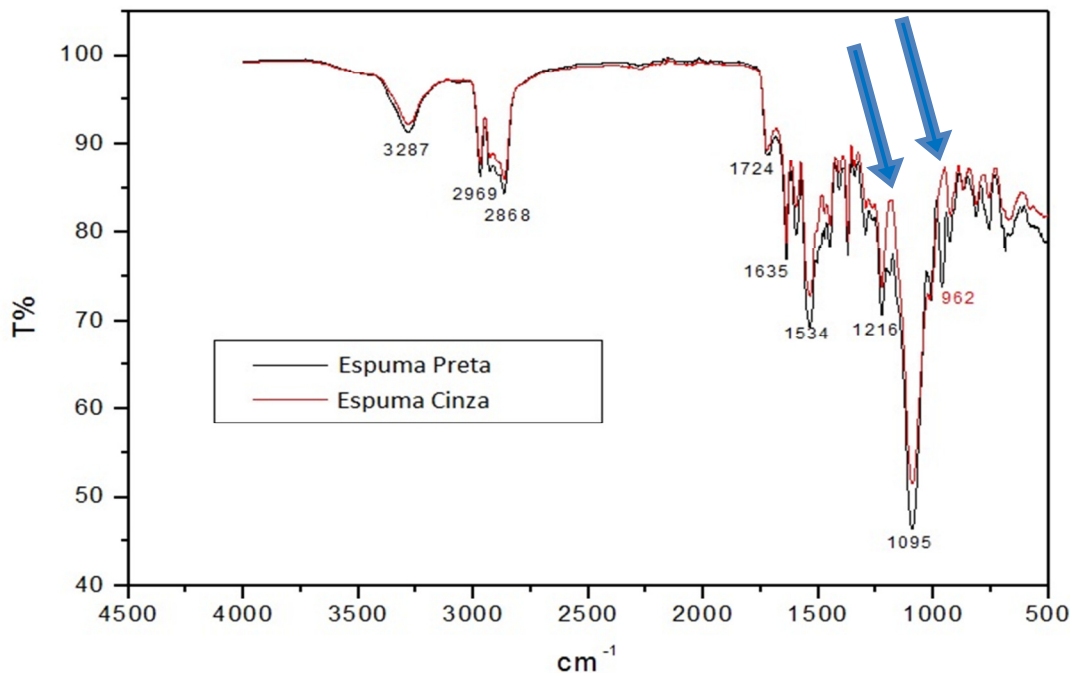
4.3.5 Espuma Acústica

Durante a pesquisa dos materiais de revestimento existentes na UNIPAMPA, foram encontrados dois tipos de espuma de isolamento acústico instalados em ambientes diversos na instituição. Não havendo como identificar a procedência das espumas, foi necessário remover amostras instaladas das paredes para análise.

Visando descrever quimicamente características diversas entre as duas espumas, com o auxílio do Laboratório de Materiais e Meio Ambiente do Campus Bagé da UNIPAMPA, foi realizada a análise química comparativa das duas espumas através da Espectroscopia da região do infravermelho com o método da transmitância. Baseada nas bandas majoritárias, percebeu-se duas diferenças principais entre os materiais. A primeira aparece na região do número de onda próximo de 1200 cm^{-1} e a segunda do número de onda próximo a 960 cm^{-1} , como está mostrado no gráfico da Figura 28 por setas.

A espuma preta possui ligações do grupo alquil-amina, representado pela ligação C-N e número de onda com estiramento de 1230 a 1030 cm^{-1} (LOPES, 2004), e do grupo alcenos, representado pela ligação C-H com estiramento entre as bandas 1000 - 650 cm^{-1} (SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2005, p. 86) que não estão presentes na Espuma Cinza.

Figura 28 - Análise comparativa pela Espectroscopia da região do infravermelho entre Espuma Cinza e Espuma Preta.



Lembrando que a causa principal de mortes na tragédia da boate Kiss foi fumaça que se despreendeu da espuma do isolamento acústico, decidiu-se então, por fazer um teste de ignitabilidade simples para verificar o comportamento de cada material frente a uma chama comum. Esse teste foi realizado de forma empírica, apenas para comparar se haveriam diferenças durante a queima das duas espumas, observando que de forma alguma havia intuito de classificá-las quanto à propagação de chama.

Inicialmente, a espuma cinza foi exposta à chama de um isqueiro. Em 8 segundos foi retirada a fonte de calor, pois o fogo mantinha-se sozinho. A chama imediatamente se propagou, liberou fumaça escura e ocorreu gotejamento. Aos 35 segundos houve a necessidade de intervenção para a extinção da mesma para prevenir riscos de acidentes.

Esse teste permitiu concluir que a espuma cinza teve ignição instantânea. A Figura 29 mostra a sequência de fotos da experiência com tempo do teste em segundos.

Repetindo o teste em condições semelhantes com a espuma preta, a chama do isqueiro foi mantida por 48 segundos próxima à espuma, demonstrando maior dificuldade em manter a chama acesa. A chama extinguiu-se assim que a fonte de

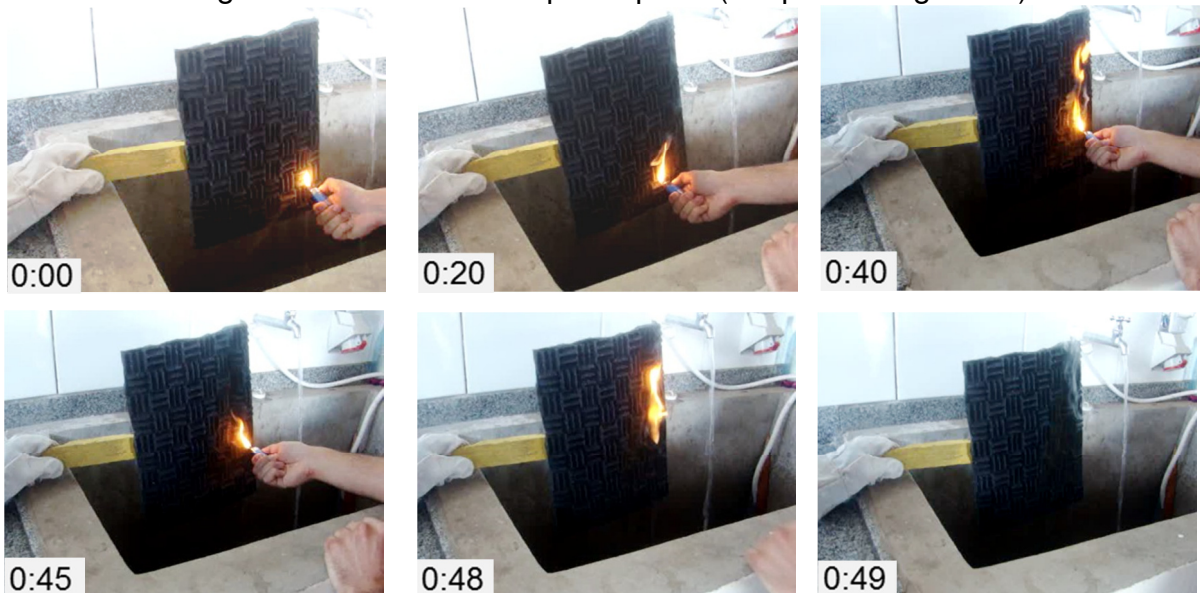
calor foi retirada. A Figura 30 mostra a sequência do teste com tempo descrito em segundos.

Figura 29 - Teste com espuma cinza (tempo em segundos).



Fonte: Acervo próprio.

Figura 30 - Teste com espuma preta (tempo em segundos).



Fonte: Acervo próprio.

Assim, verificou-se que as espumas tinham comportamentos diferentes frente à chama de um isqueiro.

Esse teste simples não permitiu, de forma alguma, classificar o material, porém foi possível concluir que a espuma cinza tem ignição instantânea

dispensando a necessidade de outros ensaios mais dispendiosos. A classificação exigida pelo CMAR para o prédio onde a espuma cinza está instalada é classe III-A para paredes e classe II-A para o teto, porém com o comportamento apresentado esse material não atingiria essa classe e optou-se por realizar os ensaios apenas com a espuma preta para classificação quanto à reação ao fogo.

Para isso, foram cortadas 6 amostras de 76 mm x 76 mm e 6 amostras de 460 mm x 150 mm. As espumas foram coladas na placa cimentícia de 6 mm (Figura 31).

Figura 31 - Amostras de espuma preta: 460 mm x 150 mm (a); 76 mm x 76 mm (b).



(a)



(b)

Fonte: Acervo próprio.

4.4 Resumo das Amostras

Após a etapa de preparação das amostras, elas foram embaladas e enviadas da cidade de Alegrete/RS para o Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões (LSFEx) do Centro Tecnológico do Ambiente Construído (CETAC) do IPT/SP. A Tabela 15 resume as quantidades e dimensões das amostras produzidas para realização de cada ensaio já citado.

Tabela 15 - Resumo dos materiais enviados para os ensaios de classificação quanto à reação ao fogo de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP com a descrição da quantidade e a dimensão.

Materiais Ensaçados	Ensaio (quantidade e dimensão das amostras)				
	ASTM E662	NBR 9442	ISO 11925-2	NBR 8660	
PISO	Piso de madeira em taco disposto sobre placa cimentícia. Madeira lixada	6 amostras 76 mm x 76 mm	-	6 amostras 90 mm x 250 mm	3 amostras 230 mm x 1050 mm
	Piso de madeira em taco disposto sobre placa cimentícia. Madeira lixada e com aplicação de 3 camadas de cera em pasta	6 amostras 76 mm x 76 mm	-	6 amostras 90 mm x 250 mm	3 amostras 230 mm x 1050 mm
	Piso de madeira em parquet colado sobre placa cimentícia. Madeira lixada	6 amostras 76 mm x 76 mm	-	6 amostras 90 mm x 250 mm	3 amostras 230 mm x 1050 mm
	Piso de madeira em parquet colado sobre placa cimentícia. Madeira lixada e com aplicação de 3 camadas de cera em pasta	6 amostras 76 mm x 76 mm	-	6 amostras 90 mm x 250 mm	3 amostras 230 mm x 1050 mm
	Piso melamínico de alta pressão colado sobre placa cimentícia	6 amostras 76 mm x 76 mm	-	6 amostras 90 mm x 250 mm	3 amostras 230 mm x 1050 mm
	PAREDE / TETO	Divisória Leve sem pintura	6 amostras 76 mm x 76 mm	6 amostras 150 mm x 460 mm	-
Divisória Leve com pintura retardante de chama e selador da MARCA C		6 amostras 76 mm x 76 mm	6 amostras 150 mm x 460 mm	-	-
Espuma acústica colada sobre placa cimentícia		6 amostras 76 mm x 76 mm	6 amostras 150 mm x 460 mm	-	-

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para acompanhar os ensaios foi realizada uma visita ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Devido ao tempo de calibração dos equipamentos que varia para cada um deles, as amostras foram ensaiadas sem uma ordem específica por aparato. A descrição dos resultados obtidos está apresentada separadamente para cada tipo de material ensaiado.

5.1 Piso de Madeira em Taco

Como foi explicado em 4.3.1, o piso de madeira em taco de Ipê nas dimensões 70 mm x 210 mm e espessura de 20 mm, contendo a camada de piche e areia grossa na face inferior, foi ensaiado em duas situações: com a madeira lixada; e com a madeira lixada com 3 camadas de cera em pasta. Dessa forma, as amostras foram identificadas como “sem cera” e “com cera”, respectivamente.

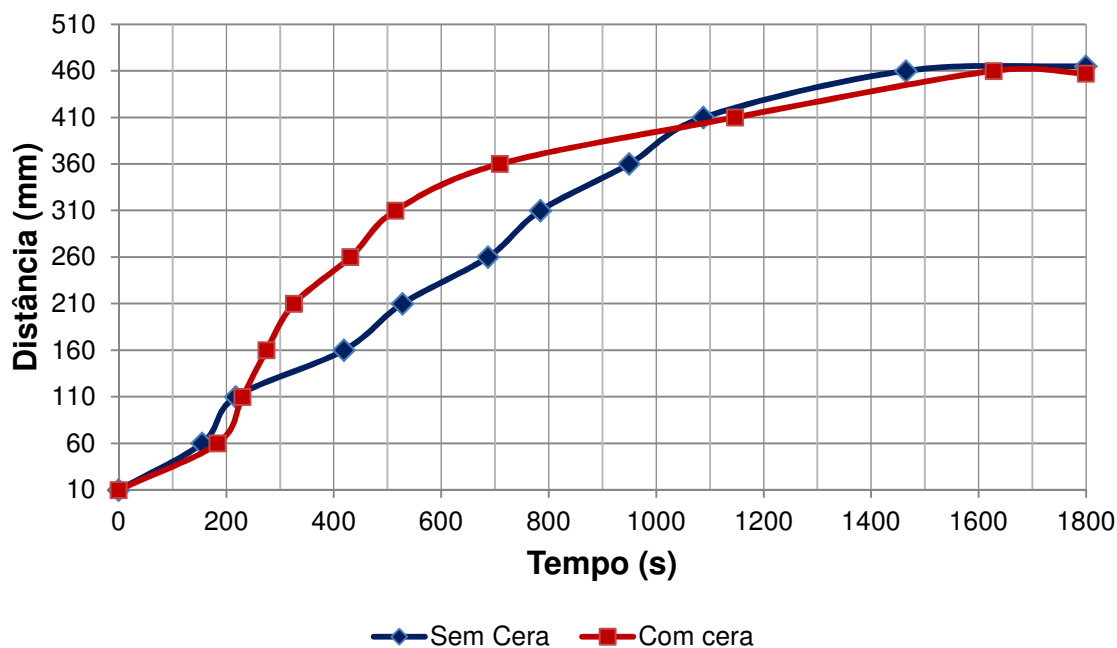
No ensaio de reação ao fogo em piso (NBR 8660, 2013) para o piso de madeira em taco sem cera, a propagação máxima da chama foi de 465 mm que ocorreu no tempo máximo de ensaio que é de 30 minutos (RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 072 087-203, 2015). Enquanto que, para o piso de madeira em taco com cera, a propagação máxima da chama foi de 457 mm ocorrida aos 27 minutos de ensaio (RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 072 078-203, 2015).

Assim, o fluxo crítico médio de energia radiante (CHC) para o piso de madeira em taco sem cera ensaiado foi 4,2 kW/m² e o CHC para o piso de madeira em taco com cera foi 4,3 kW/m². Os dois valores encontrados são maiores que 3,0 kW/m² e menores que 4,5 kW/m², enquadrando-se na classe IV da IT 10/2011 CB PMESP (2011).

A evolução da propagação de chama para o piso de madeira em taco sem cera está representada pela linha azul no gráfico da Figura 32, enquanto que a linha vermelha representa o piso de madeira em taco com cera. Foi percebido que a cera colaborou para o aumento da propagação da chama em comparação com o resultado das amostras sem cera, praticamente, até a metade do ensaio (1000

segundos). No entanto, após isso a evolução da chama nas duas situações ensaiadas ocorreu de forma semelhante.

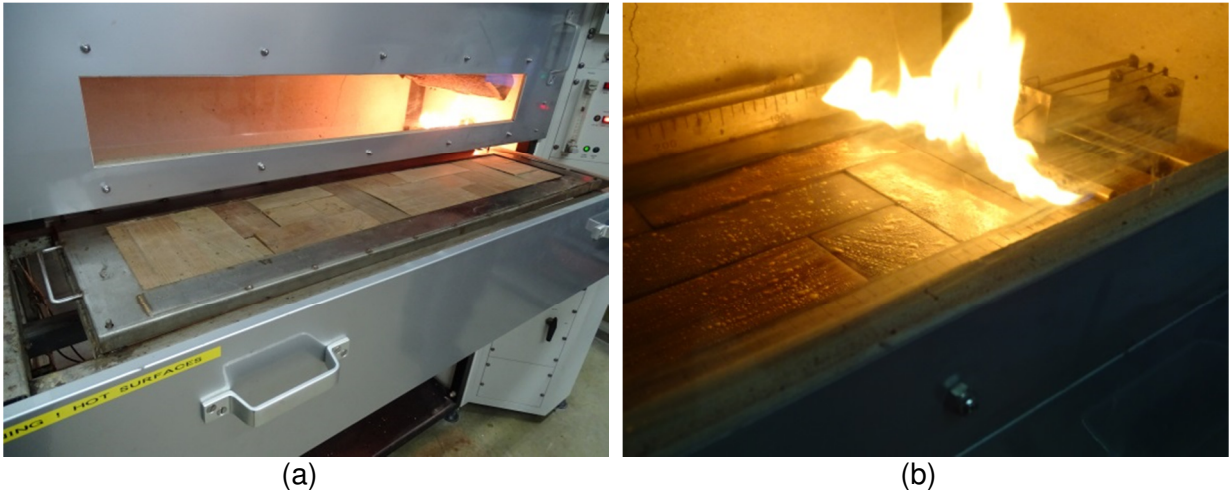
Figura 32 - Evolução da propagação média de chama para amostras de piso de madeira em taco sem e com aplicação de cera em pasta no ensaio de reação ao fogo em piso (NBR 8660, 2013).



Fonte: Adaptado dos resultados apresentados no Relatório de Ensaio nº 1 072 087-203 e 1 072 078-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

No início do ensaio com as amostras com cera foi possível perceber que houve a formação de pequenas bolhas que representam o derretimento e a decomposição da camada superficial da cera. Essa camada de cera pode ter contribuído para a maior propagação da chama nas amostras de piso com acabamento de cera em pasta. Após a camada de cera ter sido consumida, a madeira apresentou comportamento semelhante para as duas situações estudadas.

Figura 33 - Amostras do piso de madeira em taco no ensaio de reação ao fogo em pisos: amostra instalada na gaveta do equipamento (a); início do ensaio (b).



Fonte: Acervo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT.

No ensaio de ignitabilidade (ISO 11925-2, 2010) nenhuma amostra de piso de madeira em taco atingiu a marca de 150 mm em 15 segundos de exposição à chama padrão, tanto para aplicação da chama na superfície, como na borda (RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 072 077-203, 2015) e (RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 072 086-203, 2015). Assim, os pisos de madeira em taco sem aplicação de cera e com aplicação de cera em pasta, podem ser classificados entre as classe II e V da IT 10/2011 CB PMESP (2011). (Figura 34)

Figura 34 - Amostras do piso de madeira em taco no ensaio de ignitabilidade: de borda(a); de superfície (b).



Fonte: Acervo próprio.

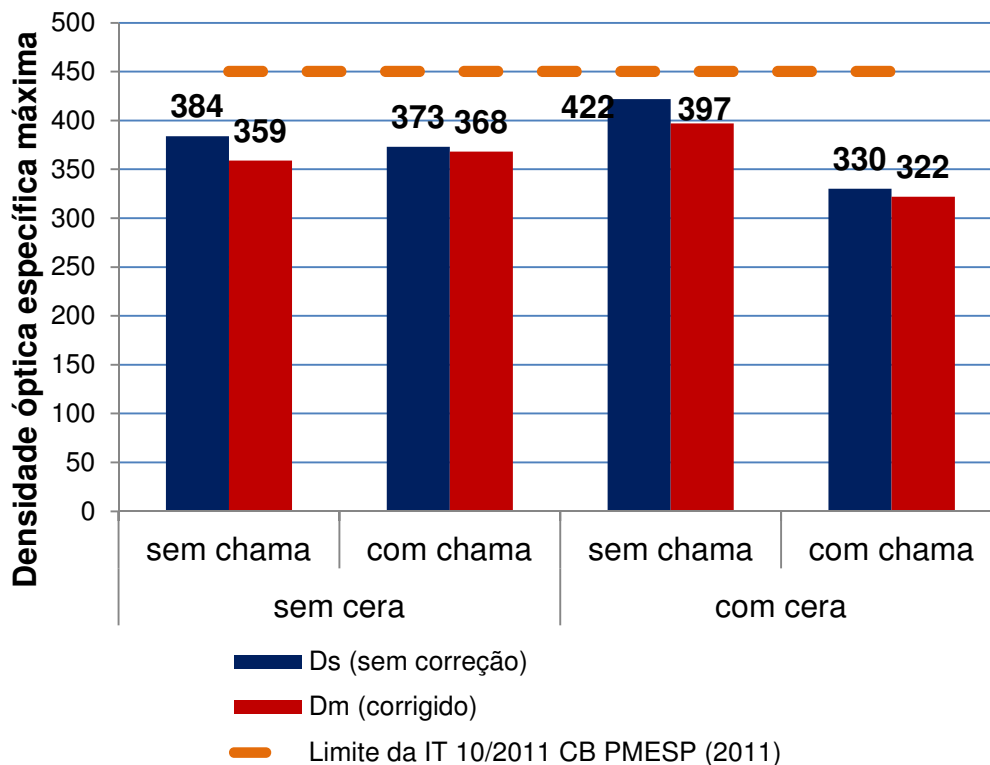
O ensaio de determinação da densidade óptica da fumaça (ASTM E 662, 2015) foi realizado para o piso de madeira em taco sem e com aplicação de cera em

pasta. Para cada uma das duas situações foi realizado o ensaio de decomposição pirolítica sem chama e de combustão com chama.

Nesse ensaio é fornecida a média da densidade óptica máxima dos 3 corpos de prova ensaiados em cada uma das situações chamada de densidade óptica específica máxima sem correções (Ds). O equipamento de ensaio fornece também a densidade óptica específica máxima corrigida (Dm), que é o valor considerado para a classificação quanto à reação ao fogo na IT 10/2011 CB PMESP (2011).

No gráfico da Figura 35, os valores de cor azul representam Ds para o piso de madeira em taco nas quatro situações ensaiadas, enquanto que as colunas em vermelho representam o valor de Dm. Observando os resultados, é possível verificar que as amostras de piso em taco com cera, na situação de combustão com chama, apresentaram a menor média de densidade óptica específica máxima de fumaça. Oposto a isso, as amostras com cera na situação de decomposição pirolítica sem chama apresentaram a maior média de densidade óptica específica máxima de fumaça.

Figura 35 - Gráfico comparativo das densidades ópticas específicas máximas sem correções e corrigidas para o piso de madeira em taco nas quatro situações ensaiadas.



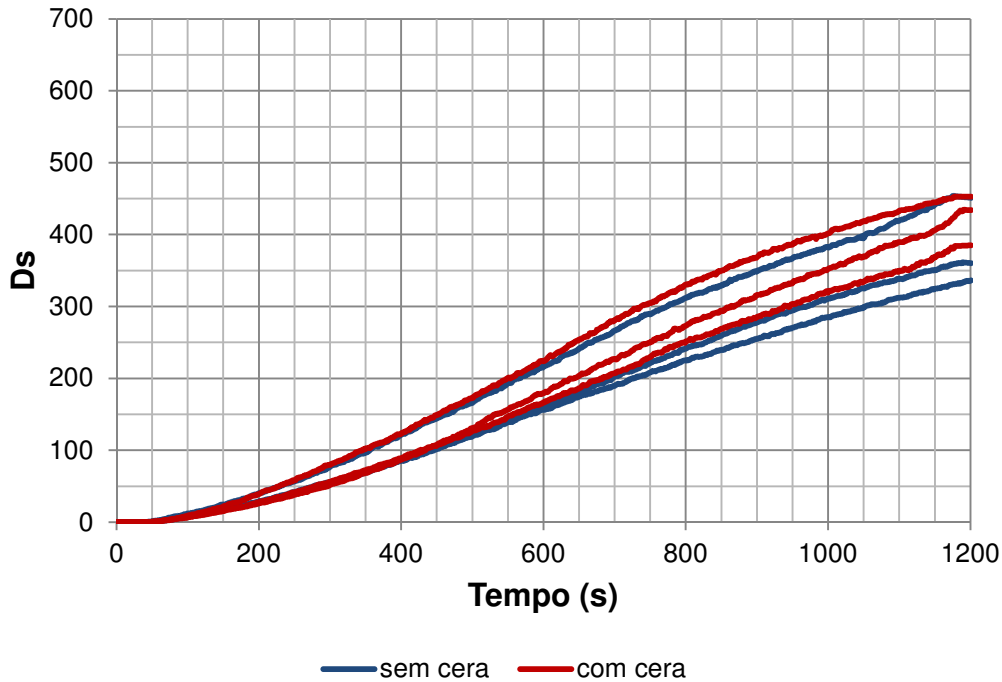
Fonte: Adaptado dos resultados apresentados nos Relatórios de Ensaio nº 1 072 075-203, e 1 072 085-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

O gráfico da Figura 36 apresentam a densidade óptica específica em função do tempo para os 6 corpos de prova (CP) ensaiados na situação sem chama enquanto que os gráficos Figura 37 (a) e (b) apresentam a densidade óptica específica em função do tempo na situação de combustão com chama.

Ao fazer uma análise do comportamento da densidade óptica específica em função do tempo nas situações de decomposição pirolítica sem chama e da combustão com chama, é possível perceber que o comportamento é completamente diferente. Quando a madeira é exposta a um fluxo de calor radiante, ela carboniza apesar de não ocorrer a ignição, o que proporciona a produção de fumaça. Ao contrário disso, quando a madeira é exposta a chama incidente, ela logo igniza, produzindo calor na forma de flamejamento e pouca fumaça, porém, com a carbonização da camada superficial o material apresenta a formação de fumaça.

Ao analisar a influência da cera no comportamento da densidade óptica específica em função do tempo na decomposição pirolítica sem chama (Figura 36), primeiro é possível observar dois tipos de comportamentos diferentes. Dois corpos de prova, um com cera e outro sem cera se afastam do comportamento de todos os outros corpos de prova praticamente desde o começo do ensaio. Apesar desta diferença, todos os corpos de prova com cera terminaram apresentando valores de D_s superiores (em cada um dos tipos de comportamento apresentado) que os corpos de prova sem cera. Isto sugere que a cera, nesse caso, contribuiu para a maior produção de fumaça.

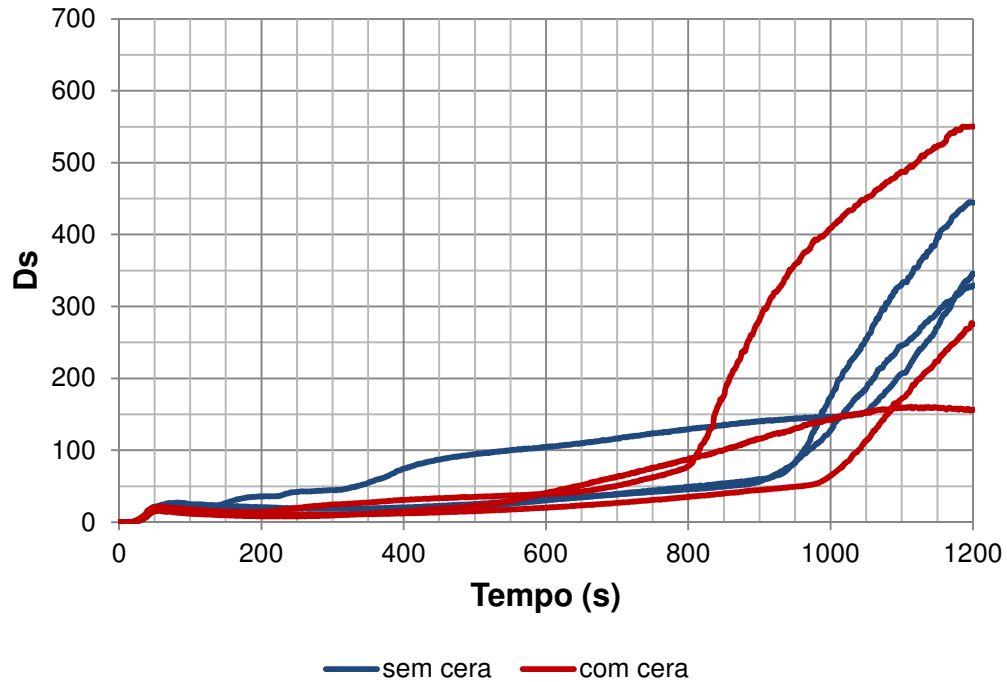
Figura 36 - Densidade óptica específica em função do tempo para piso de madeira em taco sem chama.



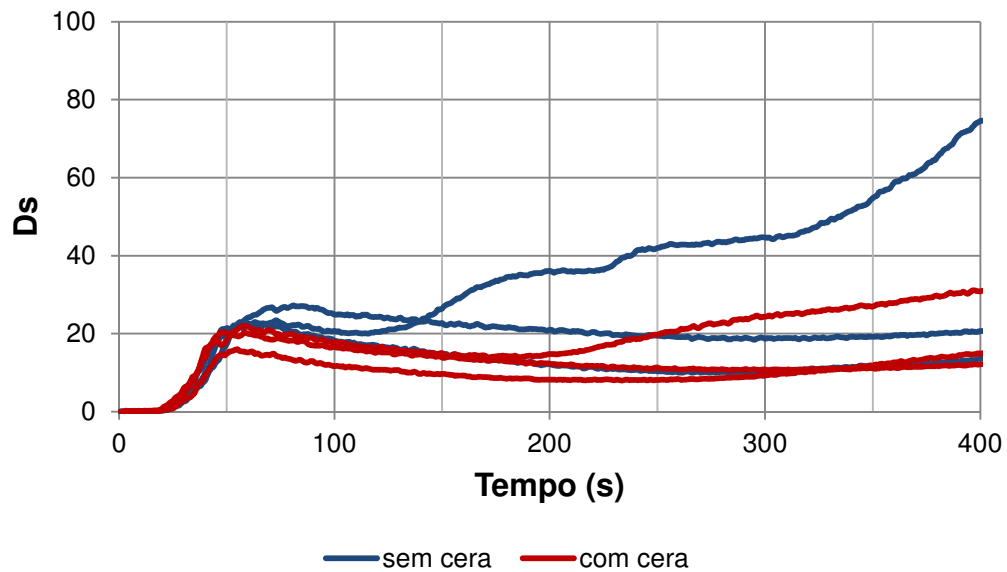
Fonte: Adaptado dos resultados apresentados nos Relatórios de Ensaio nº 1 072 075-203, e 1 072 085-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

Da mesma forma, ao verificar o comportamento da densidade óptica específica em função do tempo para a combustão com chama das amostras sem cera e com cera (Figura 37 - a), aparentemente não é possível afirmar nada devido a grande variabilidade no comportamento encontrado. Porém, se for observado o começo do teste, até dos 200 segundos (Figura 37 - b), é possível perceber que todos os corpos de prova sem cera apresentaram maior produção de fumaça que os corpos de prova com cera. Isto é, amostras sem cera apresentam D_s maior que as amostras com cera. Nessa situação, a cera contribuiu para produção de menos fumaça no início do ensaio.

Figura 37 - Densidade óptica específica em função do tempo para piso de madeira em taco com chama: ensaio completo (a); detalhe do começo do ensaio (b).



(a)



(b)

Fonte: Adaptado dos resultados apresentados nos Relatórios de Ensaio nº 1 072 075-203, e 1 072 085-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

As duas fotos da Figura 38 mostram que o piso de madeira em taco ensaiado apresenta uma carbonização mais superficial no ensaio sem chama (a) e uma queima mais profunda quando o material é exposto à chama e ocorre a ignição.

Figura 38 - Ensaio de determinação da densidade óptica da fumaça do piso de madeira em taco sem chama (a), e com chama (b).



Fonte: Acervo próprio.

Com os resultados de densidade óptica específica máxima corrigida obtidos, foi possível verificar que em nenhum caso o limite estabelecido na IT 10/2011 CB PMESP (2011) de 450 foi atingido, portanto, o piso de madeira em taco sem e com aplicação de cera em pasta pode ser classificado com A.

Assim, os pisos de madeira em taco de Ipê com dimensões 70 mm x 210 mm x 20 mm (largura x comprimento x espessura) dispostos no formato “espinha de peixe” apenas lixado, bem como o lixado com aplicação de 3 camadas de cera em pasta foram enquadrados na classe IV-A, de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP (2011).

Como mostrado na Tabela 4 (item 2.2), para as edificações mais comuns na instituição (grupo D e E), os pisos devem ser classificados no máximo até a classe IV-A. Portanto, o piso de madeira em taco de Ipê ensaiado com acabamento lixado e com acabamento de cera em pasta está enquadrado na classificação exigida pela IT 10/2011 CB PMESP (2011).

Fazendo-se uma observação mais abrangente, os pisos de madeira em taco de Ipê sem cera e com aplicação de cera em pasta podem ser utilizados em qualquer situação com exigência de controle de materiais de acabamento e revestimento, pois a classe IV-A é permitida para qualquer grupo ou divisão de edificação.

5.2 Piso de Madeira em Parquet

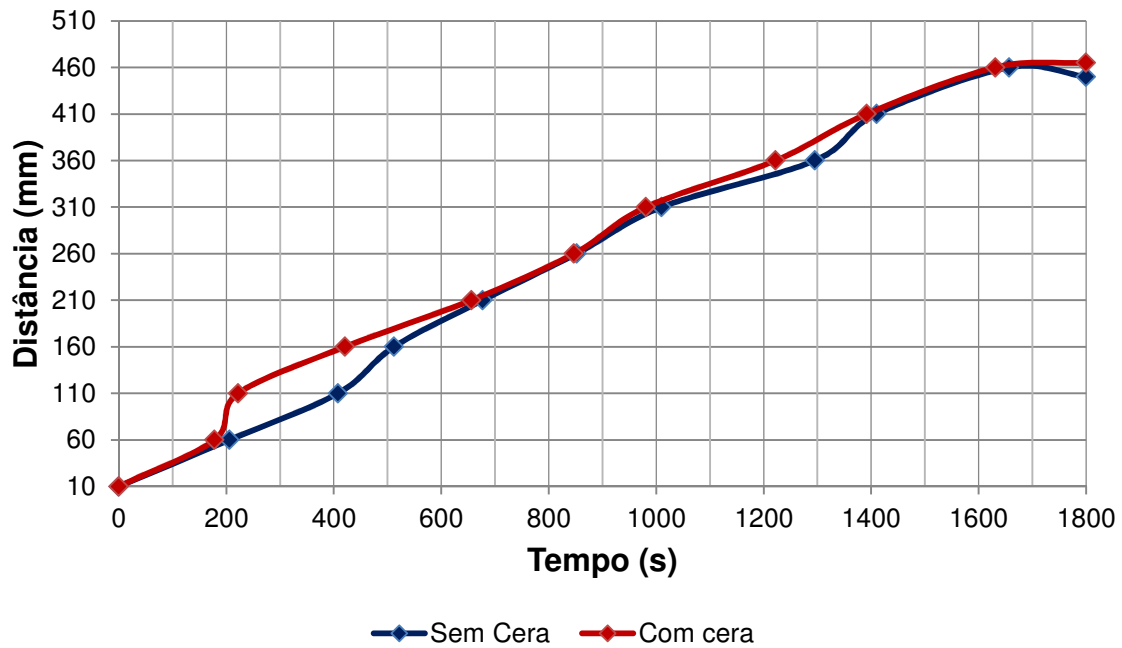
As placas de piso de madeira em parquet do tipo Ipê tem dimensão 48 cm x 48 cm e espessura de 8 mm e colado com adesivo PVA extra foram ensaiadas em duas situações: com a madeira lixada e com a madeira lixada com 3 camadas de cera em pasta. Assim, as amostras foram identificadas como “sem cera” e “com cera”.

O piso de madeira em parquet sem cera apresentou propagação máxima da chama de 450 mm que ocorreu no tempo máximo de ensaio de reação ao fogo em pisos (NBR 8660, 2013). Da mesma forma, para o piso de madeira em parquet com cera, a propagação máxima da chama foi de 465 mm ocorrida também ao final do ensaio (30 minutos). Com o valores obtidos determinou-se que o fluxo crítico médio de energia radiante (CHC) para o piso de madeira em parquet sem cera ensaiado foi 4,4 kW/m² e o CHC para o piso de madeira em parquet com cera foi 4,2 kW/m². Os dois valores encontrados são maiores que 3,0 kW/m² e menores que 4,5 kW/m², enquadrando-se na classe IV da IT 10/2011 CB PMESP (2011).

Ao observar o gráfico da Figura 39, a linha azul representa a evolução da propagação de chama média para o piso de madeira em parquet sem cera, enquanto que a linha vermelha representa a evolução do piso de madeira em parquet com cera. Foi percebido que a cera apresentou influência para o aumento da propagação da chama em comparação com o resultado das amostras sem cera até os 10 minutos iniciais do ensaio.

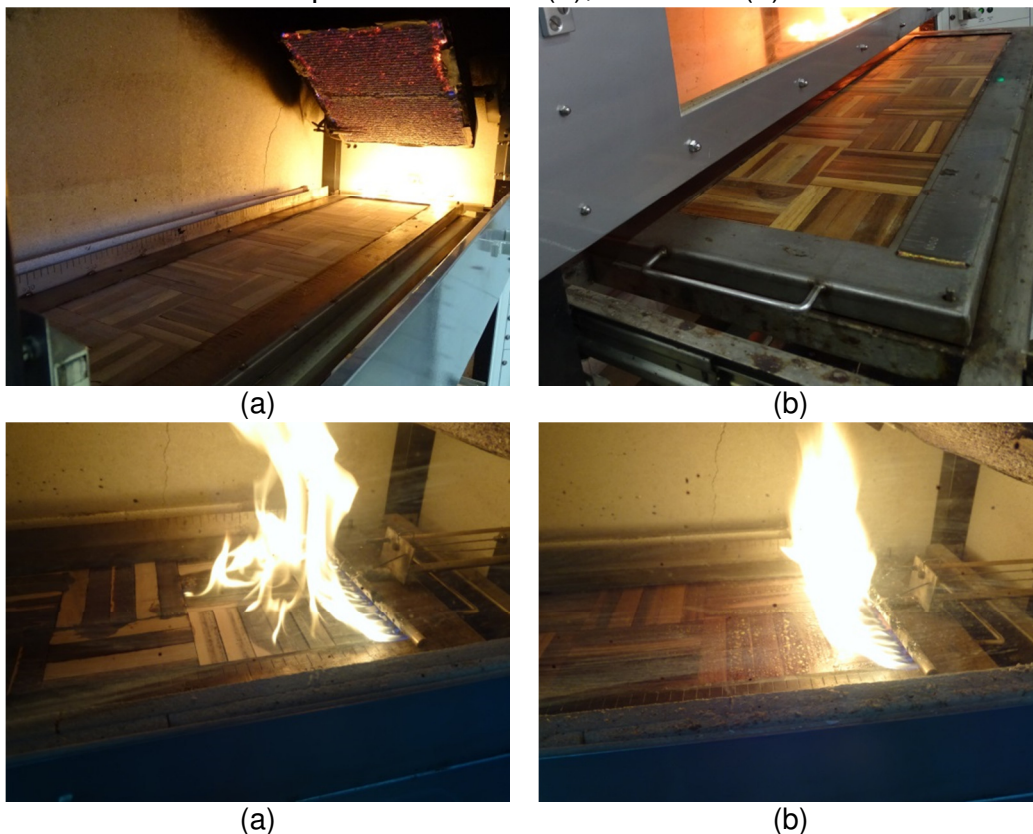
A Figura 40 mostra o ensaio de reação ao fogo em pisos para uma amostra sem cera no índice (a) e para uma amostra com cera no índice (b).

Figura 39 - Evolução da propagação de chama média para amostras de piso de madeira em parquet sem e com cera no ensaio de reação ao fogo em pisos.



Fonte: Adaptado dos resultados apresentados nos Relatórios de Ensaio nº 1 072 091-203 e 1 072 095-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

Figura 40 - Amostras do piso de madeira em parquet no ensaio de reação ao fogo em pisos: sem cera (a); com cera (b).



Fonte: Acervo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT.

Uma amostra de piso de madeira em parquet do tipo Ipê carbonizada após o ensaio de reação ao fogo em pisos é mostrada na Figura 41.

Figura 41 - Ensaio de reação ao fogo: piso de madeira em parquet após ensaio (a); após resfriamento (b)



Fonte: Acervo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT.

Os pisos de madeira em parquet foram expostos ao ensaio de ignitabilidade de borda e de superfície, de acordo com a ISO 11925-2 (2010). Nenhuma amostra atingiu a marca de 150 mm em 15 segundos de exposição à chama padrão para aplicação da chama na superfície ou na borda (RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 072 090-203, 2015) e (RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 072 099-203, 2015). Assim, os pisos de madeira em parquet sem aplicação de cera e com aplicação de cera em pasta podem ser classificados entre as classe II e IV da IT 10/2011 CB PMESP (2011). Na Figura 42, está representado o ensaio de ignitabilidade do piso de madeira em parquet de borda e de superfície, onde é possível perceber a linha preta superior que representa a distância de norma de 150 mm que não foi atingida em nenhuma das amostras.

Figura 42 - Amostra do piso de madeira em parquet no ensaio de ignitabilidade: de borda (a); de superfície (b).

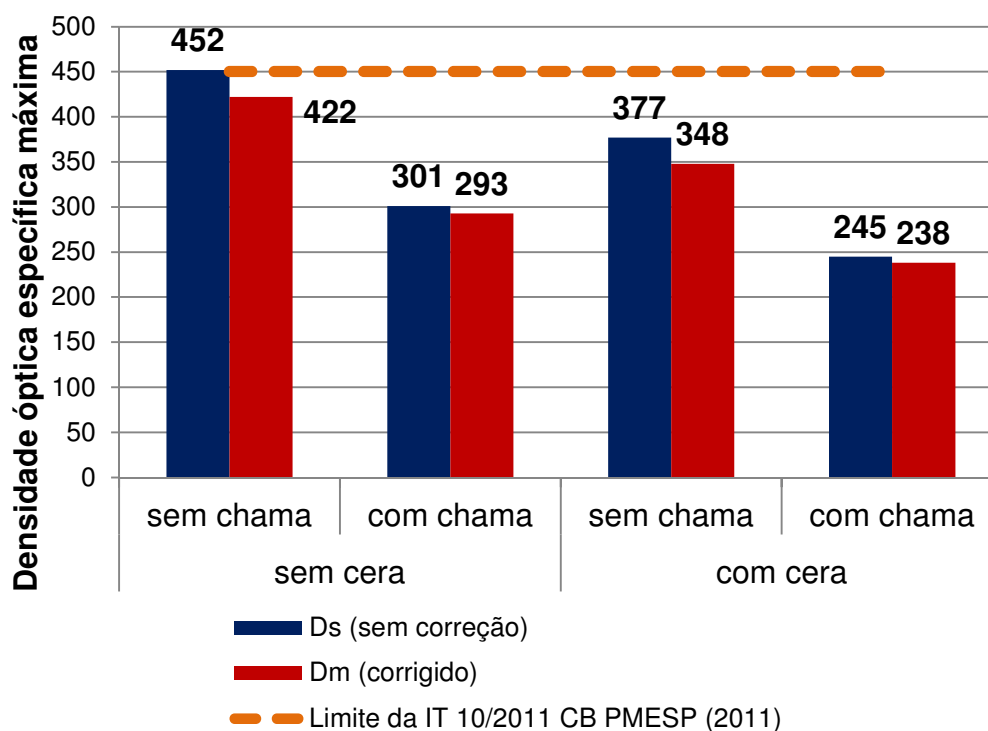


Fonte: Acervo próprio.

Foi realizado o ensaio de determinação da densidade óptica da fumaça (ASTM E662, 2015) para o piso de madeira em parquet sem e com aplicação de cera em pasta. Para cada uma das duas situações foi realizado o ensaio de decomposição pirolítica sem chama e de combustão com chama.

Observando os resultados apresentados no gráfico da Figura 43, é possível verificar que o piso de madeira em parquet sem cera na situação de decomposição pirolítica sem chama apresentou a maior densidade óptica específica máxima e o piso de madeira em parquet com cera exposto à chama incidente apresentou o menor resultado de densidade óptica específica máxima. Além disso, observou-se que a cera teve influência para a diminuição da produção de fumaça uma vez que os valores de densidade óptica específica máxima foram maiores nas amostras sem cera quando se compara situações semelhantes com relação à incidência ou não da chama.

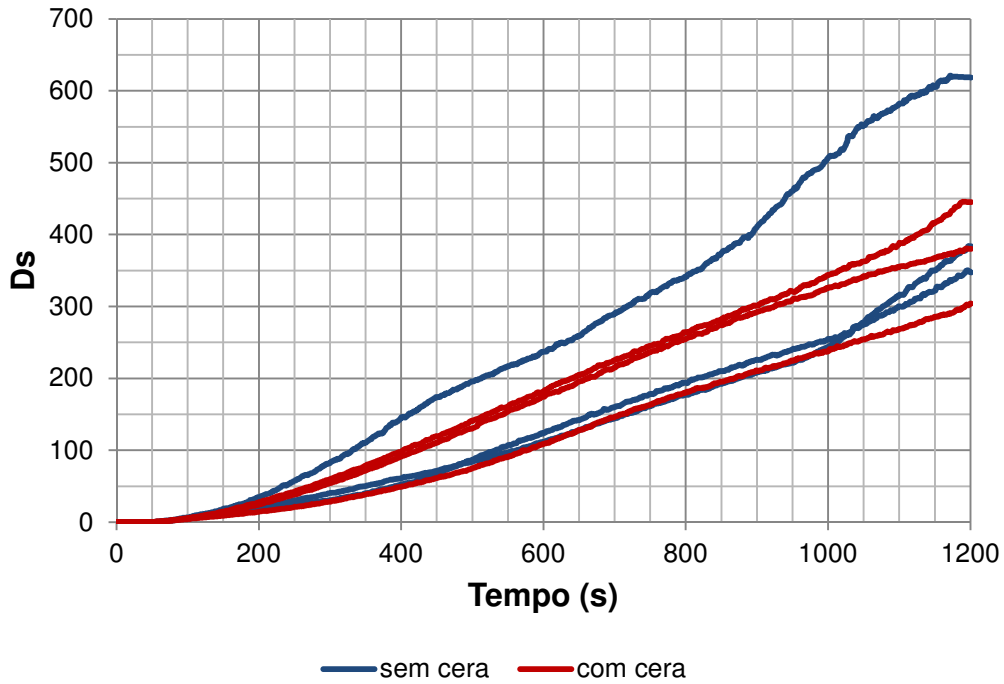
Figura 43 - Gráfico comparativo das densidades ópticas específicas máximas sem correções e corrigidas para o piso de madeira em parquet nas quatro situações ensaiadas.



Fonte: Adaptado dos resultados apresentados nos Relatórios de Ensaio nº 1 072 089-203, e 1 072 093-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

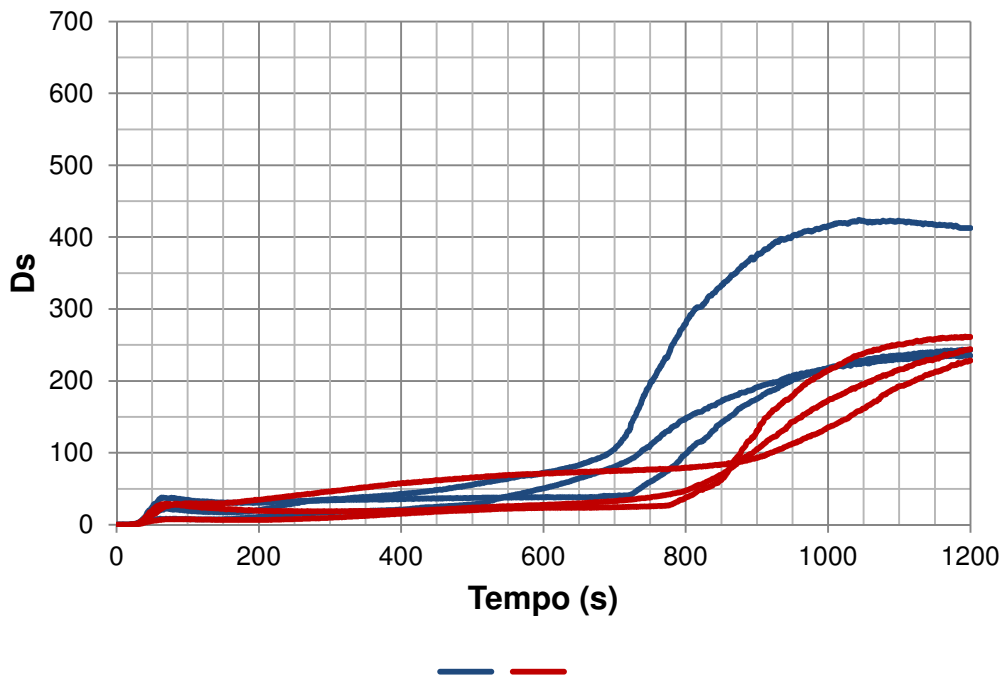
Lembrando que, tanto o piso de madeira em taco como o piso de madeira em parquet, utilizam a mesma matéria-prima: a madeira do tipo Ipê, já seria esperado que os resultados do comportamento da densidade óptica específica em função do tempo nas situações de decomposição pirolítica sem chama e da combustão com chama seriam semelhantes como está representado nos gráficos da Figura 44 e Figura 45. Assim, o piso de madeira em parquet quando é exposto a um fluxo de calor radiante carboniza sem ocorrer ignição, o que proporciona o aumento da produção de fumaça. Ao contrário disso, quando o mesmo foi exposto a chama incidente ocorreu o flamejamento, produzindo menos fumaça, no entanto, com a carbonização da camada superficial, a curva apresenta uma mudança de direção que representa a maior produção de fumaça após a primeira metade do tempo de ensaio.

Figura 44 - Densidade óptica específica em função do tempo para piso de madeira em parquet sem chama.



Fonte: Adaptado dos resultados apresentados nos Relatórios de Ensaio nº 1 072 089-203, e 1 072 093-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

Figura 45 - Densidade óptica específica em função do tempo para piso de madeira em parquet com chama.



Fonte: Adaptado dos resultados apresentados nos Relatórios de Ensaio nº 1 072 089-203, e 1 072 093-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

No gráfico da Figura 44, caso fosse descartado o valor mais distante, seria possível dizer que a cera apresenta pouca influência na densidade óptica específica para o piso de madeira em parquet quando na situação de decomposição pirolítica, uma vez que as outras cinco curvas estariam muito próximas umas das outras.

No entanto, para a situação de combustão com chama é possível afirmar que a cera retarda a produção de fumaça, pois a mudança de inclinação da curva para as amostras sem cera ocorreu entre 700 e 730 segundos de ensaios, enquanto que para as amostras com cera essa alteração é vista entre 800 e 900 segundos aproximadamente.

Com os resultados médios de densidade óptica específica máxima corrigida obtidos, foi possível verificar que o limite estabelecido na IT 10/2011 CB PMESP (2011) de 450 não foi ultrapassado, assim tanto o piso de madeira em parquet sem cera como o mesmo piso com aplicação de cera em pasta podem ser classificados como A.

Fazendo o enquadramento dos resultados de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP (2011), os pisos de madeira em parquet do tipo Ipê em placa de 48 cm x 48 cm e espessura de 8 mm colados com adesivo PVA extra, nas duas situações estudadas (apenas lixado; e lixado com aplicação de 3 camadas de cera em pasta) são classificados como IV-A.

Semelhante ao ocorrido para os pisos de madeira em taco, os pisos de madeira em parquet lixados e lixados com aplicação de cera em pasta podem ser utilizados em qualquer situação com exigência de controle de materiais de acabamento e revestimento, pois a classe IV-A para pisos é permitida para qualquer grupo ou divisão de edificação.

5.3 Piso Melamínico de Alta Pressão

No ensaio de reação ao fogo em pisos (NBR 8660, 2013) para o piso melamínico de alta pressão, a propagação máxima da chama foi de 65 mm que ocorreu até os 10 minutos iniciais do ensaio. Assim, de acordo com o item 8.1 da norma, quando a propagação não atinge a primeira marca de 110 mm de distância do zero, o valor do fluxo de calor crítico seria $\geq 11 \text{ kW/m}^2$. Porém, como a mesma

norma determina que seja lido aproximando para os 0,2 kW/m² mais próximos, então o valor do fluxo crítico médio de energia radiante para o piso melamínico de alta pressão ensaiado é de 10,9 kW/m² (RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 072 101-203, 2015). Como o valor é maior que 8,0 kW/m², o material ensaiado pode ser classificado como classe II, segundo a IT 10/2011 CB PMESP (2011). A realização desse ensaio está apresentada na Figura 46.

Figura 46 - Amostra de piso melamínico de alta pressão no ensaio de reação ao fogo em piso



Fonte: Acervo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT.

No ensaio de ignitabilidade (ISO 11925-2, 2010), foram ensaiadas 3 amostras com aplicação do queimador na borda da amostra e outras 3 com aplicação na superfície. Para o piso melamínico de alta pressão ensaiado não ocorreu ignição em nenhuma das 6 amostras. A marca de 150 mm em 15 segundos não foi atingida em nenhum dos 6 testes, bem como não ocorreu gotejamento durante o período ensaiado (RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 071 100-203, 2015). Durante o ensaio foi observada a liberação fumaça de coloração cinza. As fotos apresentadas na Figura 47 mostram o ensaio de ignitabilidade com aplicação da chama na borda (a) e na superfície (b).

Figura 47 - Amostra de piso melamínico de alta pressão no ensaio de ignitabilidade com aplicação do queimador na borda (a) e na superfície(b).

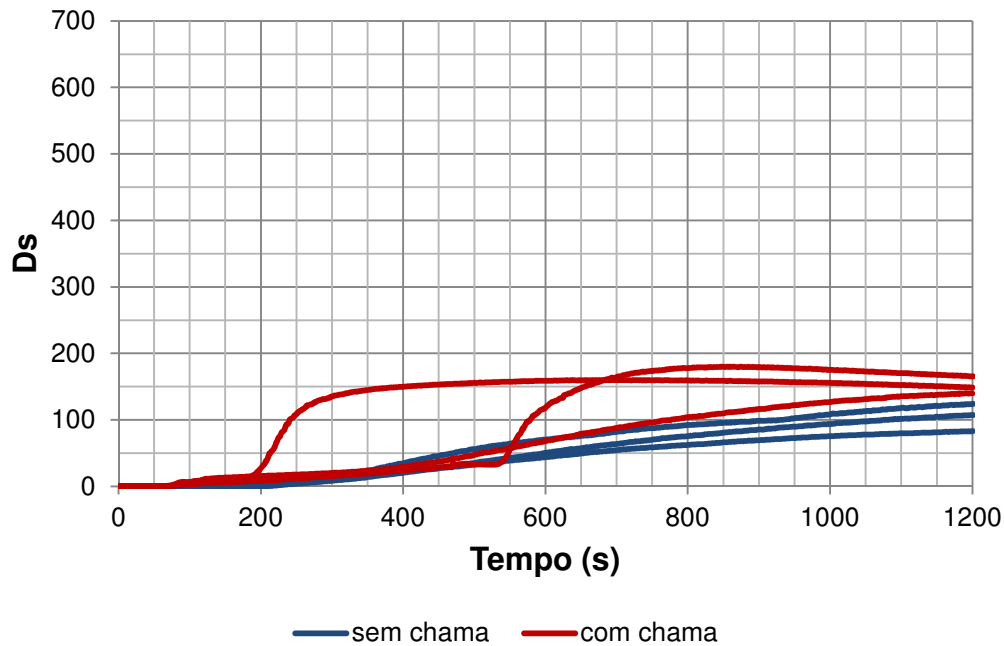


Fonte: Acervo próprio.

Na observação do ensaio de determinação da densidade óptica da fumaça (ASTM E662, 2015), foi verificado que o piso melamínico de alta pressão apresentou densidade óptica específica máxima sem correções (D_s) de 105 para o ensaio de decomposição pirolítica sem chama, enquanto no de combustão com chama foi de 160. O valor da densidade óptica específica máxima sem correções corresponde à média do índice de densidade óptica específica máxima de cada corpo de prova nas duas situações determinadas. O equipamento fornece a densidade óptica específica máxima corrigida (D_m) onde o piso melamínico de alta pressão apresentou 102 quando ensaiado sem chama e 147 na condição de combustão com chama.

A Figura 48 apresenta o gráfico que compara o comportamento do piso melamínico de alta pressão na situação de decomposição pirolítica (sem chama) e de combustão do material (com chama).

Figura 48 - Densidade óptica específica em função do tempo para piso melamínico de alta pressão.



Fonte: Adaptado do Relatório de Ensaio nº 1 072 099-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

Nesse caso, é possível perceber que, na decomposição pirolítica, a densidade específica máxima de cada corpo de prova é atingida ao final do ensaio, no tempo de 1200 segundo. No entanto, para dois dos corpos de prova que sofrem combustão, o valor de densidade óptica específica máxima ocorre aos 684 e aos 876 segundos, com leve tendência de diminuição após isso. Esse comportamento pode ocorrer devido a maior velocidade de queima do material quando em contato com a chama. A diminuição ocorre por não haver mais material a ser queimado nessa situação.

A Figura 49 representa a amostra do piso melamínico de alta pressão após o ensaio de determinação óptica da fumaça.

Figura 49 - Amostra de piso melamínico de alta pressão no ensaio de determinação óptica da fumaça sem chama antes do ensaio (a) e após o ensaio (b).



Fonte: Acervo próprio.

Com os resultados obtidos nos 3 ensaios foi possível concluir que o piso melamínico de alta pressão ensaiado classifica-se como II-A de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP (2011). Assim, esse material também está apto a ser instalado em ambientes com exigência de controle de materiais de acabamento e revestimento (CMAR), seguindo a legislação atual.

Também é possível afirmar que o piso melamínico de alta pressão, testado nesse trabalho, apresenta um desempenho melhor frente ao fogo, quando comparado com os dois pisos de madeira estudados.

5.4 Divisória Leve

A divisória leve com acabamento em resina melamínica de baixa pressão e espessura nominal de 35 mm foi ensaiada quanto à reação ao fogo com acabamento de fábrica e com pintura retardante de chama da MARCA C.

Os resultados apresentados na sequência são descritos como divisória leve sem pintura, que representa o material nas condições de fábrica, e divisória leve com pintura que representa o mesmo material com aplicação de duas camadas de pintura retardante de chama e duas camadas de selador, ambos da MARCA C, nas condições descritas no item 4.3.4.

No ensaio de propagação superficial de chama (NBR 9442, 1988) são testados 3 corpos de prova, que resultam na leitura do Fator de evolução do calor

(Q) e o Fator de propagação de chama (Pc). De acordo com a norma citada, o Índice de propagação superficial de chama (Ip) é o resultado da multiplicação de Q e Pc. A classificação dos materiais ensaiados se faz calculando o Fator de evolução do calor médio e o Fator de propagação de chama médio entre as 3 amostras testadas. Assim, obtém-se o Índice de propagação superficial de chama médio, que é o valor utilizado para enquadramento dos materiais nessa norma. A Tabela 16 apresenta os resultados médios obtidos no ensaio de propagação superficial de chama para a divisória leve sem pintura e a divisória leve com pintura.

Tabela 16 - Resultados médios do ensaio de propagação superficial de chama (NBR 9442, 1988) para divisória leve sem pintura e com pintura retardante de chama da MARCA C.

Parâmetros	Divisória Leve	
	Sem pintura	Com Pintura
Índice de propagação de chama (Ip)	108	167
Fator de evolução de calor (Q)	17	19,6
Fator de propagação de chama (Pc)	6,4	8,4

Fonte: Adaptado dos resultados apresentados nos Relatórios de Ensaio nº 1 072 117-203, e 1 072 120-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

Ao ensaiar as divisórias leves sem pintura foi obtido o Ip médio de 108. Como o valor está entre 76 e 150, a divisória leve sem pintura enquadra-se como classe C, segundo a NBR 9442 (1988).

Realizando o mesmo ensaio anterior, a divisória leve com pintura retardante de chama e selador da MARCA C apresentou Ip de 167. O valor encontrado está entre 151 e 400, o que classifica o material ensaiado como classe D.

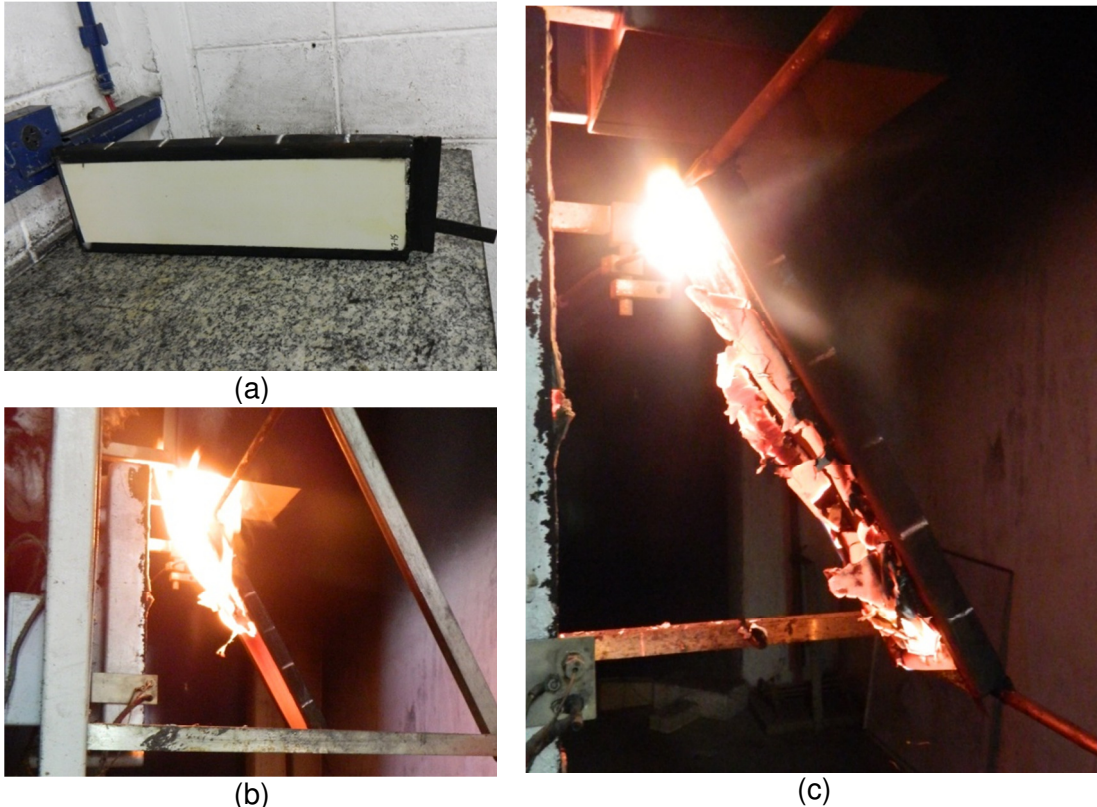
Durante o ensaio de propagação superficial de chama o fogo rapidamente penetrou na camada interna da placa composta por papel e se propagou mais pela face interna do que pela externa da divisória.

A Figura 50 mostra o ensaio de propagação superficial de chama da divisória leve sem pintura, mas o mesmo vale para as amostras com pintura retardante de chama. A diferença entre elas foi observada na velocidade com que o fogo atingiu as marcas determinadas pela norma, fator este que representou a diferença na classificação das divisórias leves sem pintura e com pintura.

Também foi observado durante o ensaio de propagação superficial de chama (NBR 9442, 1988) que a carbonização superficial avançou por 98% da superfície

dos corpos de prova sem pintura e por toda a superfície dos corpos de prova com pintura. Não houve gotejamento de material em chama e ocorreu desenvolvimento de fumaça de coloração preta para os dois casos.

Figura 50 - Amostra de divisória leve no ensaio de propagação superficial de chama: antes do ensaio (a); durante o ensaio (b); no final do ensaio(c).

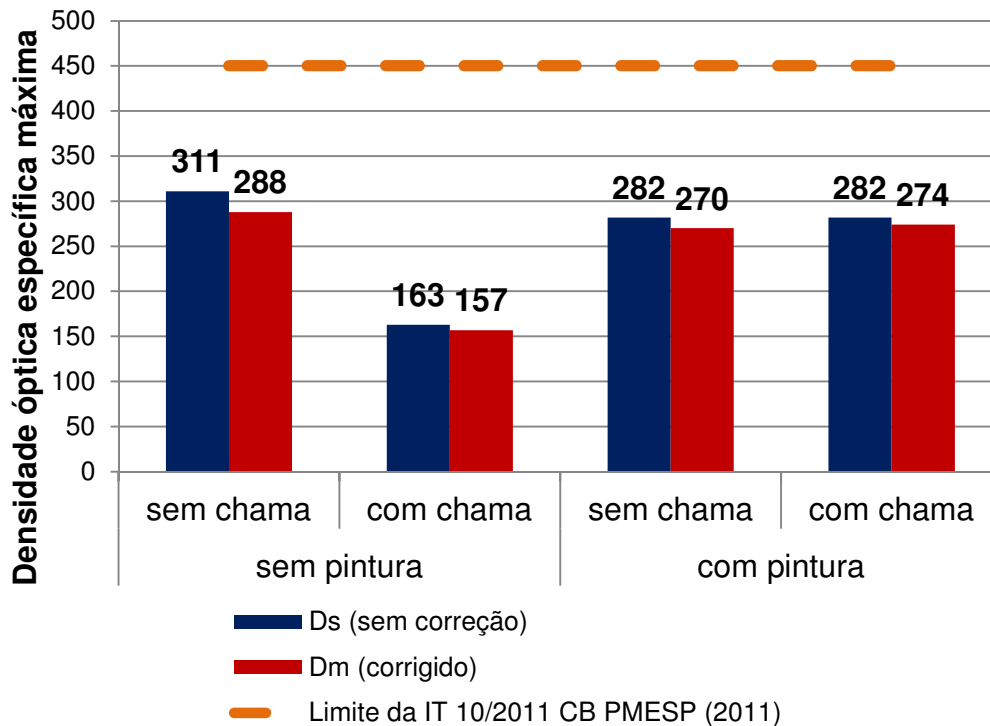


Fonte: Acervo próprio.

Seguindo a ASTM E662 (2015), o ensaio de determinação da densidade óptica da fumaça foi realizado para amostras de divisória leve sem aplicação de pintura e com aplicação de pintura retardante de chama e selador da MARCA C. E para cada uma das duas situações foi realizado o ensaio de decomposição pirolítica sem chama e de combustão com chama.

Para o gráfico da Figura 51, os valores representados pela cor azul representam D_s para a divisória leve nas quatro situações ensaiadas, enquanto que as colunas em vermelho representam o valor de D_m .

Figura 51 - Gráfico comparativo das densidades ópticas específicas máximas sem correções e corrigidas para a divisória leve nas quatro situações ensaiadas.



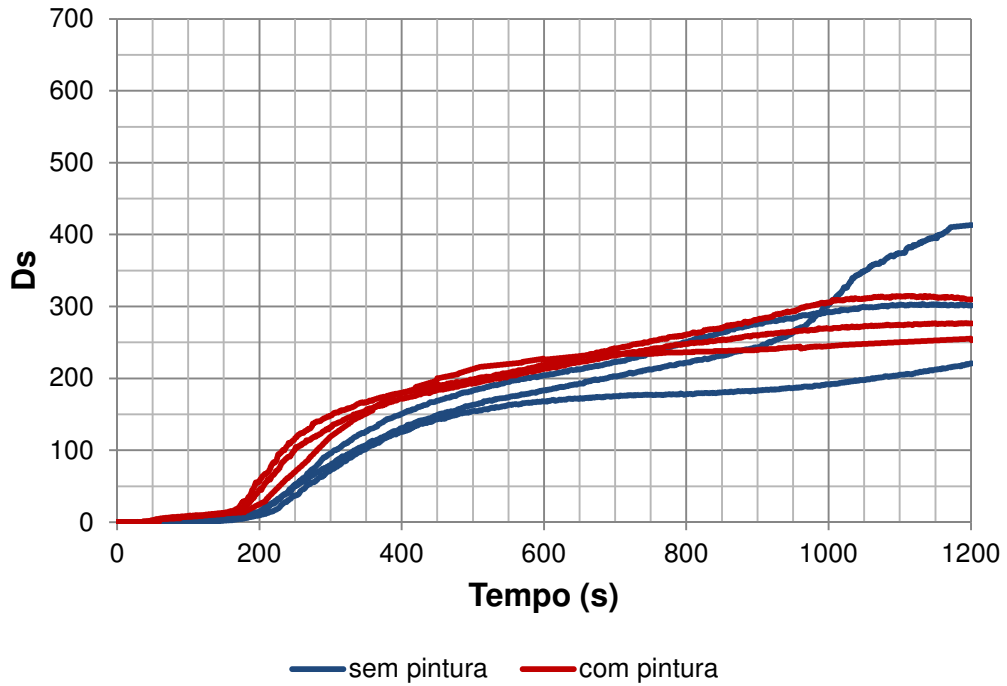
Fonte: Adaptado dos resultados apresentados nos Relatórios de Ensaio nº 1 072 116-203, e 1 072 119-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

Observando os resultados, é possível verificar que a divisória leve, sem pintura retardante de chama na situação de decomposição pirolítica sem chama, apresentou maiores densidades ópticas específicas máximas. No entanto, o mesmo material (divisória leve sem pintura), na condição de combustão com chama, apresentou os menores valores de densidades ópticas específicas máximas.

Fazendo uma análise dos resultados do comportamento dos 6 corpos de prova ensaiado para a condição de decomposição pirolítica da divisória leve (3 sem pintura e 3 com pintura), representado na Figura 52, é possível verificar que a pintura teve influência para aumentar a produção de fumaça até os primeiros 750 segundos. Posteriormente a isso, o comportamento de cinco amostras foi semelhante.

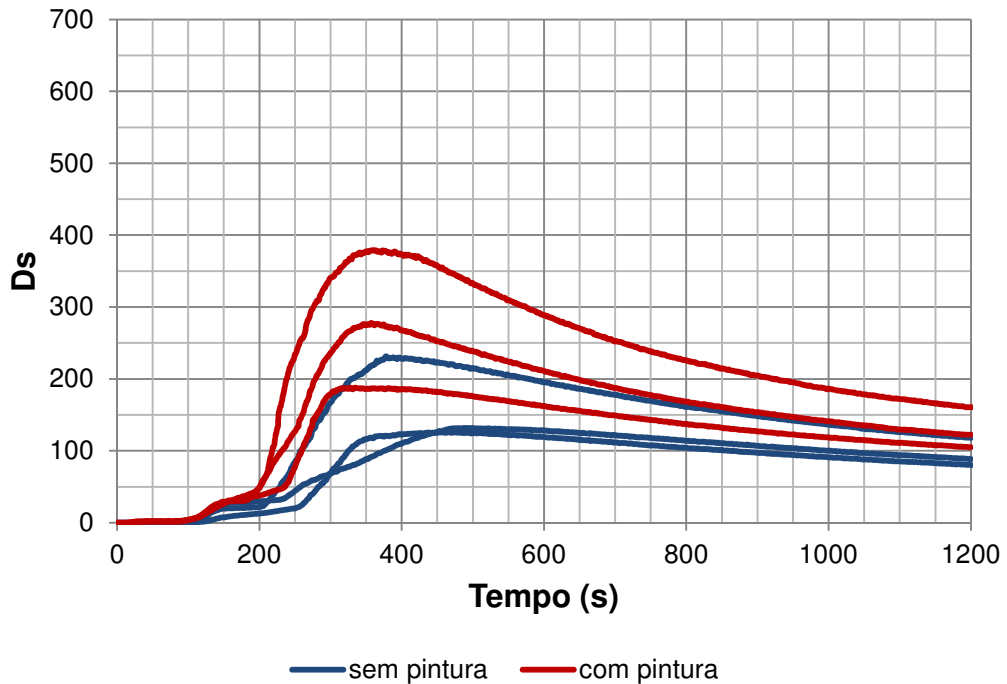
A observação do gráfico da Figura 53, que apresenta o comportamento de 3 corpos de prova da divisória leve sem pintura e outros 3 com pintura, mostra que entre os 300 e 480 segundos todas as amostras atingiram a densidades ópticas específicas máximas.

Figura 52 - Densidade óptica específica em função do tempo para divisória leve sem chama.



Fonte: Adaptado dos resultados apresentados nos Relatórios de Ensaio nº 1 072 116-203, e 1 072 119-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

Figura 53 - Densidade óptica específica em função do tempo para divisória leve com chama.



Fonte: Adaptado dos resultados apresentados nos Relatórios de Ensaio nº 1 072 116-203, e 1 072 119-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

Também é possível afirmar que a pintura realizada influenciou para o aumento da produção da fumaça na situação com chama (Figura 53), uma vez que 2 das amostras sem pintura ficaram abaixo das 3 amostras com pintura. Analogamente, 2 das amostras de divisória leve com pintura apresentaram suas curvas acima das 3 amostras sem pintura.

Com os resultados da densidade óptica específica máxima corrigida obtidos, foi possível verificar que as médias não ultrapassaram o limite estabelecido na IT 10/2011 CB PMESP (2011) de 450, portanto a divisória leve com acabamento de fábrica e a mesma com aplicação de pintura retardante de chama e selador da MARCA C podem ser classificadas como A.

Analisando conjuntamente os resultados obtidos no ensaio de propagação superficial de chama e determinação da densidade óptica de fumaça para a divisória leve com acabamento de fábrica, é possível enquadrá-la, de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP (2011), na classe IV-A.

Assim, é possível afirmar que as divisórias leves ensaiadas não podem ser instaladas nos prédios que exijam controle de materiais de acabamento e revestimento do grupo D e E (serviço profissional e educacional, respectivamente), pois a exigência mínima para paredes é III-A. A classe IV-A só é aceita para edificação do grupo A-3 e Condomínios Residenciais, com altura superior a 12 metros como visto na Tabela 4 (item 2.2).

Paralelamente, ao analisar os dois ensaios (NBR 9442 e ASTM E662) para as divisórias leves com pintura retardante de chama e selador da MARCA C, é possível classificar o material na classe V-A seguindo a IT 10/2011 CB PMESP (2011). Assim, esse tipo de material não é permitido em nenhuma edificação que exija o CMAR.

Com a classificação encontrada, é possível afirmar que a pintura apresentou resultado oposto ao esperado, contribuindo para a piora no desempenho da divisória leve frente ao fogo. É importante citar que esse resultado não é conclusivo, pois, se faz necessário estudar se o ensaio de propagação superficial de chama é, ou não, o mais adequado para este tipo de material. Isso porque, nesse ensaio, a chama toca a borda superior da amostra, permitindo que a chama se propague com maior facilidade pelo papel craft do miolo alveolar da divisória leve.

Nas amostras de divisória leve com pintura retardante de chama e selador da MARCA C, o fogo propagou-se pela camada interna do material e atingiu primeiro a camada interna da proteção antichama, dessa forma, a tinta que deveria proteger a superfície exposta contribuiu para aumentar a massa combustível das amostras.

5.5 Espuma Acústica Preta

Como explicado no item 4.3.5, foram encontradas dois tipos de espuma acústica e optou-se por ensaiar apenas a espuma acústica de coloração preta.

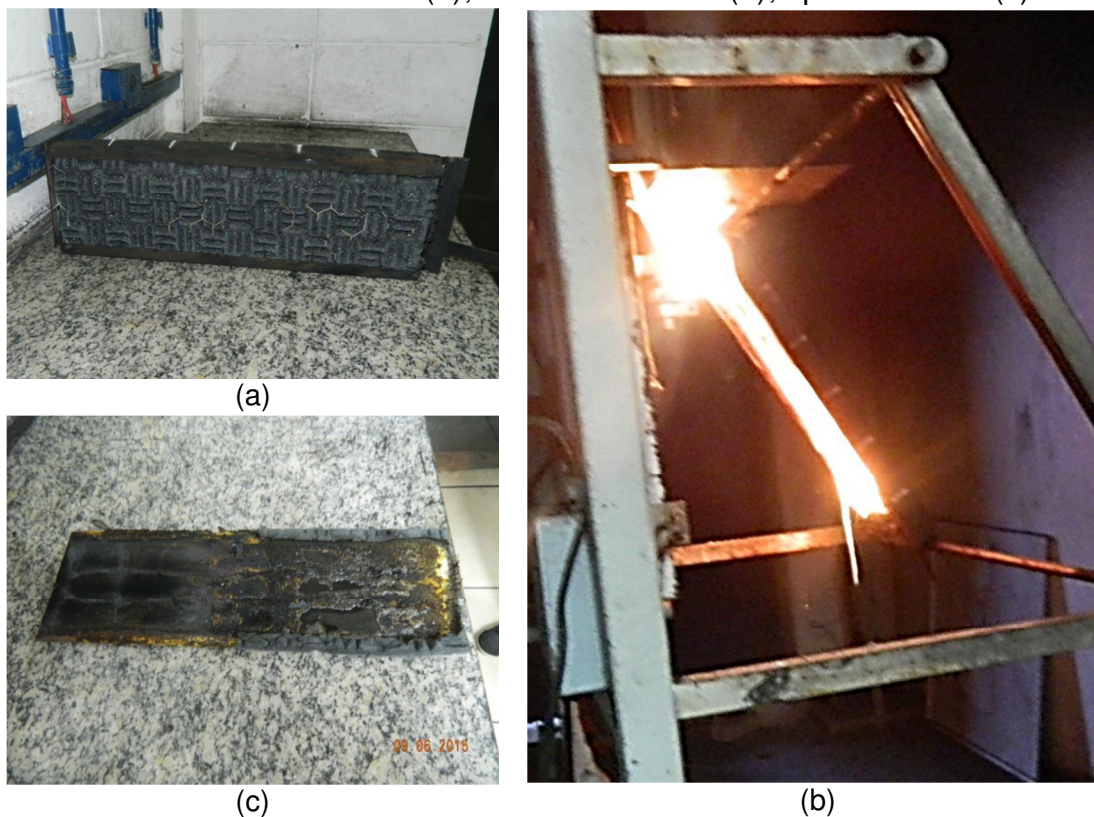
A espuma acústica preta foi ensaiada no teste de propagação superficial de chama (NBR 9442, 1988), onde se obteve o Fator de evolução do calor médio (Q) de 8,3 e o Fator de propagação de chama médio (Pc) de 122. Como a NBR 9442 (1988) determina que o Índice de propagação superficial de chama (Ip) é o resultado da multiplicação de Q e Pc, então obteve-se que o Ip da espuma acústica de coloração preta ensaiada é igual a 1012,6 (RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 072 123-203, 2015). Segundo a mesma norma, os materiais que apresentam Ip maior que 400 são classificados como classe E, como é o caso da espuma acústica ensaiada.

Durante o procedimento de ensaio da NBR 9442 (1988), foi percebido que o material tem muita facilidade de propagar chama naquelas condições, pois além do calor radiante da placa que equivale a um corpo negro a 650°C, há a chama piloto que toca a borda superior da amostra servindo de ignição ao material. Também se observou o desprendimento de fumaça de coloração preta durante o ensaio e o gotejamento de material em chama.

A Figura 54 mostra as etapas do ensaio de propagação superficial de chama da espuma acústica preta, onde é possível observar inicialmente as marcas na lateral do molde que servem de referência para a pessoa que está executando o ensaio (a). Em seguida, verifica-se a amostra durante o ensaio onde é possível visualizar o instante do gotejamento com chama (b). Finalizando, verifica-se que a amostra foi completamente consumida pelas chamas (c). As chamas atingiram a última marca do molde em aproximadamente 24 segundos. Nesse caso, o ensaio foi encerrado antes dos 15 minutos previstos pela NBR 9442 (1988), onde é descrito

que seja encerrado o ensaio ao final de 15 minutos ou ao final do tempo necessário para a chama percorrer toda extensão do corpo de prova.

Figura 54 - Amostra de espuma acústica no ensaio de propagação superficial de chama: antes do ensaio (a); durante o ensaio (b); após o ensaio (c).



Fonte: Acervo próprio.

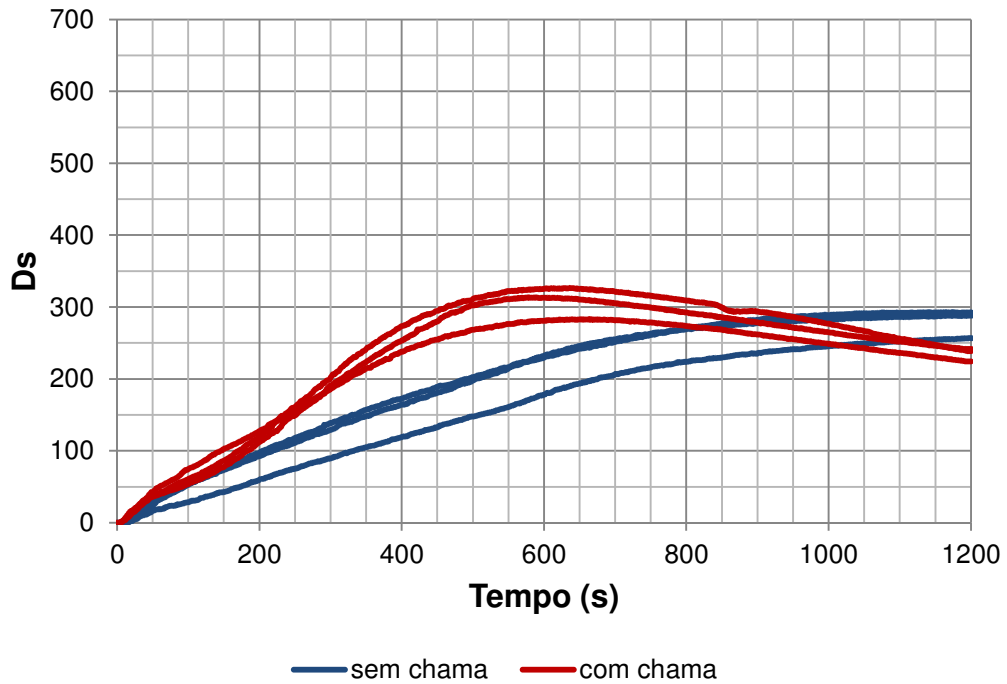
No ensaio de determinação da densidade óptica da fumaça em decomposição pirolítica (sem chama) da espuma de coloração preta foi encontrado o valor de 279 para a densidade óptica específica máxima sem correção (média dos valores máximos de cada corpo de prova). Enquanto que para o ensaio de combustão do material a densidade óptica específica máxima sem correção foi de 308.

Ao observar os gráficos de evolução da densidade óptica específica dos seis corpos de prova de espuma acústica preta (Figura 55), é possível perceber que, na situação de decomposição pirolítica sem chama, o material atinge o D_s máximo ao final do ensaio e, mesmo assim, a média dos três ainda é menor que no ensaio de combustão com chama.

Na situação de combustão com chama do mesmo material, o D_s máximo ocorre entre 588 e 648 segundos, praticamente na metade do tempo total do ensaio de determinação óptica da fumaça, e alcança o pico de D_s acima dos valores do

ensaio sem chama em dois dos três corpos de prova. Logo após, os valores para os três corpos de prova com incidência de chama voltam a diminuir. Isso demonstra que no ensaio de determinação da densidade óptica da fumaça sem chama não foi consumido todo material da amostra, enquanto que no ensaio com chama o material foi carbonizado pelas chamas até a metade do tempo onde atingiu o valor máximo.

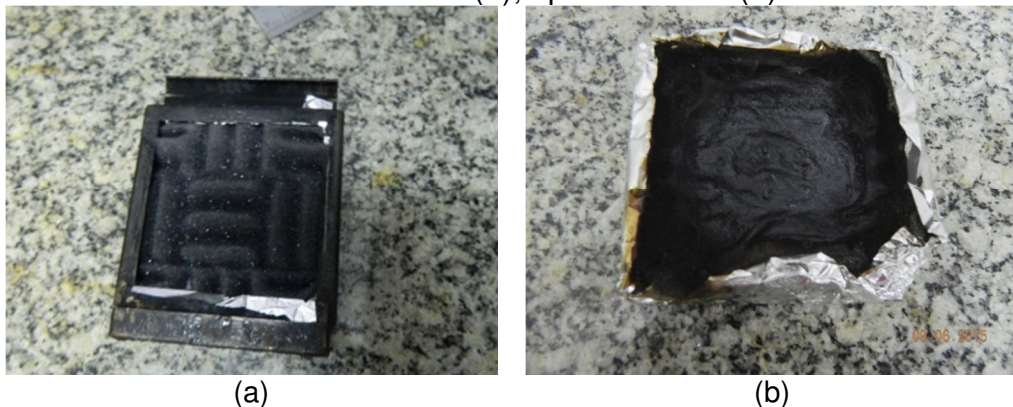
Figura 55 - Densidade óptica específica em função do tempo para espuma acústica.



Fonte: Adaptado do resultado apresentado no Relatório de Ensaio nº 1 072 122-203, Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

A Figura 56 apresenta a amostra de espuma de coloração preta dentro do molde para ensaio de determinação óptica da fumaça (a) e a mesma amostra após o ensaio, onde se observa o material carbonizado.

Figura 56 - Amostra de espuma preta do ensaio de determinação óptica da fumaça: antes do ensaio (a); após o ensaio (b).



Fonte: Acervo próprio.

A partir do resultado encontrado no ensaio para determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante (NBR 9442, 1988), a IT 10/2011 CB PMESP (2011) enquadra a espuma acústica de coloração preta ensaiada como classe VI, sem levar em consideração os resultados do ensaio de determinação da densidade óptica específica.

Com o resultado obtido, ainda é possível sugerir que a espuma acústica de coloração cinza também se enquadra como classe VI que é o último nível de classificação. Essa conclusão foi possível, pois, mesmo não sendo um ensaio normatizado, as condições das espumas antes, e durante o teste empírico descrito no item 4.3.5 foram semelhantes (foram armazenadas juntas, ensaiados no mesmo local, com o mesmo operador, uma na sequência da outra).

Com a classificação obtida no ensaio, a espuma acústica preta não pode ser utilizada em nenhuma edificação que tenha exigência de controle de materiais de acabamento e revestimento, onde o limite de paredes é classe III-A para edificações D e E, nem no forro, onde o limite é II-A.

A Tabela 4 do item 2.2 apresenta a classe permitida para cada grupo de edificação, porém, em nenhum caso de Parede ou Teto a classe VI é permitida.

5.6 Resumo dos Resultados

A Tabela 17 apresenta o resumo dos resultados de reação ao fogo de cada tipo de material para os ensaios realizados. Também é apresentado o enquadramento dos revestimentos testados de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP (2011) na Tabela 17.

Tabela 17 - Resumo dos resultados dos materiais ensaiados para classificação quanto à reação ao fogo.

	Materiais Ensaados	Ensaio				Classe ¹
		ASTM E662	NBR 9442	ISO 11925-2	NBR 8660	
PISO	Piso de madeira em taco. Madeira lixada	A	-	FS ≤ 150 mm em 20 s	4,2 kW/m ²	IV-A
	Piso de madeira em taco. Madeira lixada com 3 camadas de cera em pasta	A	-	FS ≤ 150 mm em 20 s	4,3 kW/m ²	IV-A
	Piso de madeira em parquet. Madeira lixada	A	-	FS ≤ 150 mm em 20 s	4,4 kW/m ²	IV-A
	Piso de madeira em parquet. Madeira lixada com 3 camadas de cera em pasta	A	-	FS ≤ 150 mm em 20 s	4,2 kW/m ²	IV-A
	Piso melamínico de alta pressão	A	-	FS ≤ 150 mm em 20 s	10,9 kW/m ²	II-A
PARE/ TETO	Divisória Leve	A	C	-	-	IV-A
	Divisória Leve com pintura retardante de chama e selador da MARCA C	A	D	-	-	V-A
	Espuma acústica	A	E	-	-	VI

Fonte: Adaptado dos resultados apresentados nos Relatórios de Ensaio nº 1 072 075-203, 1 072 077-203, 1 072 078-203, 1 072 085-203, 1 072 086-203, 1 072 087-203, 1 072 089-203, 1 072 090-203, 1 072 091-203, 1 072 093-203, 1 072 094-203, 1 072 095-203, 1 072 099-203, 1 072 100-203, 1 072 101-203, 1 072 116-203, 1 072 117-203, 1 072 119-203, 1 072 120-203, 1 072 122-203 e 1 072 123-203 Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões/CETAC/IPT.

Nota:

1 – Classificação de acordo com a Instrução Técnica 10/2011 CB PMESP, Anexo B.

5.7 Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio (LASCI)

Com o estudo dos ensaios de reação ao fogo dos materiais de acabamento e revestimento, foi elaborado um projeto arquitetônico básico para o laboratório de segurança e combate a incêndio. Esse projeto tem grande importância, uma vez há poucos laboratórios nesta área que estão concentrados nos grandes centros do país.

Os estudos teóricos das normas e especificações técnicas dos equipamentos e o levantamento de necessidades de instalações especiais de cada equipamento estão descritas na Revisão Bibliográfica deste trabalho. Além disso, a visita ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, onde já existem equipamentos para estes ensaios, auxiliou na elaboração do projeto arquitetônico básico, pois foi

possível verificar o espaço necessário para a operacionalização, além de necessidades de instalações auxiliares como bancadas e esperas para computadores ou quadro de controle. A visualização dos equipamentos em operação foi importante para a elaboração de um projeto funcional e o mais completo possível. Ao observar os equipamentos em funcionamento foi possível verificar que cada um tem características peculiares como termopares tanto para calibração dos equipamentos como para coleta de dados e a necessidade de precisão na pressão e vazão dos gases. Por isso foi possível concluir que não seria simples fabricá-los aqui na UNIPAMPA, como foi pensado inicialmente, o que justifica boa parte do alto custo dos equipamentos que será apresentado posteriormente.

Na elaboração do projeto do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio optou-se por um prédio independente dos demais laboratórios existentes no Campus Alegrete. Isso porque, há instalações de extração de fumaça dos equipamentos (chaminés) individuais para cada equipamento, elevada potência requerida, instalações especiais (gases, água fria, esgoto, climatização, etc.), pé-direito especial para o ensaio SBI que dificultam a adaptação dos laboratórios existentes.

O ANEXO B deste trabalho descreve as instituições contatadas para realização dos ensaios, o estudo de necessidades e o projeto arquitetônico básico do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio (LASCI). O projeto prevê dois laboratórios, uma sala de professores e/ou técnicos, hall/recepção, instalações auxiliares (banheiros, copa e depósito de material de limpeza). O prédio tem área total de 297,56 m² e está detalhado nas pranchas de 01 a 07 do ANEXO B.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Conclusões

As legislações estaduais, representadas pela Lei Kiss e suas complementações (Instruções, Resoluções, etc.), associadas à norma de desempenho das edificações (NBR 15575, 2013) mostram a relevância do estudo de classificação dos materiais de acabamento e revestimentos, pois as exigências por vezes se repetem. São regulamentações recentes que obrigam a modernização da construção civil tradicional.

As Resoluções Técnicas que estão sendo divulgadas pelo Corpo de Bombeiros por vezes diferenciam as edificações novas das existentes e dispensam alguns requisitos, como CMAR para os prédios anteriores a Lei Kiss para o tipo de ocupação mais comum na UNIPAMPA (serviço profissional – D, e escolar – E), porém é necessário refletir que a UNIPAMPA é uma instituição jovem que projeta e necessita de novas obras que precisarão da classificação dos materiais empregados quanto à reação ao fogo.

Na pesquisa sobre os materiais de revestimento existentes nos prédios da UNIPAMPA foram encontrados 6 tipos de pisos e 8 tipos de revestimentos de parede ou teto utilizados. Entre os resultados encontrados há quatro materiais com classificação conhecida I - incombustível:

- Cerâmica e pedra natural;
- Alvenaria e laje de concreto com revestimento argamassado;
- Gesso acartonado;
- Placa cimentícia.

A descrição dos materiais que revestem pisos, paredes e tetos das edificações dos Campi da UNIPAMPA permitiu a seleção dos revestimentos mais relevantes para serem ensaiados. Seja piso em taco ou parquet de madeira, ou ainda, melamínico de alta pressão, pelo menos um deles está presente em cada um dos campi da instituição e em prédios maiores que 750 m². Da mesma forma, as divisórias leves são muito utilizadas e também podem ser encontradas em todas as

unidades da UNIPAMPA. Finalizando, optou-se por testar as espumas acústicas, existentes na instituição, pelo desconhecimento de sua origem.

Na análise conjunta dos ensaios de reação ao fogo em pisos (NBR 8660, 2013), de ignitabilidade (ISO 11925-2, 2010) e densidade óptica da fumaça (ASTM E662, 2015) foi possível classificar o piso de madeira em taco de Ipê nas dimensões 70 mm x 210 mm com espessura de 20 mm contendo a camada de piche e areia grossa na face inferior apenas lixado como classe IV-A de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP (2011). Da mesma forma, o piso de madeira em taco de Ipê nas dimensões 70 mm x 210 mm com espessura de 20 mm contendo a camada de piche e areia grossa na face inferior lixado e com aplicação de 3 camadas de cera em pasta foi enquadrado na classe IV-A.

O piso de madeira em parquet do tipo Ipê em placas de dimensão 48 cm x 48 cm, espessura de 8 mm, colado com adesivo PVA extra, e acabamento lixado foi ensaiado seguindo a NBR 8660 (2013), ISO 11925-2 (2010) e ASTM E662 (2015) e o material foi enquadrado como classe IV-A da IT 10/2011 CB PMESP (2011). De forma análoga, o piso de madeira em parquet do tipo Ipê em placas de dimensão 48 cm x 48 cm, espessura de 8 mm, colado com adesivo PVA extra, acabamento lixado e com aplicação de 3 camadas de cera em pasta também foi classificado como classe IV-A.

Segundo a IT 10/2011 CB PMESP (2011), o piso melamínico de alta pressão colado com adesivo de contato testado nos ensaios de reação ao fogo em pisos (NBR 8660, 2013), de ignitabilidade (ISO 11925-2, 2010) e densidade óptica da fumaça (ASTM E662, 2015) é enquadrado como classe II-A.

Na busca por soluções que pudessem melhorar o desempenho das divisórias leves frente ao fogo foram encontrados cinco produtos no mercado. Dois produtos da MARCA A (um a base de água e outro a base de solvente) e outras três marcas diferentes. Foram testados dois produtos, nas divisórias: MARCA A a base de água e MARCA C. O produto da MARCA A não obteve ancoragem e após secar despreendeu-se da superfície da divisória com facilidade. A MARCA B não foi testada, pois a melhora apresentada pelo fabricante não atingia a classe III-A. Enquanto que a pintura retardante de chama da MARCA C apresentou resultado pior quando comparada com uma placa sem pintura retardante de chama.

Analisando conjuntamente os resultados obtidos no ensaio de propagação superficial de chama (NBR 9442, 1988) e densidade óptica da fumaça (ASTM E662, 2015) é possível enquadrar, de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP (2011), a divisória leve sem pintura testada como classe IV-A. Seguindo a mesma instrução classificou-se a divisória leve com pintura retardante de chama e selador da MARCA C testada como classe V-A. Assim, a pintura apresentou resultado oposto ao esperado, contribuindo para a piora no desempenho da divisória leve frente ao fogo. Apesar do ensaio não ser conclusivo, esse resultado pode ter ocorrido devido à propagação nas amostras com a proteção antichama ter ocorrido pela face interna da divisória leve e a pintura antichama ter aumentado a massa combustível do material.

Não foram realizados ensaios para verificar a reação ao fogo das divisórias leves com a proteção da pintura ignífuga da MARCA D, pois a ficha técnica da importadora do produto classifica o produto como classe II-A de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP.

Com o ensaio de propagação superficial de chama (NBR 9442, 1988) foi possível enquadrar a espuma acústica de coloração preta como classe VI. Esse resultado poderia ter dispensado a determinação de densidade óptica da fumaça (ASTM E662, 2015) que apresentou valor inferior ao limite de 450 da IT 10/2011 CB PMESP (2011) que é desconsiderado para a última classe. Como o resultado da espuma acústica preta ficou na última classe, é possível sugerir que a espuma acústica cinza também se enquadra como classe VI uma vez que, empiricamente, apresentou maior ignição que a espuma preta.

A construção de um laboratório de segurança e combate a incêndio na região do pampa poderia tornar a região um polo na área de segurança e combate a incêndio. Também estimularia o desenvolvimento de novos materiais com certificação quanto à reação ao fogo, representando um diferencial para os produtos, para a instituição e para a região do pampa gaúcho. A pouca quantidade de laboratórios no país, e a grande distância tornam os custos dos ensaios ainda mais elevados, além de concentrar os conhecimentos e estudos na área de segurança e combate a incêndio nos grandes centros do país.

Para que seja possível classificar os materiais de acordo com a legislação vigente percebeu-se que existem seis ensaios distintos que são usados para cada caso em particular:

- NBR 8660 – Ensaio de reação ao fogo em pisos;
- NBR 9442 – determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante;
- ASTM E662 – Determinação de densidade óptica de fumaça;
- ISO 11925-2 – Verificação da ignitabilidade;
- ISO 1182 – Ensaio de incombustibilidade;
- BS EN 13823 – Ensaio SBI.

Porém, para os casos mais comuns, poderiam ser dispensados o ensaio de incombustibilidade e o ensaio SBI, como ocorreu para os materiais testados neste trabalho.

O projeto arquitetônico básico foi desenvolvido para que o prédio possa atender todos os ensaios solicitados pela legislação vigente para classificação dos materiais de acabamento e revestimento quanto à reação ao fogo. A estrutura é térrea e tem área inferior a 750,00 m², mesmo assim, todos os materiais especificados são classe I, a rota de fuga possui portas corta-fogo abrindo no sentido do fluxo de saída do ambiente com barras antipânico, distância de percurso menor que 20,00 m e todas as paredes dos laboratórios são de 22 cm.

Esta pesquisa, sobre o tema de segurança e combate a incêndio, permitiu perceber uma área atual e com muito a ser estudado. Ainda existem muitos materiais de acabamento e revestimento que necessitam de classificação quanto à reação ao fogo. Também é importante que a sociedade seja levada a exigir cada vez mais materiais certificados, para que seja possível prevenir outras tragédias.

6.2 Trabalhos Futuros

Diante de um tema tão abrangente e ainda novo na região, poderiam ser exploradas mais informações sobre a segurança e combate a incêndio.

Ao analisar, inicialmente, os materiais estudados neste trabalho, haveria a possibilidade de se estudar o comportamento dos pisos de madeira em taco e

parquet com acabamento em sinteco, que é outro produto comum na região do pampa gaúcho.

Como foi observado anteriormente, o piso melamínico de alta pressão apresentou comportamento diferente para cada um dos três corpos de prova, testados no ensaio de densidade óptica da fumaça na combustão com chama, então, seria interessante que se pudessem refazer estes ensaios posteriormente. O que possibilitaria maior certeza estatística dos resultados. Além disso, um maior número de resultados poderia mostrar as razões desta variação no comportamento dos corpos de prova do piso melamínico de alta pressão.

Buscando aprimorar ainda mais os estudos da divisória leve, poderia ser pesquisado o comportamento frente ao fogo da divisória com a aplicação do verniz retardante de chama da MARCA D. Ou ainda, verificar a influência do miolo tipo multicelular em colmeia testando a mesma divisória com preenchimento de lã de rocha.

Além disso, é interessante comentar que, pela observação da realização do ensaio de propagação superficial de chama, é possível supor que a aplicação da pintura retardante da MARCA D não teria resultado tão bom quanto à distribuidora do produto apresenta. Isso porque, como há uma chama piloto que toca a borda superior da divisória, o fogo acaba por se propagar pela face interna mais rapidamente que pela face externa onde seria aplicada a pintura. Outra opção para testar a divisória leve com pintura ignífuga seria no ensaio SBI, que serve para materiais com revestimento incombustível e miolo combustível. Porém, os técnicos do IPT comentaram que normalmente o ensaio SBI apresenta resultados piores que o ensaio de propagação superficial de chama por ser em maiores proporções, ou seja, condições de incêndio mais agressivas. Assim, este é mais um tema para desenvolver nessa linha de pesquisa.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E662**: Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials. West Conshohocken, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Informações Técnicas: Processos de Fabricação. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=4&submenu=50#>>. Acessado em: 02 jan 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de Revestimentos Argamassas**. São Paulo, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9442**: Materiais de construção- Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante. Rio de Janeiro, 1988.

_____. **NBR 8660**: Ensaio de reação ao fogo em pisos – Determinação do comportamento com relação à queima utilizando uma fonte radiante de calor. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15575-3**: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013.

BRITISH STANDARD. EN 13823: Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item. London, 2010.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de edificações habitacionais**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. 2. ed. Brasília: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CAMILLO JR, Abel B. **Manual de Prevenção e Combate a Incêndios**. São Paulo: Senac São Paulo, 2013.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica Nº03/2011**. CBPMESP: São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT_03_2011.pdf> Acessado em: 20 fev. 2015.

_____. **Instrução Técnica Nº08/2011**. CB PMESP, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT_08_2011.pdf>. Acessado em: 20 fev. 2015.

_____. **Instrução Técnica Nº10/2011**. CB PMESP, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT_10_2011.pdf>. Acessado em: 20 fev. 2015.

_____ **Instrução Técnica Nº10/2015**. CB PMESP, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/internetcb/Downloads/IT-10-Controle%20de%20materiais.pdf>>. Acessado em: 24 jun. 2015.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ. **Norma de Procedimento Técnico nº 10/2014**. CB/PMPR, Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://www.bombeiros.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=316f>>. Acessado em: 03 jun. 2015.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Instrução Normativa 018**. DAT-CBMSC: Florianópolis, 2014. Disponível em: <http://www.cbm.sc.gov.br/dat/images/arquivo_pdf/IN/IN_29_06_2014/IN_18.pdf>. Acessado em: 19 fev. 2015.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. **Instrução Normativa 001.1/2014**. CBMRS: Porto Alegre, 2014. Disponível em: <http://www.cbm.rs.gov.br/?page_id=436>. Acessado em: 10 nov. 2014.

_____ **Resolução Técnica CBMRS Nº 05 - Parte 07/2014**. CBMRS: Porto Alegre, 2014. Disponível em: <http://www.cbm.rs.gov.br/?page_id=436>. Acessado em: 02 ago. 2015.

_____ **Resolução Técnica CBMRS Nº 14/2014**. CBMRS: Porto Alegre, 2014. Disponível em: <http://www.cbm.rs.gov.br/?page_id=436>. Acessado em: 02 ago. 2015.

DRUPAL. Cromañon: Que Non Se Repita. Buenos Aires: Cricava, 2004. Disponível em: <http://www.quenoserepita.com.ar/que_paso_en_cromanon/>. Acessado em: 21 mai. 2015.

EQUIPE DE OBRA. Tratamento acústico. São Paulo, PINI, ed. 43, jan. 2012.

ETERNIT. Catálogo Técnico: Soluções Construtivas Eternit. São Paulo: Eternit, 2014. Disponível em: <<http://www.eternit.com.br/downloads/catalogos/eterplac.pdf>>. Acessado em: 20 jun. 2015.

EUCATEX. Manual do Sistema de Divisórias Divilux. São Paulo: Eucatex. Disponível em: <<http://www.eucatex.com.br/pt/divisorias/>>. Acessado em 30 dez. 2014.

FÓRMICA. Formipiso: Resistência e versatilidade para projetos de interiores. Suzano: Formica, 2014. Disponível em: <http://www.formica.com.br/pro_formipiso.html>. Acessado em: 29 dez. 2014.

G1 MG. **Incêndio na casa de shows Canecão Mineiro, em BH, completa dez anos**. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2011/11/incendio-na-casa-de-shows-canecao-mineiro-em-bh-completa-dez-anos.html>>. Acessado em: 15 dez. 2014.

GOMES, Ary G. **Sistemas de Prevenção Contra Incêndio**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

HALL JR, John R. **Fatal Effects of Fire**. National Fire Protection Association. Quincy, MA, mar. 2011. Disponível em: <<http://www.nfpa.org/research/reports-and-statistics/demographics-and-victim-patterns/fatal-effects-of-fire>>. Acessado em: 15 dez. 2014.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Relatório de Ensaio nº 1 072 075-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 077-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 078-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 085-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 086-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 087-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 089-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 090-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 091-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 093-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 094-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 095-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 099-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 100-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 101-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 102-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 116-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 117-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 119-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 120-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 122-203**. São Paulo, 2015.

_____ **Relatório de Ensaio nº 1 072 123-203**. São Paulo, 2015.

INTERNATIONAL CONFERENCE OF BUILDING OFFICIALS. Uniform Building Code Standard 26-3: Room Fire Test Standard for Interior of Foam Plastic Systems. Whittier, 1994.

INTERNATIONAL STANDARD. **ISO 1182**: Building materials – non-combustibility Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials. Switzerland; 2010

_____. **ISO 11925-2**: Reaction to fire test – Ignitability of products subjected to direct impingement of flame – Part 2 Single-flame source test. Geneva, 2010.

LOPES, Wilson A.; Fascio, Miguel. **Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas na região do infravermelho**. São Paulo: Química Nova, 2004. v. 27. n. 4. P. 670-673. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol27No4_670_24-ED03198.pdf>. Acessado em: 13 jun. 2015.

MEHTA, P. K; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais**. São Paulo: Pini, 1994.

MITIDIERI, Marcelo L. **Proposta de classificação de materiais e componentes construtivos com relação ao comportamento frente ao fogo: reação ao fogo**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

MOREIRA, P. E. R. **Reação ao fogo dos materiais e tempo de escape em edifícios de centros comerciais no Brasil**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2002.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **The Station nightclub fire**. Quincy, 2014. Disponível em: <<http://www.nfpa.org/safety-information/for-consumers/occupancies/nightclubs-assembly-occupancies/the-station-nightclub-fire>>. Acessado em: 30 dez. 2014.

POLICIA CIVIL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Inquérito Policial nº. 94/2013/150501. Disponível em: <<http://www.policiacivil.rs.gov.br/conteudo/18186/policia-civil-indicia-16-no-inquerito-da-boate-kiss/termosbusca=boate%20kiss>>. Acessado em: 21 mai.2015.

REVISTA EMERGÊNCIA. Atraso no Incêndio. Novo Hamburgo: Proteção Publicações Ltda. ed. 11/2014, nov. 2014.

RIO GRANDE DO SUL. Lei n. 14.376, de 26 de dezembro de 2013. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. a. LXXI, n. 250, 27 dez. 2013. p. 1-16.

RIO GRANDE DO SUL. Lei n. 14.555, de 02 de julho de 2014. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. a. LXXII, n. 125, 03 jul. 2014. p. 1-4.

RIO GRANDE DO SUL. Lei n. 14.690, de 16 de março de 2015,. Diário Oficial da Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. a. LXXII, n. 10979, 17 mar. 2015. p. 2-5.

ROMAN, Humberto. R. Características físicas e mecânicas que devem apresentar os tijolos e blocos cerâmicos para alvenaria de vedação e estrutural. In: III SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1991, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC. 1991. p. 101-108.

ROSEMANN, Fernando. **Resistência ao fogo de paredes de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos pelo critério de isolamento térmico**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008.

SILVA, Valdir P. **Segurança contra incêndio em edifícios**. São Paulo: Blücher, 2014.

SILVERSTEIN, Robert M.; WEBSTER, Francis X.; KIEMLE, David J.; **Spectrometric Identification of Organic Compounds**, 7 ed., Hoboken: John Wiley & Sons, 2005. p. 86.

TÉCHNE. Divisórias e fechamentos com placas cimentícias. São Paulo, PINI, ed. 156, mar. 2010.

WEISZFLOG, Walter. **Michaelis Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Editora Melhoramentos Ltda. 2012.

ZH. **Histórico infeliz**: relembre outros incêndios trágicos em boates. Porto Alegre: ZERO HORA, 2013. Disponível em: <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/noticia/2013/01/historico-infeliz-relembre-outros-incendios-tragicos-em-boates-4024452.html>>. Acessado em: 21 fev. 2015.

ANEXO A - TABELAS

A Tabela A- 1 é uma reprodução da Tabela 1 do anexo A da Lei Complementar nº 14.376/2013, que classifica as edificações e áreas de risco quanto à ocupação.

Tabela A- 1 - Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação.

Grupo	Ocupação	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais
		A-2	Habitação multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 leitos
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos, divisão A-3 com mais de 16 leitos
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, flats, hotéis residenciais)
C	Comercial	C-1	Comércio com baixa carga de incêndio	Artigos de metal, louças, artigos hospitalares e outros
		C-2	Comércio com média e alta carga de incêndio	Edifícios de lojas de departamentos, magazines, armazéns, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros
		C-3	Shopping centers	Centro de compras em geral
D	Serviço Profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), repartições públicas, cabeleireiros, centros profissionais e assemelhados
		D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados

		D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G-4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros, pintura de letreiros e outros
		D-4	Laboratório	Laboratórios de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos, fotográficos e assemelhados
		D-5	Teleatendimento em Geral	"Call-center"; televendas e assemelhados
E	Educativa e Cultura Física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados
		E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, natação, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e assemelhados. Sem arquibancadas.
		E-4	Centro de treinamento Profissional	Escolas profissionais em geral
		E-5	Pré-escola	Creches, escolas maternas, jardins de infância
		E-6	Escola para portadores de Deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e assemelhados
F	Local de Reunião de Público	F-1	Local onde há objeto de valor inestimável	Museus, centro de documentos históricos, galerias de arte, bibliotecas e assemelhados
		F-2	Local religioso e velório	Igrejas, capelas, sinagogas, mesquitas, templos, cemitérios, crematórios, necrotérios, salas de funerais e assemelhados
		F-3	Centro esportivo e de Exibição	Arenas em geral, estádios, ginásios, piscinas, rodeios, autódromos, sambódromos, pista de patinação e assemelhados. Todos com arquibancadas

		F-4	Estação e terminal de Passageiro	Estações rodoferroviárias e marítimas, portos, metrô, aeroportos, heliponto, estações de transbordo em geral e assemelhados
		F-5	Arte cênica e auditório	Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão, auditórios em geral e Assemelhados
		F-6	Casas noturnas	Boates, casas de show, casas noturnas e salões de bailes, restaurantes dançantes
		F-7	Construção provisória e evento temporário	Eventos temporários, circos e assemelhados
		F-8	Local para refeição	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e assemelhados
		F-9	Recreação pública	Jardim zoológico, parques recreativos e assemelhados
		F-10	Exposição de objetos ou Animais	Salões e salas para exposição de objetos ou animais. Edificações permanentes
		F-11	Edificações de Caráter Regional	Centros de Tradições Gaúchas – CTG's
		F-12	Clubes sociais, comunitários e de Diversão	Salões Paroquiais, Salões Comunitários, Clubes de Sócios, Clubes para Festas de Caráter Familiar, Bilhares, Tiro ao Alvo, Boliche, Sedes de Entidades de Classe.
G	Serviço Automotivo e Assemelhados	G-1	Garagem sem acesso de público e sem Abastecimento	Garagens automáticas, garagens com manobristas
		G-2	Garagem com acesso de público e sem Abastecimento	Garagens coletivas sem automação, em geral, sem abastecimento (exceto veículos de carga e coletivos)
		G-3	Local dotado de abastecimento de Combustível	Postos de abastecimento e serviço, garagens (exceto veículos de carga e coletivos)
		G-4	Serviço de conservação, manutenção e reparos	Oficinas de conserto de veículos, borracharia (sem recauchutagem). Oficinas e garagens de veículos de carga e coletivos, máquinas agrícolas e rodoviárias, retificadoras de motores
		G-5	Hangares	Abrigos para aeronaves com ou sem abastecimento

		G-6	Marinas e garagens Náuticas	Garagem de barcos e assemelhados
H	Serviço de Saúde e Institucional	H-1	Hospital veterinário e assemelhado	Hospitais, clínicas e consultórios veterinários e assemelhados (inclui-se alojamento com ou sem adestramento)
		H-2	Local onde pessoas requerem cuidados especiais por limitações físicas ou mentais	Asilos, orfanatos, abrigos geriátricos, hospitais psiquiátricos, reformatórios, tratamento de dependentes de drogas, álcool. E assemelhados. Todos sem celas
		H-3	Hospital e assemelhado	Hospitais, casa de saúde, prontos-socorros, clínicas com internação, ambulatórios e postos de atendimento de urgência, postos de saúde e puericultura e assemelhados com internação
		H-4	Edificações das forças armadas e de segurança Pública	Quartéis, delegacias e assemelhados
		H-5	Local onde a liberdade das pessoas sofre Restrições	Hospitais psiquiátricos, manicômios, reformatórios, prisões em geral (casa de detenção, penitenciárias, presídios) e instituições assemelhadas. Todos com celas
		H-6	Clínica e consultório médico e odontológico	Clínicas médicas, consultórios em geral, unidades de hemodiálise, ambulatórios e assemelhados. Todos sem internação
I	Indústria	I-1	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados apresentam baixo potencial de incêndio. Locais onde a carga de incêndio não chega a 300MJ/m ²	Atividades que utilizam pequenas quantidades de materiais combustíveis. Aço, aparelhos de rádio e som, armas, artigos de metal, gesso, esculturas de pedra, ferramentas, joias, relógios, sabão, serralheria, suco de frutas, louças, máquinas
		I-2	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados apresentam médio potencial de incêndio. Locais com carga de incêndio entre 300 a 1.200MJ/m ²	Artigos de vidro, automóveis, bebidas destiladas, instrumentos musicais, móveis, alimentos, marcenarias, fábricas de caixas

		I-3	Locais onde há alto risco de incêndio. Locais com carga de incêndio superior a 1.200 MJ/m ²	Atividades industriais que envolvam inflamáveis, materiais oxidantes, ceras, espuma sintética, grãos, tintas, borracha, processamento de lixo
J	Depósitos	J-1	Depósitos de material Incombustível	Edificações sem processo industrial que armazenam tijolos, pedras, areias, cimentos, metais e outros materiais incombustíveis. Todos sem embalagem
		J-2	Todo tipo de Depósito	Depósitos com carga de incêndio até 300MJ/m ²
		J-3	Todo tipo de Depósito	Depósitos com carga de incêndio entre 300 a 1.200MJ/m ²
		J-4	Todo tipo de Depósito	Depósitos com carga de incêndio ultrapassa a 1.200MJ/m ²
L	Explosivos	L-1	Comércio	Comércio em geral de fogos de artifício e assemelhados
		L-2	Indústria	Indústria de material explosivo
		L-3	Depósito	Depósito de material explosivo
M	Especial	M-1	Túnel	Túnel rodoferroviário e marítimo, destinados a transporte de passageiros ou cargas diversas
		M-2	Líquido ou gás inflamáveis ou Combustíveis	Edificação destinada a produção, manipulação, armazenamento e distribuição de líquidos ou gases inflamáveis ou combustíveis
		M-3	Central de comunicação e energia	Central telefônica, centros de comunicação, centrais de transmissão ou de distribuição de energia e assemelhados
		M-4	Propriedade em Transformação	Locais em construção ou demolição e assemelhados
		M-5	Silos	Armazéns de grãos e assemelhados
		M-6	Terra selvagem	Floresta, reserva ecológica, parque florestal e assemelhados
		M-7	Pátio de contêineres	Área aberta destinada a armazenamento de contêineres

Fonte: Lei Complementar 14.376/2013, Anexo A, Tabela1.

A seguir se apresenta a Tabela A- 2 que descreve as exigências de medidas de segurança para edificações novas com área até 750 metros quadrados e altura inferior à 12 metros, publicadas na Lei Kiss em seu Anexo B, Tabela 5.

Tabela A- 2 - Exigências para edificações novas com área menor ou igual a 750 m² e altura inferior ou igual a 12 m.

Medidas de Segurança contra Incêndio	A, D, E e G	B	C	F						H		I e J	L
				F1 F2, F3, F4, F7 e F8	F5 e F6	F9 e F10	F11	F12	H1, H4 e H6	H2, H3 e H5	L1		
Controle de Materiais de Acabamento	-	X	-	X ⁴	X	-	-	-	-	X	-	X	
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Iluminação de Emergência	X ¹	X ²	X ¹	X ³	X ³	X ³	X	X	X ¹	X ¹	X ¹	-	
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Extintores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Brigada de Incêndio	X ⁶	-	-	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X	X	-	X	-	X	
Plano de Emergência	-	-	-	X ⁴	X ⁴	-	-	X ⁴	-	-	-	-	
Deteção Automática	-	-	-	X ⁷	X ⁵⁻⁷	-	-	-	-	X	-	-	
Controle de Fumaça	-	-	-	-	X ⁵	-	-	-	-	-	-	-	

Fonte: Lei Complementar 14.376/2013, Anexo B, Tabela 5.

Notas:

1 - Somente para as edificações com mais de 2 pavimentos;

2 - Estão isentos os motéis que não possuam corredores internos de serviços;

3 - Para edificação com lotação superior a 50 pessoas ou edificações com mais de dois pavimentos.

4 - Exigido para lotação superior a 400 pessoas

5 - Exigido somente para F-5 e F-6 para lotação superior a 200 pessoas, locais sem ventilação natural (janelas) permanente e para locais em subsolos ocupados, devem possuir alarme setorizado na central de segurança.

6 - Para E-5 e E-6

7- Exigido somente para F-5 e F-6 para lotação superior a 200 pessoas

Obs.: Para F-5 F-6 F-7 observar ainda as exigências das Resoluções Técnicas (RTCBMRS) específicas.

A Tabela A- 3 apresenta a as medidas de segurança contra incêndio para as edificações construídas antes da publicação da Lei Kiss que foi publicada na Resolução Técnica CBMRS nº 05 – Parte 07/2014.

Tabela A- 3 - Exigências para edificações existentes com área menor ou igual a 750 m² e altura inferior ou igual a 12,00 m.

Medidas de Segurança Contra Incêndio	A, D, E e G	B	C	F					H		I e J	L L1
				F1, F2, F3, F4, F7 e F8	F5 e F6	F9 e F10	F11	F12	H1, H4 e H6	H2, H3 e H5		
Controle de Materiais de Acabamento	-	X ²	-	X ⁴	X	-	-	-	-	X	-	-
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X ¹	X ²	X ¹	X ³	X ³	X ³	X	X	X ¹	X ¹	X ¹	-
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Brigada de Incêndio	X	X	X	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X	X	-	X	-	X
Plano de Emergência	-	-	-	X ⁴	X ⁴	-	-	X ⁴	-	-	-	-
Detecção Automática	-	-	-	-	X ^{5,7}	-	-	-	-	X	-	-
Controle de Fumaça	-	-	-	-	X ^{5,7}	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Resolução Técnica CBMRS nº 05 – Parte 07/2014, Anexo A Tabela 01.

Para as edificações existentes com mais que 750 m² deve ser usada a Tabela 2 do Anexo A da Resolução Técnica Resolução Técnica CBMRS nº 05 – Parte 07/2014 que está representada na Tabela A- 4

Tabela A- 4 - Exigências para edificações existentes com área maior a 750m² e altura superior a 12,00 m.

Medidas de Segurança contra Incêndio	A, D, E e G	B	C	F						H		I e J	L	M
				F1, F2, F3, F4, F7 e F8	F5 e F6	F9 e F10	F11	F12	H1, H4 e H6	H2, H3 e H5				
Acesso de Viatura na Edificação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X ¹¹	X ¹⁴
Seg. Estrutural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X ¹¹	X ¹⁴
Compartim. Horizontal (Áreas)	-	-	X ¹⁰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X ¹¹	X ¹⁴
Compartim. Vertical	-	-	X ¹⁰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X ¹¹	X ¹⁴
Controle de Materiais de Acabamento	-	-	-	X ⁴	X	-	-	-	-	-	-	-	X ¹¹	X ¹⁴
Saídas de Emergência	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ₂ ¹	X ¹² , ₁₁	X ¹² , ₁₄
Plano de Emergência	X ^{4, 8}	X	X ⁴	X ⁴	X ⁴	-	-	X ⁴	-	-	-	-	X ¹¹	X ¹⁴
Brigada de Incêndio	X	X	X	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X	X	X	X	X	X	X ¹¹	X ¹⁴
Ilum. de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X ¹¹	X ¹⁴
Deteção de Incêndio	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X ⁵ , ₇	-	-	-	-	-	X	-	X ¹¹	X ¹⁴
Alarme de Incêndio	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	X ₁ ¹	X ¹¹	X ¹⁴
Sin. de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X ¹¹	X ¹⁴
Extintores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X ¹¹	X ¹⁴
Hidrante	X ¹²	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X ¹¹	X ¹⁴
Chuveiros Automáticos	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ¹²	X ₂ ¹	X ¹¹ , ₁₂	X ¹⁴ , ₁₂
Controle de Fumaça	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X ¹¹	X ¹⁴
Resfriam.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X ¹¹	X ¹⁴
Espuma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X ¹¹	X ¹⁴

Controle de Fontes de Ignição	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X ¹¹	X ¹⁴
Controle de "Pós"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X ¹¹	X ¹⁴
SPDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X ¹¹	X ¹⁴

Fonte: Resolução Técnica CBMRS nº 05 – Parte 07/2014, Anexo A Tabela 02.

Notas específicas:

- 1 - Somente para as edificações com mais de 2 pavimentos.
- 2 - Estão isentos os motéis que não possuam corredores internos de serviços até 6 m de altura.
- 3 - Para edificação com lotação superior a 50 pessoas ou edificações com mais de dois pavimentos.
- 4 - Exigido para lotação superior a 400 pessoas e em todo Grupo "E".
- 5 - Exigido para locais sem ventilação natural (janelas) permanente e para locais em subsolos ocupados. Devem possuir detectores setorizados na central de segurança.
- 6 - Acima de 60 metros de altura.
- 7 - Exigido para lotação superior a 200 pessoas.
- 8 - Acima de 23 metros de altura.
- 9 - Será exigido laudo de segurança estrutural quando constatado em vistoria, patologias estruturais e/ou após sinistros.
- 10 - Somente para a Divisão "C-3" Shopping Centers.
- 11 - Deverá ser exigido conforme Lei Complementar nº 14.376/2013.
- 12 - As medidas "Escada Enclausurada a prova de fogo e fumaça", "hidrantes" e "Chuveiros automáticos" não se aplicam às edificações existentes até 28 de Abril de 1997 se já não estiverem instaladas.
- 13 - Os chuveiros automáticos serão exigidos para edificações, exceto residenciais, de risco baixo acima de 5.000 m² ou acima de 30 metros, risco médio acima de 3.000 m² ou acima de 20 metros, risco alto acima de 1.500 m², risco médio ou alto com subsolo acima de 500 m² em caso de não aplicação da íntegra da Lei Complementar nº 14.376/2013.
- 14 - Grupos "M" serão exigidas as medidas constantes na Lei Complementar nº 14.376/2013.

As edificações tombadas têm exigências particulares que estão apresentadas na Tabela 3 da Resolução Técnica CBMRS nº 05 – Parte 07/2014 e que neste trabalho são descritas na Tabela A- 5

Tabela A- 5 - Medidas de segurança, prevenção e proteção contra incêndio exigidas para edificações tombadas.

Até 750 m ² e altura igual ou inferior a 12 m	Mais de 750 m ² ou altura superior a 12 m
Extintores de Incêndio	Extintores de Incêndio
Saídas de Emergência ¹	Saídas de Emergência ¹
Sinalização de Emergência	Sinalização de Emergência
Brigada de Incêndio	Brigada de Incêndio
Iluminação de Emergência	Iluminação de Emergência
Detecção de Incêndio	Detecção de Incêndio
Alarme de Incêndio	Alarme de Incêndio
	Hidrante ²

Fonte: Resolução Técnica CBMRS nº 05 – Parte 07/2014, Tabela 03.

Notas:

1. Apesar de recomendável, não é obrigatória a adequação dos acessos, escadas, rampas e descargas a legislação vigente, bastando apenas manter as saídas devidamente desobstruídas e sinalizadas, sendo que a lotação máxima deverá ser compatível com as saídas de emergência.

2. Havendo impossibilidade técnica de instalação do hidrante na Edificação deverá ser disponibilizado um hidrante público à concessionária responsável pelo serviço de água para ser instalado em um raio máximo de 300 m do imóvel.

A Tabela A- 6 é a representação da Tabela A.3 de Instrução Técnica 10/2011 CB PMESP e deve ser usada quando não é possível classificar os materiais de parede ou teto pelo método da NBR 9442 (1988).

Tabela A- 6 - Classificação dos materiais especiais que não podem ser caracterizados através da NBR 9442 exceto revestimento de piso.

Classe	Método de Ensaio		
	ISO 1182	BS EN 13823 (SBI)	ISO 11925-2 (exp.=30s)
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ $\Delta m \leq 50\%$ $t_f \leq 10\text{s}$	-	-
II	A Combustível	$FIGRA \leq 120 \text{ W/s}$ $LSF < \text{canto do corpo de prova}$ $THR600s \leq 7,5 \text{ MJ}$ $SMOGRA \leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2 \text{ e } TSP600s \leq 200\text{m}^2$	FS ≤ 150 mm em 60s
	B Combustível	$FIGRA \leq 120 \text{ W/s}$ $LSF < \text{canto do corpo de prova}$ $THR600s \leq 7,5 \text{ MJ}$ $SMOGRA > 180 \text{ m}^2/\text{s}^2 \text{ e } TSP600s > 200\text{m}^2$	FS ≤ 150 mm em 60s
II	A Combustível	$FIGRA \leq 250 \text{ W/s}$ $LSF < \text{canto do corpo de prova}$ $THR600s \leq 15 \text{ MJ}$ $SMOGRA \leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2 \text{ e } TSP600s \leq 200\text{m}^2$	FS ≤ 150 mm em 60s
	B Combustível	$FIGRA \leq 250 \text{ W/s}$ $LSF < \text{canto do corpo de prova}$ $THR600s \leq 15 \text{ MJ}$ $SMOGRA > 180 \text{ m}^2/\text{s}^2 \text{ e } TSP600s > 200\text{m}^2$	FS ≤ 150 mm em 60s
V	A Combustível	$FIGRA \leq 750 \text{ W/s}$ $SMOGRA \leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2 \text{ e } TSP600s \leq 200\text{m}^2$	FS ≤ 150 mm em 60s
	B Combustível	$FIGRA \leq 750 \text{ W/s}$ $SMOGRA > 180 \text{ m}^2/\text{s}^2 \text{ e } TSP600s > 200\text{m}^2$	FS ≤ 150 mm em 60s
V	A Combustível	$FIGRA \leq 750 \text{ W/s}$ $SMOGRA \leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2 \text{ e } TSP600s \leq 200\text{m}^2$	FS ≤ 150 mm em 20s
	B Combustível	$FIGRA \leq 750 \text{ W/s}$ $SMOGRA > 180 \text{ m}^2/\text{s}^2 \text{ e } TSP600s > 200\text{m}^2$	FS ≤ 150 mm em 20s
VI	-	-	FS > 150 mm em 20s

Fonte: Instrução Técnica 10/2011 CB PMESP, Anexo A, Tabela A.3.

Notas:

FIGRA – Índice da taxa de desenvolvimento de calor.

LFS – Propagação lateral da chama.

THR600s – Liberação total de calor do corpo de prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.

TSP600s – Produção total de fumaça do corpo de prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.

SMOGRA – Taxa de desenvolvimento de fumaça, correspondendo ao máximo do quociente de produção de fumaça do corpo de prova e o tempo de sua ocorrência.

FS – Tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado.

ΔT – Variação da temperatura no interior do forno.

Δm – Variação da massa do corpo de prova.

t_f – Tempo de flamejamento do corpo de prova.

ANEXO B – PROJETO DO LABORATÓRIO DE SEGURANÇA E COMBATE A INCÊNDIO (LASCI)

B.1 Laboratórios Existentes

No período de outubro de 2014 a janeiro de 2015, foi realizado contato com dezoito instituições de ensino e/ou pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, uma de Santa Catarina, duas do Paraná, uma de Minas Gerais, três de São Paulo e duas do Rio de Janeiro. Dentre elas, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo, foi o único local que se apresentou capacitado a realização de todos os ensaios necessários para classificação tanto de piso como de parede e teto.

No entanto, a Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) de São Leopoldo, até janeiro de 2015 estava apta a realizar os ensaios de determinação do índice de Propagação Superficial de Chama (NBR 9442, 1988), determinação densidade óptica de fumaça (ASTM E662, 2015) e verificação da ignitabilidade (ISO 11925-2, 2010), porém não é capaz de classificar materiais de revestimento de piso.

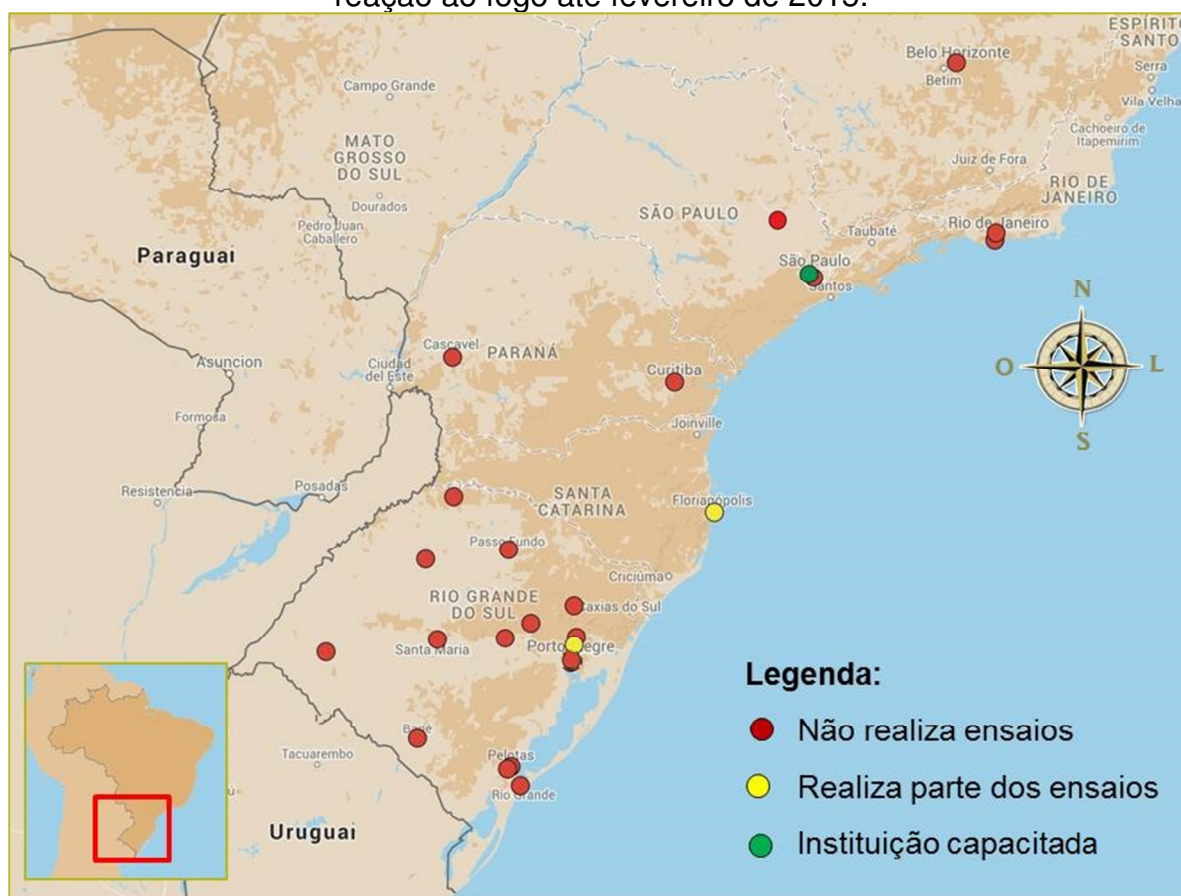
Ainda até janeiro de 2015, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) era capaz de realizar ensaio de Propagação Superficial de Chama (NBR 9442, 1988) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) informou que estava adquirindo os equipamentos.

O mapa da Figura 57 representa a localização das instituições pesquisadas, colocadas em cor vermelha quando não realiza nenhum ensaio, amarela quando realiza em parte e verde para a única instituição que realiza todos os ensaios e apresenta laudo de classificação.

Como é possível verificar, não há laboratórios próximos à região do pampa, o que ratifica a importância do estudo do assunto e poderia colocar a UNIPAMPA como um polo de estudos na área de segurança e combate a incêndios.

Além disso, representantes da Associação Brasileira da Indústria de Retardantes de Chama (ABICHAMA) afirmam que o Brasil conta com estrutura para ensaios de muitos materiais e aplicações, mas para a evolução do setor é inevitável que a demanda por novos laboratórios cresça (REVISTA EMERGÊNCIA, 2014).

Figura 57 - Localização dos laboratórios contatados para realização de ensaios de reação ao fogo até fevereiro de 2015.



A relação das instituições contatadas nesta pesquisa para verificar a realização de ensaios de classificação quanto à reação ao fogo dos materiais de acabamento e revestimentos é:

1. Centro Universitário Ritter dos Reis (UNIRITTER/RS)
2. Centro Universitário Univates (UNIVATES/RS)
3. Empresa IntertekSP
4. Fundação Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA/RS)
5. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT/SP)
6. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUCRIO/RJ)
7. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS/RS)
8. Universidade Católica de Pelotas (UCPEL/RS)
9. Universidade da Região da Campanha (URCAMP/RS)
10. Universidade de Caxias do Sul (UCS/RS)
11. Universidade de Passo Fundo (UPF/RS)

12. Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC/RS)
13. Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS/RS)
14. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE/PR)
15. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG/MG)
16. Universidade Federal de Pelotas (UFPEL/RS)
17. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC/SC)
18. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/RS)
19. Universidade Federal do Paraná (UFPR/PR)
20. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/RJ)
21. Universidade Federal do Rio Grande (FURG/RS)
22. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FURG/RS)
23. Universidade Feevale (FEEVALE/RS)
24. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI/RS)
25. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Das Missões (URI/RS)

B.2 Estudo de Necessidades para Projeto do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio

A construção de um Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio pode trazer à UNIPAMPA uma nova área de estudo que se mostra em crescimento na atualidade. A Lei Kiss (2013), juntamente com a Instrução Normativa e as Resoluções Técnicas que vigoram atualmente tendem a ser cada vez mais exigentes quanto à prevenção, segurança e combate a incêndio, cabendo à comunidade em geral adequar os projetos, materiais e técnicas a elas.

Os estudos para o projeto do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio levaram à elaboração do projeto para um prédio independente dos demais laboratórios existentes no Campus Alegrete. Ocorre que há instalações de extração de fumaça dos equipamentos (chaminés) individuais para cada equipamento, elevada potência requerida, instalações especiais (gases, água fria, esgoto, climatização, etc.), pé-direito especial para o ensaio SBI que dificultam a adaptação dos laboratórios existentes.

A etapa de fabricação das amostras necessita de equipamento de marcenaria como serra de bancada, serra tico-tico, serra mármore, lixadeira, furadeira, que poderiam ser realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil do Campus Alegrete da UNIPAMPA, num primeiro instante. Porém optou-se por projetar um prédio simples, relativamente pequeno e que tivesse um ambiente para fabricação das amostras e, posteriormente, poderia servir como ampliação do laboratório já que existem outros ensaios nesta linha de pesquisa, além dos ensaios da IT 10/2011 CB PMESP (2011).

Assim foi projetado um ambiente para a instalação dos equipamentos de acordo com suas necessidades chamado de Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio; um segundo Laboratório de Produção para recebimento de materiais e preparação de amostras. No Laboratório de Produção também poderia ser instalado, em um segundo momento, outros fornos para ampliação dos estudos nesta área. Também foi previsto de uma sala de professores e/ou técnicos, hall/recepção, e instalações auxiliares (banheiros, copa e depósito de material de limpeza).

O laboratório foi projetado com as aberturas em janelas basculantes de ferro junto ao teto para que permita a rápida saída natural da fumaça.

Os dois laboratórios do prédio possuem paredes de 22 cm de espessura e portas corta-fogo abrindo no sentido do fluxo de saída do ambiente com barras antipânico, para que possam ser consideradas unidades autônomas no projeto de PPCI, e a distância máxima de percurso para a rota de fuga não ultrapassa 20 m.

Os materiais de revestimento especificados no piso, parede e teto podem ser classificados com classe I – Incombustíveis e estão enumerados na sequência:

- Piso industrial de concreto para as áreas dos laboratórios;
- Piso porcelanato para a sala de professores e/ou técnicos e ambientes auxiliares (banheiros, DML e Copa);
- Paredes de 22 cm de espessura nominal com revestimento argamassado e pintura acrílica para os laboratórios e todas as paredes externas;
- Demais paredes internas de 17 cm de espessura nominal com revestimento argamassado e pintura acrílica exceto nos banheiros e no DML que são revestidos com cerâmica até altura de 2,25 m;
- Forro de laje maciça com pintura acrílica.

Também foi especificado que as bancadas dos laboratórios sejam reforçadas com laje de concreto armado sob o acabamento de granito devido ao peso de alguns equipamentos e dos materiais a serem manuseados para ensaio.

As Instalações de Gases Especiais variam de acordo com cada aparato de ensaio e estão descritas na revisão bibliográfica individualmente. A central de gases deverá conter:

- Gás Acetileno;
- Gás Natural;
- Gás Propano;
- Ar comprimido.

As Instalações Elétricas variam de acordo com a potência descrita nas especificações de cada equipamento. Também há no projeto, indicado em planta baixa, um detalhe com a mobília de computador para os equipamentos que necessitam de sistema de computador para aquisição dos dados.

As Instalações de Água Fria e Esgoto são necessárias para o aparato de propagação superficial de chama (NBR 9442, 1988) e de reação ao fogo em pisos (NBR 8660, 2013).

Há necessidade de um ambiente climatizado com temperatura entre 18°C e 28°C e umidade relativa do ar variando de 30 até 70% para a maioria dos equipamentos, assim estes foram dispostos em um ambiente maior que deverá ter climatização. As exceções são o aparato de propagação superficial de chama (NBR 9442, 1988) e o SBI (BS EN 13823, 2010) que necessitam de ambiente individualizado para cada um.

Para a realização dos ensaios as amostras devem permanecer no mínimo 24 horas em uma câmara de temperatura e umidade relativa controlada a 24°C e 50% de UR. Portanto, o laboratório também necessita de uma câmara tipo sala climatizada. As câmaras climatizadas do tipo “geladeiras”, disponíveis no mercado não possuem dimensão suficiente para as amostras de 1050 x 230 mm do ensaio de reação ao fogo em pisos (NBR 8660, 2013), portanto foi previsto no projeto uma câmara tipo sala climatizada que é montada de acordo com o espaço disponível.

Outra necessidade especial do ambiente é que o ensaio SBI (BS EN 13823, 2010) necessita de uma sala de controle ao lado da sala de ensaio. A sala de ensaio

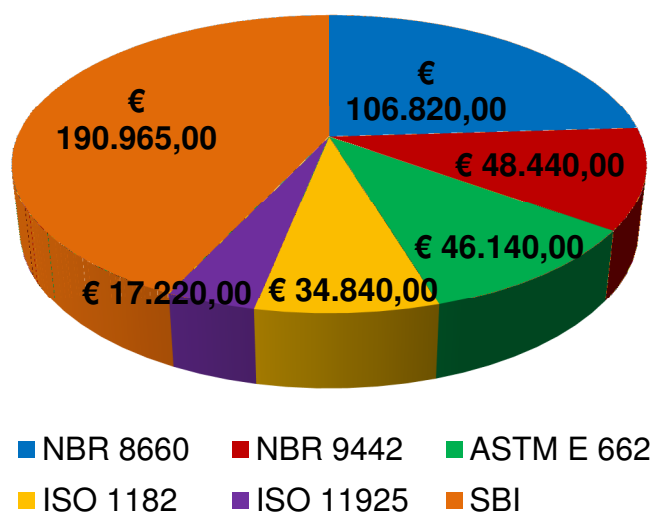
deve ter dimensões mínimas de 3 x 3 m e pé direito mínimo de 4,50 m, porém elas possuem internamente uma laje a altura de 3,00 metros como mostrado nos cortes do projeto. As portas das duas salas devem ser do tipo corta fogo.

A sala para ensaio de propagação superficial de chama possui porta de vidro temperado 10 mm com abertura de correr, pois o operador do ensaio necessita aproximar a amostra da chama piloto e permanecer observando o desenvolvimento da chama na superfície da amostra, porém protegido, na parte externa da sala. Também por isso, o computador para aquisição de dados fica próximo da porta do lado externo da sala.

As instalações tem área total de 297,56 m² e estão detalhadas nas pranchas de 01 a 07 no item B.3, que representam o projeto arquitetônico básico do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio.

Foi realizado um estudo preliminar dos custos dos equipamentos junto ao fabricante. Apesar de haver um importador/distribuidor dos equipamentos no país, foi indicado que os mesmos fossem adquiridos diretamente da fabricante, para obter as isenções de impostos de importação para órgão público. O gráfico da Figura 58 representa os valores dos equipamentos para montagem do laboratório de segurança e combate a incêndio. Estes equipamentos permitem a classificação de qualquer material de acabamento ou revestimento de acordo com a IT 10/2011 CB PMESP. O valor total em equipamentos representa € 444.425,00.

Figura 58 - Gráfico do valor dos equipamentos para montagem do laboratório de segurança e combate a incêndio



Fonte: Cotação Fire Testing Technology Ltda. em 25 de março de 2015.

A Tabela B- 1 apresenta os custos em Euro (€) dos equipamentos cotados diretamente da fabricante. Os valores estão descritos separadamente, entre o aparato de ensaio e os opcionais oferecidos.

Tabela B- 1 - Custos dos equipamentos de ensaio para montagem do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio.

Descrição do equipamento		Valor (€)
NBR 8660 - Reação ao fogo em pisos	Aparato - NBR 8660 baseada na ISO 9239	61.230,00
	Opcionais Sistema de Exaustão (tubulações) e controlador	5.685,00
	Fonte de luz, detector, fontes de alimentação e quadro de apoio	5.990,00
	Computador e Impressora	2.100,00
	Instalação	4.410,00
	Compressor de Ar	23.910,00
	Peças do Medidor de Fluxo de Calor	3.495,00
Total		106.820,00
NBR 9442 - Propag. superficial de chama	Aparato - NBR 9442 baseado na ASTM 162	33.725,00
	Opcionais Software de aquisição de dados e conversor analógico para digital	6.995,00
	Computador	1.960,00
	Sistema de exaustão	2.665,00
	Instalação	3.095,00
Total		48.440,00
ASTM E662 – Det. da dens. óp. fumaça	Aparato - ASTM E662	42.660,00
	Opcionais Kit de peças de reposição	1.520,00
	Medidor de fluxo de calor refrigerado a água	1.960,00
Total		46.140,00
ISO 1182 - Ensaio de Incombusti bilidade	Aparato - ISO 1182	25.540,00
	Opcionais Computador	2.100,00
	Montagem do espelho	1.280,00
	Peças em aço inoxidável - balde	480
	Peças em aço inoxidável - porta-amostra	455
	Termopares adicionais	245
Total		34.840,00
ISO 11925-2 - Ensaio de ignitabili dade	Aparato - ISO 11925-2	8.990,00
	Opcionais Sistema de Exaustão (tubulação) e controlador	5.940,00
	Porta-amostra para materiais de enchimento soltos	1.145,00
	Porta-amostra	1.145,00
Total		17.220,00

	Carrinho e quadro fixo e sistema de exaustão	40.215,00	
	Trem e controles de gás e queimador	22.215,00	
Aparato BS EN 13823 (2010)	Sistema de fotometria	11.220,00	
	Instrumento de Análise de Gás (O ₂ e CO ₂)	43.050,00	
	Software e Sistema de aquisição de dados	7.860,00	
	Computador	2.100,00	
	Instalação	6.165,00	
	Subtotal	132.825,00	
BS EN 13823 - Ensaio SBI	Carrinho de Reposição	17.235,00	
	Anemômetro e sistema de posicionamento	2.220,00	
	Medidor de Fluxo de Calor	3.705,00	
	Opcionais	Supervisão da Construção	9.100,00
		Serviço de manutenção	1.025,00
	Sistema de extração de fumaça	24.450,00	
	Protetor do queimador	405,00	
	Subtotal	58.140,00	
Total	190.965,00		

Fonte: Cotação Fire Testing Technology Ltda. em 25 de março de 2015.

Porém, como o custo destes equipamentos é muito alto, seria possível propor a aquisição de alguns deles para que seja possível classificar grande parte dos materiais. Isso porque o ensaio SBI é utilizado como um segundo ensaio, quando o ensaio de propagação superficial de chama não pode ser utilizado. Nessa mesma linha de pensamento, o ensaio de incombustibilidade também pode ser dispensado, pois qualquer material que sofra reações nos outros ensaios não poderá ser considerado incombustível.

Assim, para classificar pisos, inicialmente são necessários os ensaios da NBR 8660 (2013), ASTM E662 (2015) e ISO 11925-2 (2010) e para paredes e tetos NBR 9442 (1988) e ASTM E662 (2015). Portanto, o custo dos equipamentos para o laboratório poderia ser reduzido em 50,81%, ficando no estimado em € 218.620,00.

Para finalizar, seria possível fazer uma comparação com o valor da obra de construção do Laboratório de Engenharia Civil, Elétrica e Telecomunicações do Campus Alegrete, que foi licitado pelo preço de R\$ 1.788,50/m² no ano de 2013. Então, sugere-se que o prédio do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio teria um custo da ordem de R\$ 530.000,00.

A Tabela B- 2 apresenta um resumo dos custos para construção do prédio e instalação dos equipamentos descrevendo como Senário I, o laboratório contendo

todos os equipamentos, e com Senário II, o laboratório com os principais equipamentos para classificação de pisos e paredes mais comuns.

Tabela B- 2- Análise comparativa dos custos do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio

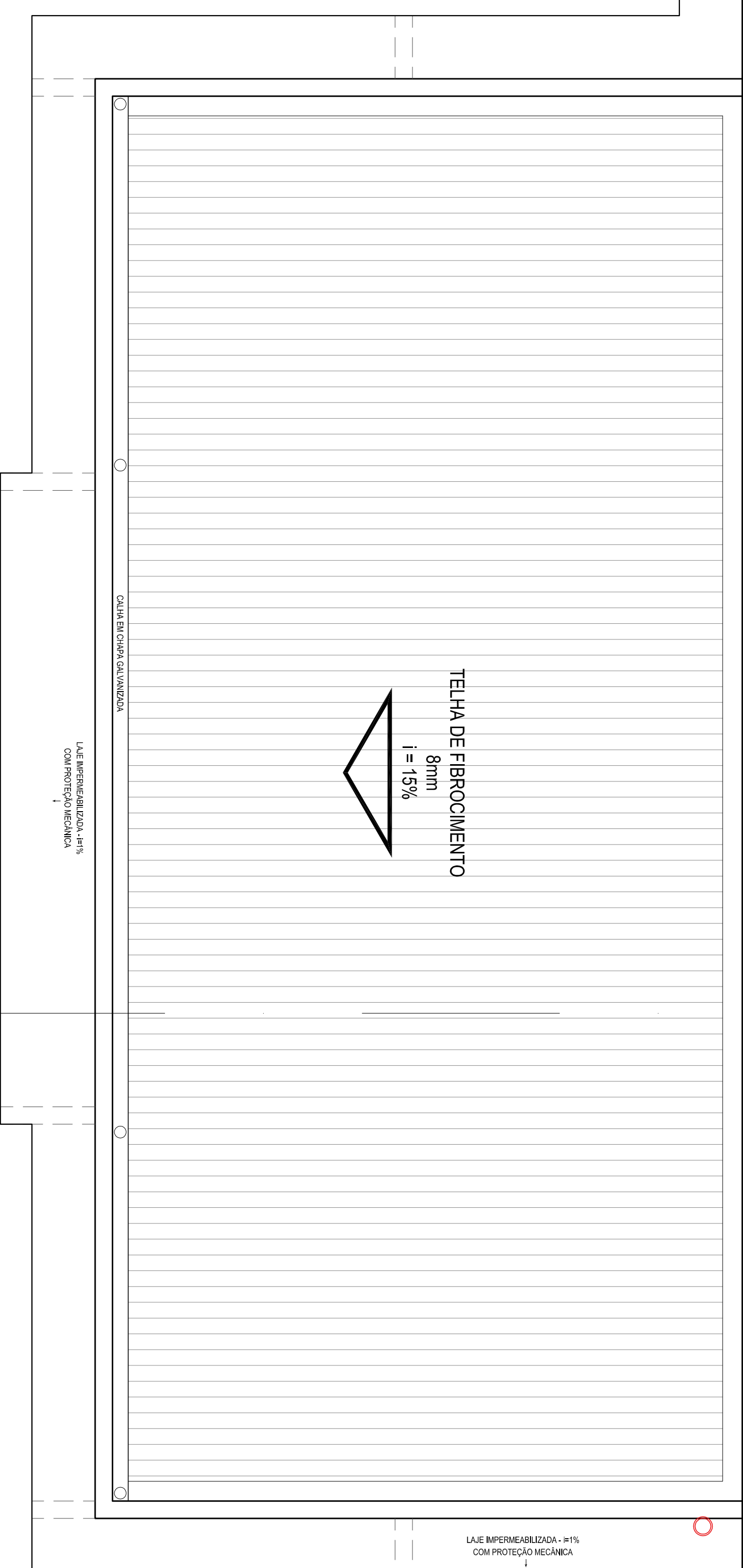
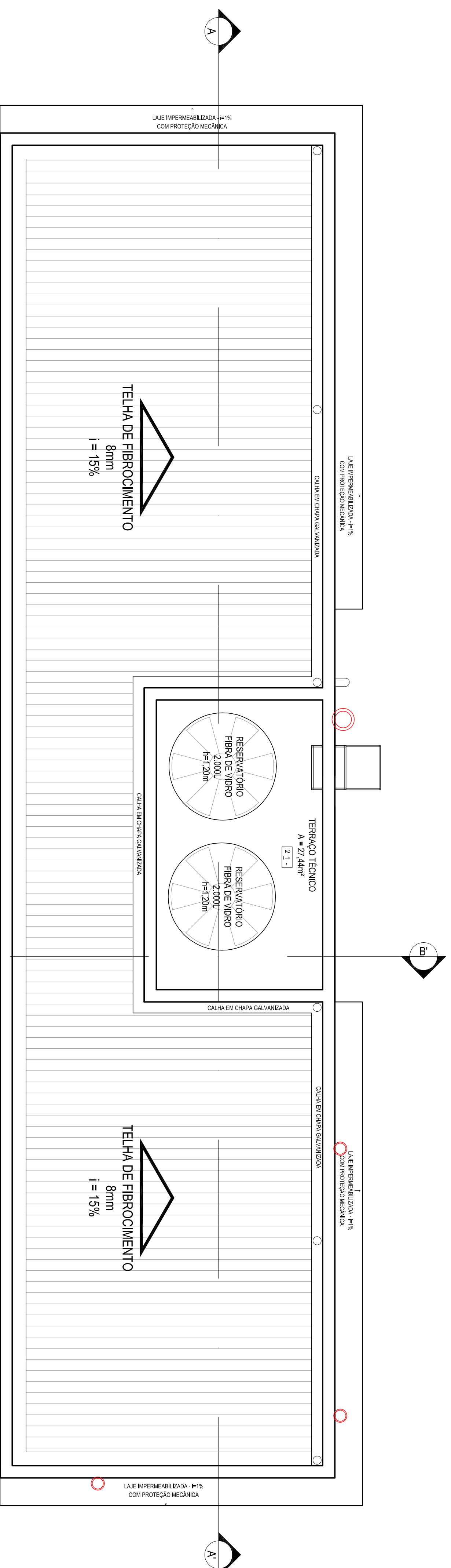
	Prédio	Equipamentos	Total
Senário I	R\$ 530.000	R\$ 1.733.257,50*	R\$ 2.263.257,50
Senário II	R\$ 530.000	R\$ 852.618,00	R\$ 1.382618,00

* Foi considerada a cotação do Euro a R\$ 3,90 (13/08/2015)

B.3 Projeto Arquitetônico Básico do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio

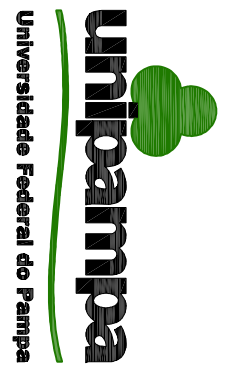
É parte integrante deste trabalho o projeto Arquitetônico Básico do Laboratório de Segurança e Combate a Incêndio (LASCI) conforme ART de projeto e é apresentado em sete pranchas denominadas:

- Prancha ARQ 01/07 – Planta de Cobertura;
- Prancha ARQ 02/07 – Planta Baixa Cotada;
- Prancha ARQ 03/07 – Corte AA' e Corte BB';
- Prancha ARQ 04/07 – Elevação 01, Elevação 02, Elevação 03 e Elevação 04;
- Prancha ARQ 05/07 – Planta de Detalhes dos Equipamentos;
- Prancha ARQ 06/07 – Detalhes de Esquadrias – Portas;
- Prancha ARQ 07/07 – Detalhes de Esquadrias Janelas e Detalhes 1, 2 e 3.



PLANTA DE COBERTURA

Escala 1/50

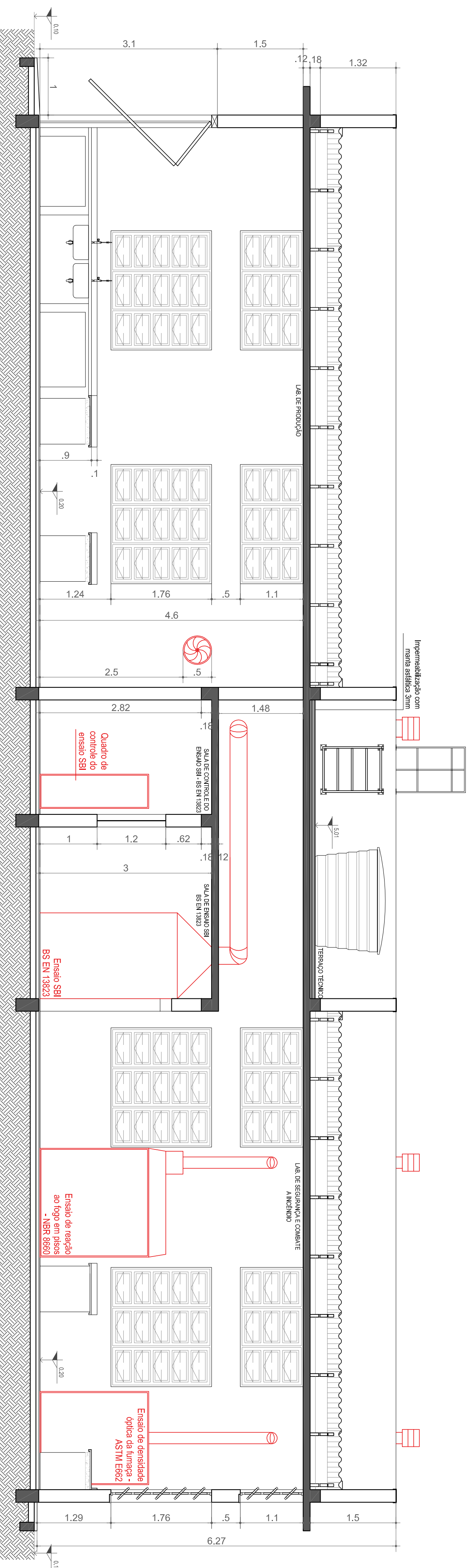

unipampa
 Universidade Federal do Pampa
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

LABORATÓRIO DE SEGURANÇA E COMBATE A INCÊNDIO
LASCI

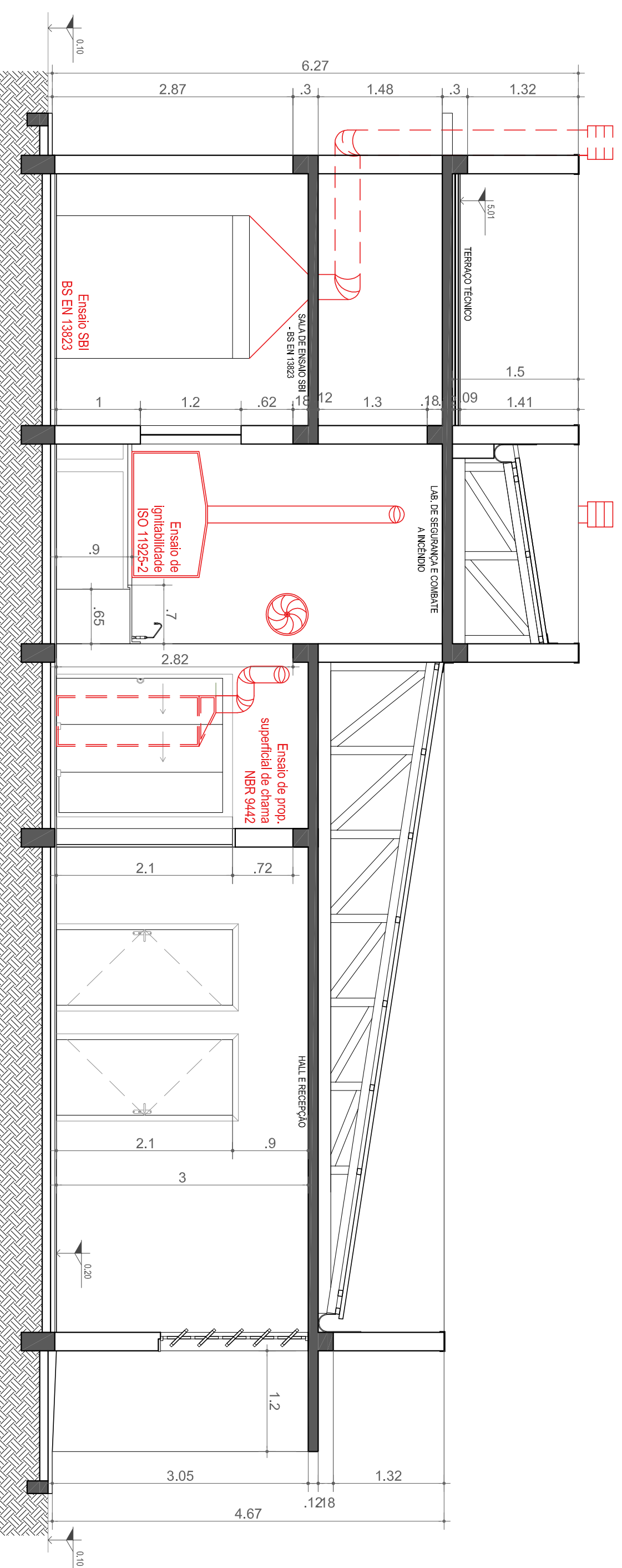
Projeto Arquitetônico Básico
 PLANTA DE COBERTURA

Área total	Data	Escala	AR n.º	Revisão
297,56 m ²	Agosto/2015	1/50	8115144	01/2015
Proprietário / Responsável Projeto		Rendição		
Universidade Federal do Pampa		Eng. Civil Letícia Zoratto - CREA 15150530		

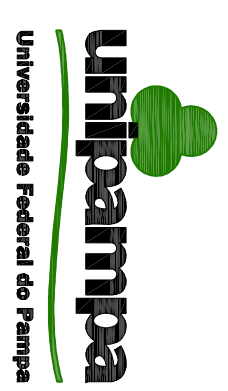
ARQ
01/07



CORTE AA'
Escala 1/50



CORTE BB'
Escala 1/50

 <p>Universidade Federal do Pampa PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA</p>		<p>Projeto</p> <p>LABORATÓRIO DE SEGURANÇA E COMBATE A INCÊNDIO</p> <p>LASCI</p>	
<p>Projeto</p> <p>unipampa Universidade Federal do Pampa</p>		<p>Projeto</p> <p>LABORATÓRIO DE SEGURANÇA E COMBATE A INCÊNDIO</p> <p>LASCI</p>	
<p>Titulo/Conteúdo</p> <p>Projeto Arquitetônico Básico</p>			
<p>CORTE AA' E CORTE BB'</p>			
<p>Area total</p> <p>297,56 m²</p>	<p>Data</p> <p>Agosto/2015</p>	<p>Escala</p> <p>1/50</p>	<p>AR nº</p> <p>8115144</p>
<p>Proprietário / Responsável Projeto</p>		<p>Revisão</p> <p>01/2015</p>	<p>Período</p> <p>03/07</p>
<p>Universidade Federal do Pampa</p>		<p>Eng. Civil Leiliane Zoratto - CREA 15130530</p>	

Dados da ART Agência/Código do Cedente 2796-0/16734-7 Nosso Número: 21071360008115144

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS150530 Profissional: LETÍCIA ZORZELA E-mail: letizr@gmail.com
RNP: 2204545490 Título: Engenheira Civil
Empresa: NENHUMA EMPRESA Nr.Reg.:

Contratante

Nome: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA E-mail:
Endereço: AVENIDA TIARAJU 810 Telefone: 55 - 34218405 CPF/CNPJ: 09341233000122
Cidade: ALEGRETE Bairro: IBIRAPUITA CEP: 97546550 UF: RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
Endereço da Obra/Serviço: AVENIDA TIARAJU 810 CPF/CNPJ: 09341233000122
Cidade: ALEGRETE Bairro: IBIRAPUITA CEP: 97546550 UF: RS
Finalidade: ESCOLAR Dimensão(m²): 297,56 Vlr Contrato(R\$): Honorários(R\$):
Data Início: 11/08/2015 Prev.Fim: 30/09/2015 0,00 Ent.Classe: SENGE/RS

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Projeto	Edificações - Arquitetônico	297,56	M²
Projeto	PROJETO ARQUITETÔNICO DO LABORATÓRIO DE SEGURANÇA E COMBATE	297,56	M²
Projeto	A INCÊNDIO	297,56	M²

ART registrada (paga) no CREA-RS em 25/08/2015

<u>Alegrete, 28/08/2015.</u> Local e Data	Declaro ser em verdadeiras as informações acima <u>Letícia Zorzela</u> LETÍCIA ZORZELA Profissional	De acordo <u>[Assinatura]</u> UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA Contratante
--	--	--

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Contratado

Nr. Carteira: RS150530 Profissional: LETÍCIA ZORZELA E-mail: letizr@gmail.com
Nr. RNP: 2204545490 Título: Engenheira Civil
Empresa: NENHUMA EMPRESA Nr.Reg.:

Contratante

Nome: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA E-mail:
Endereço: AVENIDA TIARAJU 810 Telefone: 55 - 34218405 CPF/CNPJ: 09341233000122
Cidade: ALEGRETE Bairro: IBIRAPUITA CEP: 97546550 UF: RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

Projeto arquitetônico básico do Laboratório de Segurança e Combate a incêndio (LASCI).

<p>Alegrete, 28/08/2015. Local e Data</p>	<p>Declaro serem verdadeiras as informações acima <i>Letícia Zorzela</i> Profissional</p>	<p>De acordo <i>[Assinatura]</i> Contratante</p>
---	---	--