

WALTER LUIZ DO ROSÁRIO

LEVANTAMENTO DOS RISCOS EM EDIFICAÇÕES
NA CONSTRUÇÃO DE PAREDES DE COMPARTIMENTAÇÃO
COM DRYWALL E ALVENARIA CONVENCIONAL

Monografia apresentada a Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Engenharia em Segurança do
Trabalho.

Área de concentração: Engenharia do
Trabalho

São Paulo
2010

AGRADECIMENTOS

A todos os professores, pelo profissionalismo e dedicação para com todos os alunos, permitindo assim que absorvêssemos o conteúdo de forma clara e didática, nos proporcionando um estudo rico e completo.

Aos amigos de curso, os mais sinceros votos de felicidade, por todas as noites de estudo que dividimos, sempre convivendo em harmonia, trocando alegrias, tristezas. Que nossa amizade seja sempre contínua e que possamos passar nossos conhecimentos para o bem estar dos trabalhadores.

Aos meus familiares, base de minhas ações, agradecerei sempre. Obrigado por serem parte fundamental para a conclusão deste sonho de estudar, atualizando-se e assim poder transmitir também novos conhecimentos a outras pessoas.

RESUMO

Para o desenvolvimento de sistemas de segurança em edifícios comerciais, é preciso que haja a integração de sistemas de proteção ativa e passiva. A proteção ativa contra incêndio é constituída por meios (equipamentos e sistemas) que precisam ser acionados, quer manual ou automaticamente, para funcionar em situação de incêndio, e tem como objetivo a rápida detecção do incêndio, o alerta dos usuários do edifício para a desocupação e às ações de combate com segurança. Já a proteção passiva contra incêndio é constituída por meios de proteção incorporados à construção da edificação, e estes não necessitam de nenhum tipo de acionamento para o seu funcionamento em situação de incêndio, sendo eles a acessibilidade ao lote (afastamentos) e ao edifício (janelas e outras aberturas), rotas de fuga (corredores, passagens e escadas), o adequado dimensionamento dos elementos estruturais para a situação de incêndio, a compartimentação, a definição de materiais de acabamentos e revestimentos adequados. É dentre estas medidas de proteção passiva que enfocamos a importância do papel da compartimentação, que integra as medidas urbanísticas (distância mínima de separação entre edificações), medidas arquitetônicas (dimensões e formas de espaços fechados, terraços e sacadas), função dos espaços compartimentados (áreas permanentes ou transitórias) e projeto estrutural em situação de incêndio. Neste sentido podemos citar que a compartimentação assegura a confiabilidade do dimensionamento da estrutura de concreto em situação de incêndio, pois sua premissa principal é evitar a propagação das chamas de uma determinada área para outra, isto é, possui a característica denominada tecnicamente de “corta-fogo”. Diante disto, realizou-se aqui um estudo que tem como intuito analisar as normas técnicas para a segurança contra incêndio de edificações, enfocando as compartimentações com paredes de Drywall e alvenaria convencional, levando-se em consideração principalmente as adequações do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, por meio de suas Instruções Técnicas (IT’s), as quais são normas que devem ser atendidas para o cumprimento das exigências da regulamentação estadual de segurança contra incêndio. Porém, enfoca-se também que as diretrizes e normas técnicas do Corpo de Bombeiros, não trazem em suas normas atuais, projetos como o focado aqui, deixando assim uma lacuna para o mercado de construção civil.

Palavras-chave: Incêndio, Segurança, Compartimentação, Normas Técnicas, Drywall.

ABSTRACT

To implement safety systems in commercial buildings, both, active and passive protection must be integrated. The active protection against fire is made up of resources (equipment and systems) that need to be triggered either manually or automatically, to operate during an emergency aiming a rapid detection of the fire, warning users to abandon the building as well as drive to actions to a safe combat. On the other side, passive protection is built into the construction of the building, and do not need any type of action to work in a fire situation, namely, access to the lot (leaves) and the building (windows and other openings), escape routes (corridors, passages and stairways), the proper sizing of structural members for fire conditions, the subdivision, the definition of finishing materials and coating protection. Sub-division is one of the more effective passive protective ways, widely used which isolate the risk to a fraction of the building , also urban design standards (minimum distance of separation between buildings), architectural best practices (size and shape of enclosed spaces, terraces and balconies), partitioned according to the total (permanent or transitional areas) and structural design in a fire situation. In this sense we can mention that the partitioning ensures the reliability of the design of the concrete structure in fire, because its major premise is to prevent the spread of flames from one area to another, therefore , has the feature is technically termed a "cut – fire". Based on the above, a study was implemented to review the technical standards for fire safety of buildings, analyzing partitioning walls made of Drywall, looking to be incorporated to the standards of the Fire Department of the State of Sao Paulo through its Technical Instructions (IT's), to became an accepted procedure for normal use which also comply with the requirements of the State Fire Safety Agency.

Keywords: Fire, Safety, Partitioning, Technical, Drywall.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – a) Influência das dimensões e da geometria das janelas na projeção das chamas pela fachada. b) Influência de saliências horizontais na projeção das chamas pela fachada.....	18
Figura 02: Curva padrão – temperatura máxima de incêndio	22
Figura 03 - Separação entre edificações no mesmo lote	30
Figura 04 - Distância de segurança e distância de segurança entre a cobertura e a fachada	31
Figura 05 - Parede corta-fogo	31
Figura 06 - Exposição entre edificações.....	32
Figura 07 - Porcentagem de aberturas na fachada.....	33
Figura 08 - Modelo de compartimentação horizontal.....	40
Figura 09 – Formato da cabeça dos parafusos.....	57
Figura 10 – Formato da ponta dos parafusos	57
Figura 11 – Exemplo de nomenclatura de pares drywall.....	62
Figura 12 – Exemplo da espessura de parede em drywall.....	63
Figura 13 – Áreas de maior necessidade de resistência ao fogo.....	63
Figura 14 – Paredes entre unidades independentes e entre unidade independentes e áreas de circulação	64
Figura 15 – Paredes que incorporam vigas, pilares ou tubulações, entre unidades independentes.....	65
Figura 16 – Paredes de alta performance mecânica.....	66
Figura 17 – Paredes de alta performance acústica.....	66
Figura 18 – Paredes com estruturas simples / chapa dupla – corte horizontal.....	67
Figura 19 – Paredes com dupla estrutura ligada.....	67
Figura 20 – Revestimento estruturado – corte vertical.....	69
Figura 21 – Revestimento estruturado – corte horizontal.....	70
Figura 22 – Paredes Placostil: Nomenclatura	72
Figura 23 – Paredes Placostil: Referências	73
Figura 24 – Fixação das guias	74
Figura 25 – Montantes são encaixados nas guias.....	74
Figura 26 – Reforço de montante por encaixe.....	75
Figura 27 – Reforço de montante com guias.....	75
Figura 28 – Tratamento de juntas: 1º passo.....	76
Figura 29 – Tratamento de juntas: 2º passo.....	76
Figura 30 – Tratamento de juntas: 3º passo.....	77
Figura 31 – Tratamento de juntas: 4º passo.....	77
Figura 32 – Tratamento de juntas: 5º passo.....	78
Figura 33 – Fixação nas paredes: ação de um guarda-chuva.....	78
Figura 34 – Bucha sem apoio.....	79
Figura 35 – Fixação diretamente na placa de gesso	79
Figura 36 – Fixação no montante.....	79
Figura 37 – Fixação no reforço de madeira ou metálico.....	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Tempo de execução da obra.....	94
Gráfico 02 – Custos da obra.....	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Áreas máximas de compartimentação (m ²).....	20
Tabela 02: Temperatura dos gases em função do tempo	21
Tabela 03 – Fatores que contribuem para o incêndio.....	25
Tabela 04 – Partes da fachada a serem consideradas no dimensionamento.....	32
Tabela 05 - Severidade da Carga de Incêndio para o Isolamento de Risco.....	33
Tabela 06 - Mínima distância de separação entre a cobertura da edificação menor em relação à outra adjacente de maior altura	35
Tabela 07 – Tipos de proteção de paredes contra-fogo.....	36
Tabela 08 – Classificação das Edificações e Áreas de risco quanto à ocupação.....	45
Tabela 09 – Exigências mínimas para edificações existentes.....	45
Tabela 10 – Classificação das edificações quanto à altura.....	46
Tabela 11 – Classificação das edificações e áreas de risco quanto à carga de Incêndio.....	46
Tabela 12 – Implantação de medidas de segurança contra incêndios	47
Tabela 13 – Cargas de incêndio específicas	49
Tabela 14 – Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF).....	50
Tabela 15 - Tabela de resistência ao fogo para alvenarias.....	52
Tabela 16 - Características geométricas das chapas de gesso de paredes Drywall	54
Tabela 17 - Características físicas das chapas de gesso de paredes Drywall.....	55
Tabela 18 - Tipos de Chapa.....	55
Tabela 19 - Tipos de perfis metálicos para paredes de drywall.....	56
Tabela 20 – Tipos de Massas.....	59
Tabela 21 – Tipos de Fitas	59
Tabela 22 – Acessórios das paredes de drywall.....	60
Tabela 23 – Especificações técnicas da lã mineral.....	61
Tabela 24 – Nomenclatura das paredes em Drywall.....	62
Tabela 25 – Tabela de desempenho das paredes Drywall.....	68
Tabela 26 – Valores máximos para cargas a serem fixadas nas paredes em Drywall.....	68
Tabela 27 – Comparação entre paredes em Drywall e alvenaria convencional....	71
Tabela 28 – Definição da composição da parede Plascotil.....	73
Tabela 29 – Custos de uma compartimentação de alvenaria convencional e drywall	92
Tabela 30 – Custos de uma compartimentação em alvenaria convencional	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AVCB	Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros
BOCA	Building Officials and Code Administrators and Code Administrators International Inc.
CBPMESP	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
CEA	Comissão Especial de Avaliação
IT	Instrução Técnica
IBC	International Building Code
ICBO	International Conference of Building Officials e o SBCCI
ISO	International Organization for Standardization
ITCB	Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros
MJ	Megajoules
NBR	Normas Brasileiras Regulamentadoras
NFPA	National Fire Protection Association Handbook
RF	Resistentes ao Fogo
SBCCI	Southern Buildings Code Congress International, Inc.
TRRF	Tempo Requerido de Resistência ao Fogo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1. Objetivo Geral.....	11
1.1.2 Objetivos específicos.....	11
1.2 Justificativa.....	12
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1 Histórico da compartimentação em Edifícios.....	13
2.2 A compartimentação em Edifícios.....	14
2.3 Áreas máximas de compartimentação.....	20
2.4 Resistência ao Fogo.....	21
2.5 Características de resistência ao fogo.....	23
2.5.1 A importância da classificação dos materiais em relação ao fogo.....	24
2.5.2 O risco de um incêndio	25
2.6 Regulamentação e requisitos normativos das Normas de Compartimentação contra incêndio no Brasil.....	26
2.6.1 Conceitos e Definições	26
2.6.2 Separação entre edifícios: Instrução Técnica N° 07 (2004) do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.....	30
2.6.3 Separação entre Edificações (Isolamento de Risco): Instrução Técnica N° 07 (2004) do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo	37
2.6.4 Compartimentação Horizontal e Compartimentação Vertical: Instrução Técnica N° 09 (2004) do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo	38
2.6.5 Proteção das aberturas nas paredes corta-fogo de compartimentação de acordo com a IT 09.....	40
2.6.6 As Portas Corta-fogo	43
2.7 As edificações de risco.....	44
2.8 As Medidas de Segurança.....	46
2.8.1 Dimensionamento de elementos estruturais em situação de incêndio.....	47
2.8.2 Materiais de proteção térmica.....	48
2.9 O controle de qualidade para a prevenção de incêndios.....	48
2.9.1 Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco.....	48
2.10 A compartimentação.....	49
2.10.1 Medidas de segurança em ocupação mista.....	53
2.10.2 As paredes de compartimentação com Drywall....	53
2.11 Componentes dos sistemas de Drywall.....	54
2.11.1 Chapas de gesso.....	54
2.11.2 Perfis metálicos.....	56
2.11.3 Fixações.....	56
2.11.4 Massa para juntas e para colagem.....	58
2.11.5 Fitas.....	59
2.11.6 Acessórios.....	59
2.11.7 Lã mineral.....	61
2.12 Paredes em Drywall.....	61
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	81
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
5 CONCLUSÕES.....	98
REFERÊNCIAS.....	100

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como intuito analisar a importância da segurança contra incêndios em edifícios comerciais, tendo como princípio desenvolver um estudo que mostre de que forma um projeto de segurança pode ser implementado, visando um conjunto de sistemas de proteção passiva, isto é estruturas que possuam resistência ao fogo.

Observa-se que projetos de estruturas de concreto estão atualmente sendo muito discutidos, de acordo com os critérios de desempenho para desenvolverem-se projetos de segurança adequados para cada necessidade.

As normas que congregam este tema estão definidas na NBR 14323:1999, NBR 14432:2000, NBR 15200:2004 e diversas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, que apresentam conceitos e diretrizes de cálculo, com base em normas internacionais.

Sabemos que a revisão das normas técnicas envolve uma discussão entre os representantes da sociedade, podendo levar um longo tempo e muitos conflitos, gerando dúvidas em relação a aplicabilidade dos métodos propostos.

Apresenta-se aqui a definição de “compartimentação”, sua importância para efeito do dimensionamento das estruturas de concreto em situação de incêndio e para os métodos de cálculo recomendados pela NBR 15200:2004.

São diversas as exigências para o desenvolvimento de tais proteções, portanto, diante das exigências dos códigos quanto a sua construção, dimensionamento e utilização, este estudo foi desenvolvido, pois existem muitas oportunidades para apresentação e desenvolvimento de soluções técnicas adequadas e inseridas no contexto específico.

Porém, será demonstrado neste estudo que projetos de estrutura em alvenaria convencional, com aplicações de paredes Drywall, não incluem as normas, isto é, nenhuma Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros define esta medida como regra. É viável, muitos já desenvolveram esta técnica, mas ainda existe uma lacuna nas instruções técnicas existentes sem a relação a este material.

Neste ínterim demonstraremos conceitos e interpretações que podem vir a concretizar-se como uma solução técnica disponível. Os projetistas, na sua maioria, apresentam soluções técnicas para a arquitetura do prédio, porém não desenvolvem uma pesquisa mais profunda sobre a elaboração e análise dos diversos materiais com características de resistência ao fogo.

Este tipo de pesquisa requer conhecimento específico, bem como a elaboração de revisão das normas técnicas. Assim, levantamos aqui que a aplicação mista das compartimentações com paredes em Drywall e alvenaria convencional, apresenta-se como uma solução de melhor custo-benefício.

Para tanto se apresentou um estudo comparativo baseado nas normas existentes, cálculos estruturais, análise de custo-benefício, para recomendação de inclusão como futura norma a ser aprovada.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar medidas de prevenção contra incêndios com a construção de paredes de compartimentação em Drywall e alvenaria convencional, como um modelo viável e futura inclusão nas normas técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

1.1.2 Objetivos específicos

Tem-se como objetivos específicos os seguintes itens:

- Estudo da resistência e integridade das paredes de compartimentação;
- Estudo das possibilidades de retardamento do incêndio por meio de compartimentação com drywall;
- Estudo dos meios de isolamento de riscos, isolamento térmico e carga do incêndio;
- Estudo das diferentes ocupações de um edifício comercial, e a importância do conhecimento deste para o desenvolvimento de levantamento de riscos;

- Estudo da possibilidade de se evitar propagação do incêndio em vizinhos, por meio da compartimentação com drywall e alvenaria convencional, assim como minimizar a propagação do fogo, calor, gases no mesmo pavimento.
- Estudo de campo frente ao Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, buscando informações de suas publicações das chamadas “IT’s” – Instruções Técnicas, que devem ser atendidas para o cumprimento das exigências da regulamentação estadual de segurança contra incêndio.

1.2 Justificativa

O desenvolvimento de um estudo sobre a compartimentação de uma edificação comercial mostra-se importante, pois esta deve atender as varias necessidades dos usuários, e com isto é preciso que alguns aspectos sejam levantados para a obtenção de um resultado adequado.

Tratam-se de medidas de proteção passiva que necessitam de soluções práticas, conhecimento das normas, conhecimento na execução construtiva, controle de materiais de acabamento e revestimento, necessidade de calculo estrutural para paredes com pé direito grande, analise dos ruídos, máquinas, vibrações, choque, estudo do peso próprio sobre pisos com diversas resistências.

É neste contexto, que procurou-se desenvolver um estudo complementar a estas normas, buscando interagir as práticas já existentes, com novas pesquisas que demonstrem meios mais adequados para se implementar tais procedimentos de segurança.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Histórico da compartimentação em Edifícios

A compartimentação quando tratada no âmbito da proteção contra incêndio em edifícios, trata-se de um conjunto de medidas construtivas tomadas para se oporem à propagação de um incêndio.

Ela é conseguida considerando uma divisão natural dos espaços dentro de um edifício e a possibilidade de os tratar como compartimentos separados, projetando as áreas limítrofes para suportarem os efeitos de um incêndio com uma severidade conhecida.

A medida mais simples e com a melhor relação custo-eficácia para evitar que um incêndio se propague é isolá-lo no espaço. A compartimentação, é assim, o princípio fundamental de toda a prevenção no domínio da segurança contra incêndios.

Suas implicações históricas começaram a aparecer de acordo com as necessidades, com as grandes tragédias sofridas pela sociedade. No ano de 1666, podemos citar o Grande Fogo de Londres, de 2 de setembro a 5 de setembro de 1666, destruindo 13.200 casas, 87 igrejas, a Catedral de St. Paul e 44 prédios públicos. Entretanto, acredita-se que poucas pessoas morreram. Os registros da época computaram um total de 100 mil desabrigados e nove óbitos. Mas pesquisas atuais afirmam que milhares de pessoas podem ter morrido, já que pessoas mais pobres e da classe média não eram registradas (TRIA, 2000).

A primeira medida tomada a seguir ao grande fogo foi exigir que as casas fossem separadas umas das outras por paredes de tijolo com pelo menos 225 mm de espessura.

Em seguida, podemos citar o ano de 1875, o grande incêndio da rua Tooley. No século dezenove foram construídos muitos edifícios tipo armazém e em consequência aconteceram muitos incêndios de grandes proporções. Talvez o mais significativo tivesse sido o incêndio da rua Tooley em Londres em 1875 quando o então chefe da brigada de combate de incêndios Eddie Shaw, foi suposto ter dito que a sua equipa não podia lidar com um fogo de maiores dimensões. A dimensão

do armazém era de 7000 m² e isto é assumido como tendo sido a base para estabelecer o limite superior dos compartimentos de fogo.

Já no ano de 1946 o Fire Grading Report, publicado em 1946, analisava as questões relacionadas com a segurança incêndio em edifícios e estudava as regras usadas, particularmente nos USA. Toma o limite dos 1000 m² usado pelo London Country Council como limite superior e sugere um sistema de classificação polivalente que relacionasse o tipo de ocupação, a natureza da construção e as facilidades de controle do fogo.

Neste sentido é que começara a iniciar-se as implicações legais, que instituíam obrigatoriedade da prevenção contra o alastramento do fogo a partir do compartimento ou edifício de origem para uma área adjacente, propriedade de terceiros, tendo seu reconhecimento legal como direito à salvaguarda da propriedade.

2.2 A compartimentação em Edifícios

Iniciamos a revisão da literatura, buscando levantar dados que demonstrem e analisem o tema aqui debatido. Primeiramente, utilizamos as citações de ROSSO (1975) que ensina que a compartimentação tem como definição dividir o edifício horizontal e verticalmente, por meio de paredes resistentes ao fogo.

O compartimento é entendido também como uma área de confinamento, delimitada por paredes e lajes resistentes ao fogo, que tem como objetivo manter o fogo apenas em local de origem impedindo-o de se propagar.

Para tanto, é preciso que seja avaliada também a resistência de tais paredes, por meio da integridade física dos elementos que a compõem, tais como as vedações.

Nota-se também, a observância de aberturas nestas compartimentações, tais como portas, janelas, os quais devem possuir a característica "corta-fogo" e também isolamento térmico, estabilidade e estanqueidade (ROSSO, 1975).

Assim, o autor ainda enfoca que a proteção passiva é de responsabilidade direta do arquiteto, porque é ele quem define os compartimentos de permanência, refúgio e saídas de emergência dos usuários. Os materiais de construção dos

elementos de vedação utilizados na obra também são de responsabilidade do arquiteto.

Utilizamos, aqui também, considerações de Malhotra (1993 apud PURKISS, 1996), que concorda com o autor anteriormente citado, quando denota que os compartimentos são divisões internas horizontais, verticais, ou uma combinação de ambas, com o propósito de limitar a propagação de incêndio por toda a edificação.

Porém, Malhotra (1993) complementa esta citação mostrando que a compartimentação também tem o propósito de separar diferentes riscos e diferentes ocupações, por exemplo, compartimentação do incêndio entre edifícios e entre ocupações num mesmo edifício sem, no entanto, assinalar as implicações de cada uma dessas duas situações.

O IBC – *International Building Code* destaca os três mais importantes códigos de edificações dos Estados Unidos da América: o BOCA – *Building Officials and Code Administrators and Code Administrators International Inc.*, o ICBO – *International Conference of Building Officials* e o SBCCI – *Southern Building Code Congress International, Inc.*

O IBC 2000 apresenta as seguintes definições para a compartimentação (“compartmentation”) tais como os termos que o complementa:

- *Compartmentation*: trata-se de uma área confinada por “*fire barriers*” (barreiras ao fogo), cuja resistência ao fogo deve ter $TRRF \geq 120$ min. Quando a edificação não é internamente dividida em mais de um compartimento, a sua área total deve ser tomada como a área do compartimento.
- *Fire barriers*: vedos horizontais ou verticais que compartimentam uma área, separando diferentes ocupações ou dividindo uma ocupação em duas.
- *Fire wall*: separação entre áreas dentro de uma mesma edificação, afim de considera-las como edificações independentes.
- *Fire partition*: parede que separa unidades residenciais, quartos de hotéis, etc., cujo $TRRF = 60$ min. É permitido aberturas, com resistência ao fogo similar à exigida às “*fire barriers*”.

- *Party wall*: separação entre edifícios geminados por meio de uma parede corta-fogo, sem aberturas. No Brasil, esse termo pode ser entendido como uma parede de isolamento de risco.

A norma brasileira NBR 13860:1997 – “Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio” define a compartimentação em função de sua disposição espacial, i. e., compartimentação horizontal ou vertical.

De acordo com a NBR 13860:1997, a compartimentação horizontal é uma “subdivisão de pavimento em duas ou mais unidades autônomas, executada por meio de paredes e portas resistentes ao fogo, objetivando dificultar a propagação do fogo e facilitar a retirada de pessoas e bens”, enquanto a compartimentação vertical é o “conjunto de medidas de proteção contra incêndios que tem por finalidade evitar a propagação de fogo, fumaça ou gases de um pavimento para outro, interna ou externamente”.

A Instrução Técnica IT 03 – “Terminologia de Segurança contra Incêndio” padroniza os termos e definições utilizadas pela legislação de segurança contra incêndio do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo.

De acordo com a IT 03 (2004), a compartimentação de áreas (vertical e horizontal) são “medidas de proteção passiva, constituídas de elementos de construção resistentes ao fogo, destinadas a evitar ou minimizar a propagação do fogo, calor e gases, interna ou externamente ao edifício, no mesmo pavimento ou para pavimentos elevados consecutivos”.

A IT 03 (2004) diferencia o compartimento do isolamento risco; embora ambos sejam medidas de proteção passiva e têm o objetivo de limitar a propagação do incêndio, o isolamento de risco pode ser tanto um compartimento constituído de vãos fixos resistentes ao fogo, como um afastamento entre blocos, destinado a evitar a propagação do fogo, calor e gases, entre os blocos isolados.

Tal definição implica que os elementos da compartimentação, enquanto isolamentos de risco, devem ter características isolantes, não apenas para impedir a penetração das chamas, mas também do calor e fumaça.

Uma colocação feita por Malhotra (1993) e que merece destaque, é o fato de que a compartimentação pode ser dividida em dois tipos: a compartimentação essencial e a compartimentação referente ao controle das dimensões do incêndio.

No primeiro caso, da compartimentação essencial, o autor ensina que esta é capaz de assegurar que áreas específicas estejam sempre isoladas de forma que o incêndio seja incapaz de se alastrar para as áreas adjacentes. Como exemplos de compartimentação essencial, tem-se a separação de rotas de fuga, poços (shafts) de serviços, escadas enclausuradas, dutos de ventilação e forros (MALHOTRA, 1993).

No segundo caso, compartimentações referente ao controle das dimensões do incêndio, vê-se que esta está limitada ao sinistro, com o intuito de reduzir o risco dos usuários e facilitar as ações de combate ao fogo.

Porém, a escolha do nível de compartimentação estará sempre relacionado à utilização do edifício e do seu porte, incluindo sua altura (MALHOTRA, 1993 apud PURKISS (1996).

Uma outra realidade vista pelo autor é que nem sempre a compartimentação física é compatível com a divisão interna da edificação, isto é, muitas vezes pode ocorrer de as divisões horizontais e verticais tenham aberturas com a característica “corta-fogo”, isto é, para a passagem de dutos, por exemplo frestas entre o painel de fechamento e lajes e forros, através das quais as chamas e o calor propagam-se para os compartimentos adjacentes e, até mesmo, para edificações vizinhas (MALHORTA, 1993).

Pesquisas da EXPERIMENTAL BUILDING STATION (1974) apud ROSSO (1975), mostram que janelas largas e forros altos favorecem o crescimento vertical das chamas, enquanto janelas estreitas e forros baixos interferem no comprimento e na largura das chamas, “afastando-as” da fachada (Figura 1).

Saliências horizontais na fachada (Figura 1), separando um pavimento do outro, podem dificultar, embora em menor grau, a propagação de chamas para pavimentos superiores (FIRE RESEARCH STATION, 1974 apud ROSSO, 1975).

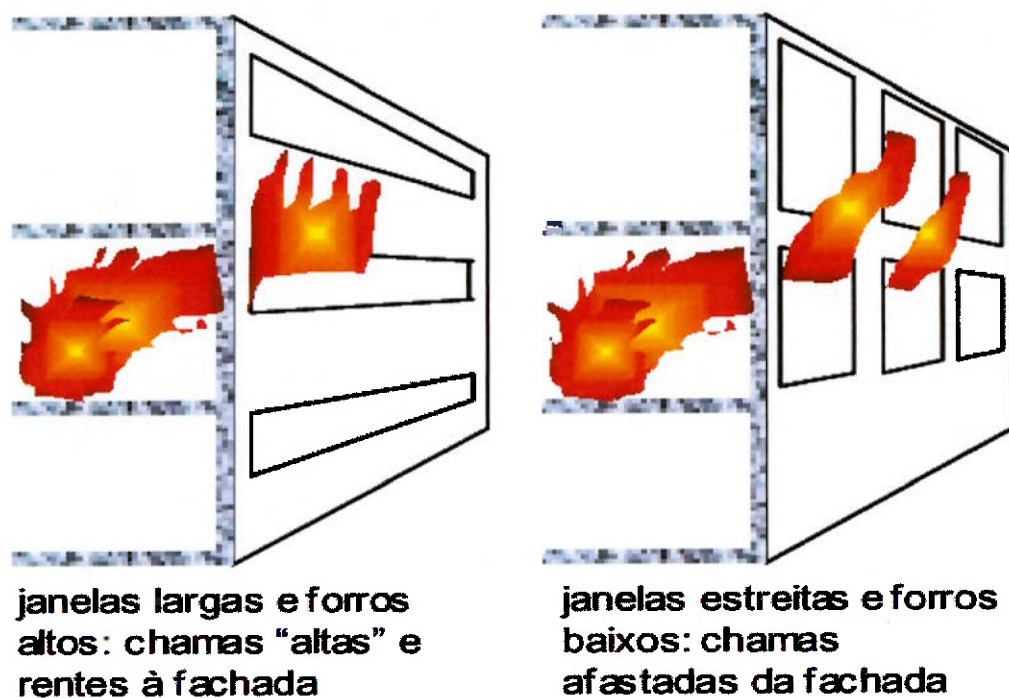
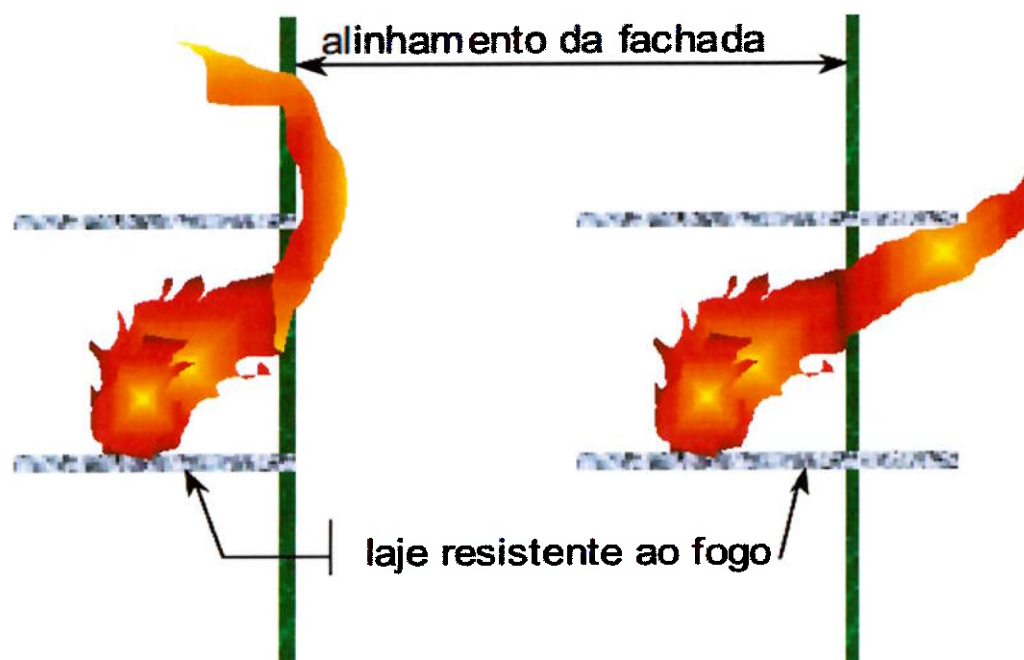


Figura 1: a) Influência das dimensões e da geometria das janelas na projeção das chamas pela fachada.



cortes esquemáticos sem escala

Figura 1: b) Influência de saliências horizontais na projeção das chamas pela fachada.

Desenhos e cortes esquemáticos sem escala

Fonte: Anais do 47º Congresso Brasileiro do Concreto - CBC2005. © 2005 IBRACON. III.4

Rosso (1975) ensina também que quando a compartimentação física não é possível de ser conseguida pode-se utilizar um acessório de proteção ativa – o chuveiro automático – como medida alternativa de confinamento do incêndio.

Segundo o National Fire Protection Association Handbook (NFPA, U.S.A., 1997), a compartimentação deve ser entendida como qualquer barreira que impede ou limita a propagação das chamas de um ambiente para outros adjacentes, porém ela perderá substancialmente sua função quando houver fenda ou abertura desprotegida.

Assim, a NFPA (1997) estabeleceu como regra que as compartimentações devam sempre separar o ambiente, devido ao elevado perigo de incêndio dos ambientes adjacentes, e também reduzir o risco de morte dos ocupantes de áreas circundantes ao local do foco do incêndio.

Para tanto é preciso que haja o isolamento térmico, que é a capacidade do elemento estrutural impedir que a face oposta ao calor, não-exposta ao incêndio, atinja incrementos de temperaturas superiores a 140 °C, na média dos pontos de medida ou ainda, superiores a 180 °C, em qualquer ponto de medida (VARGAS & SILVA, 2003).

Assim, toda a resistência ao fogo que se pretende obter com a compartimentação depende do propósito e da severidade do incêndio para o qual ela será exposta. Para tanto, existe um histórico que serve como premissa para que se possa analisar o que se pretende alcançar, por meio de uma descrição aproximada, porém adequada, da severidade do incêndio (NFPA, 1997).

No Brasil, a severidade do incêndio é relacionada ao uso e ao tamanho da edificação, pela norma NBR 14432:2000 – “Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos das edificações”. A NFPA (1997) classifica as falhas da compartimentação em três categorias:

1. Falhas precoces, resultantes de falhas operacionais (aberturas com vedação deficiente, má conservação de portas corta-fogo, como por exemplo, portas fora do prumo);
2. Falhas aleatórias, resultantes de falhas dos materiais de construção que constituem os vãos, ocorrência de um incêndio com uma severidade

imprevista, deficiências de projeto ainda não-reconhecidas pelos métodos de ensaio e de cálculo, como por exemplo trincas e fissuras;

3. Falhas decorrentes da degradação material, por exemplo, equipamentos elétricos, eletrônicos e mecânicos.

Segundo a NFPA (1997), a eficiência da estabilidade estrutural dos elementos de vedação e da selagem (firestopping) é decisiva para assegurar a compartimentação, a fim de confinar o incêndio.

Assim, observa-se que as portas e janelas corta-fogo são largamente utilizadas e aceitas para proteção de aberturas em paredes resistentes ao fogo e seu desempenho deve ser sempre comprovado por testes realizados em laboratórios reconhecidos.

Mais adiante, neste estudo, estaremos analisando quais os melhores materiais que podem ser utilizados na compartimentação, como meio preventivo contra o alastramento do incêndio.

2.3 Áreas máximas de compartimentação

Vimos que a compartimentação é muito importante para a prevenção de incêndio, impedindo que o mesmo se alastre por toda a edificação. Portanto, é preciso observar também algumas especificações no que concernem as áreas máximas de compartimentação.

Segundo a IT 09, para o estabelecimento das áreas máximas de compartimentação horizontal deve-se atender aos valores estabelecidos na tabela a seguir:

Tabela 01 – Áreas máximas de compartimentação (m²)

Grupo Tipo	TIPOS DE EDIFICAÇÕES					
	I	II	III	IV	V	VI
Denominação	Edificação térrea	Edificação Baixa	Edificação de baixa-média altura	Edificação de média altura	Edificação mediamente alta	Edificação alta
Altura	Um pavimento	H ≤ 6,00m	6,00m < H ≤ 12,00m	12m < H ≤ 23,00	23,00m < H ≤ 30,00m	Acima de 30,00m
C-1; C-2	5.000	3.000	2.000	2.000	1.500	1.500
C-3	5.000	2.500	1.500	1.000	2.000	2.000

Fonte: IT 09/01

(simplificada pelo autor)

2.4 Resistência ao Fogo

A compartimentação tem como propriedade suportar o fogo em caso de incêndios, para que este não atinja outros ambientes, evitando assim o agravamento do problema. Portanto, estas compartimentações precisam, obviamente, ter resistência ao fogo.

Para que uma compartimentação seja avaliada em sua eficácia, esta é submetida a testes laboratoriais, onde os elementos da compartimentação são submetidos à elevação padronizada de temperatura, definida pela curva-padrão (NFPA, 1997).

No Brasil, assim como em toda a região da América do Norte, a curva-padrão é representada pela tabela da ASTM E-119 (Tabela 02). A curva da ASTM E-119 é a medida de todas as curvas-padrão de materiais celulósicos, difundidas nos códigos normativos de diversos países. Seu referencial tem sido utilizado desde 1918, inspirada nas propostas do Underwriters Laboratory de Chicago em 1916, para ensaio de pilares (SILVA, 1997).

Tabela 02 - Temperatura dos gases em função do tempo

Tempo (min)	Temperatura (°C)
0	20
5	538
10	704
15	460
20	795
25	821
30	843
35	862
40	878
45	892
50	905
55	916
60	927
65	937
70	946
75	955
80	963
85	971
90	978
120	1010
240	1093

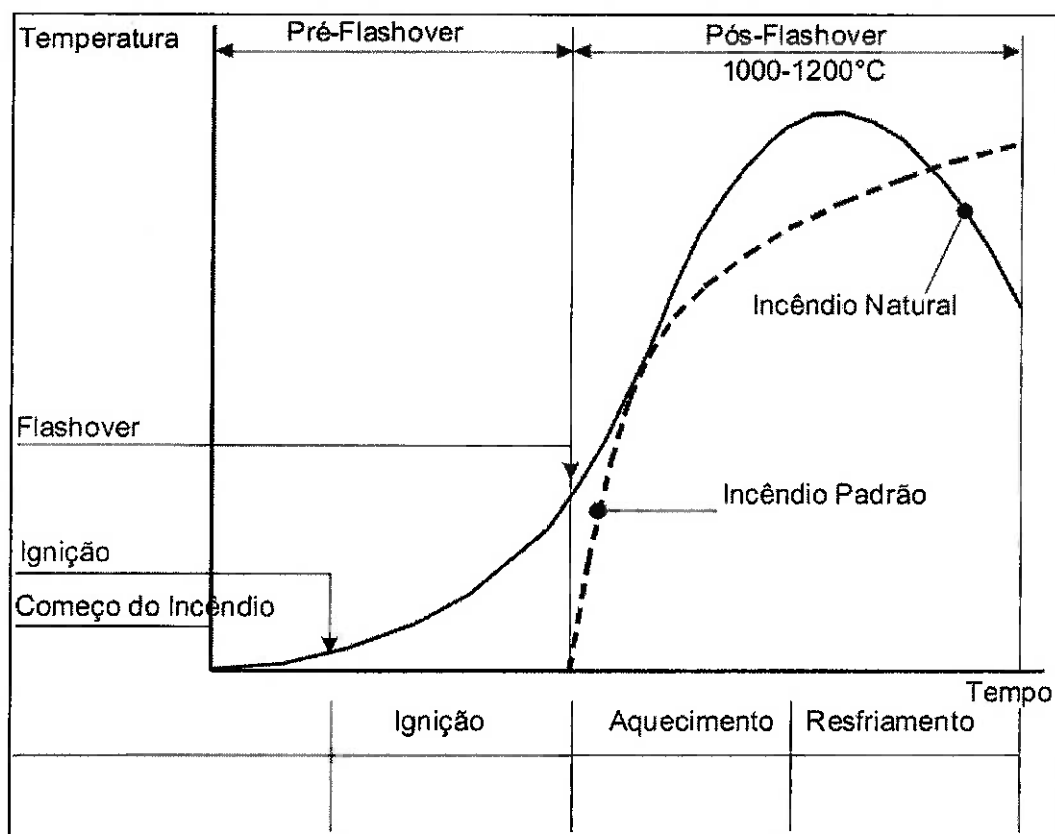


Figura 02: Curva padrão – temperatura máxima de incêndio

Porém, ressalte-se também que as curvas ASTM E-119 e ISO 834 são iguais. Também se ressalte que a curva-padrão não representa uma curva real de um incêndio, uma vez que cada incêndio real possui características próprias de desenvolvimento e transferência de calor, em função das características do cenário de incêndio (distribuição e tipo de carga de incêndio, áreas de ventilação e características físicas e térmicas dos materiais dos elementos de compartimentação, etc.).

É por este motivo que é preciso desenvolver modelos matemáticos, que representem os fatores intervenientes, que podem assim caracterizar realisticamente o incêndio, considerando a influência das aberturas, das características térmicas dos materiais da compartimentação e da quantidade de carga de incêndio.

Rosso (1975) ensina que há uma dificuldade operacional de realizar testes de resistência ao fogo utilizando essas curvas, porque existem inúmeras combinações entre as características do cenário de incêndio, e que geram inúmeros modelos de incêndio possíveis. É neste sentido que vemos a importância da padronização de uma curva de incêndio e de ensaios de resistência ao fogo dos materiais.

2.5 Características de resistência ao fogo

A resistência ao fogo está intimamente ligada com as características da compartimentação adotada para cada edificação.

Assim, a IT 08 ensina que no interior da edificação, as áreas de compartimentação horizontal devem ser separadas por paredes corta-fogo de compartimentação, devendo atender aos tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF).

Os elementos de proteção das aberturas existentes nas paredes corta-fogo de compartimentação podem apresentar TRRF de 30 min menor que a resistência das paredes corta-fogo de compartimentação, porém nunca inferior a 60 min.

Assim, as compartimentações verticais, em relação à resistência ao fogo, são constituídas dos seguintes elementos construtivos:

- a) Entrepisos corta-fogo;
- b) Enclausuramento de escadas por meio de parede corta-fogo de compartimentação;
- c) Enclausuramento de elevadores e monta-carga, poços para outras finalidades por meio de porta pára chama (observar IT nº 08);
- d) Selos corta-fogo;
- e) Registros corta-fogo (dampers);
- f) Vedadores corta-fogo;
- g) Os elementos construtivos corta-fogo / pára-chama de separação vertical entre pavimentos consecutivos;
- h) Selagem perimetral corta-fogo.

Têm também, como características de construção uma compartimentação vertical na envoltória do edifício, devendo ser atendidas as seguintes condições pelas fachadas, com intuito de dificultar a propagação vertical o incêndio pelo exterior dos edifícios:

- a) Deve existir separação na fachada entre aberturas e pavimentos consecutivos, que podem se constituir e vigas e/ou parapeito ou prolongamento dos entrepisos, além do alinhamento da fachada;

b) Quando a separação for provida por meio de vigas e/ou parapeitos, estes devem apresentar altura mínima de 1,2 m separando aberturas de pavimentos consecutivos;

c) Quando a separação for provida por meio dos prolongamentos dos entrepisos, as abas devem projetar-se, no mínimo, 0,9 m além do plano externo da fachada;

d) Os elementos de separação entre aberturas de pavimentos consecutivos e as fachadas cegas devem ser consolidadas de forma adequada aos entrepisos, de forma a não comprometer a resistência ao fogo destes elementos;

e) As fachadas pré-moldadas devem ter seus elementos de fixação devidamente protegidos contra a ação do incêndio e as frestas com as vigas e/ou lajes devidamente seladas, de forma a garantir a resistência ao fogo do conjunto;

f) Os materiais transparentes ou translúcidos das janelas devem ser incombustíveis, exceção feita aos vidros laminados. A incombustibilidade desses materiais deve ser determinada em ensaio utilizando-se o método ISO 1182.

2.5.1 A importância da classificação dos materiais em relação ao fogo

Este tópico tem como objetivo colocar em pauta os perigos do fogo, pois este coloca em risco tanto a estrutura de um edifício como a vida de seus ocupantes, devido ao desenvolvimento de calor e produção de fumaça e gases oriundos da combustão dos materiais.

Segundo Seito (et.al., 2008), as regulamentações que contêm requisitos de segurança contra incêndios, especificamente as de reação ao fogo dos materiais, tratam da verificação do crescimento do fogo e da sua propagação para os ambientes do próprio edifício e também para os edifícios adjacentes.

É neste íterim que podemos perceber que a proteção contra incêndio está associado à proteção da vida humana, mas a proteção dos bens também é muito importante, pois segundo Seito (2008) precisamos levar em consideração o vulto das perdas econômicas que um sinistro pode causar.

Neste sentido, são diversas as restrições com relação ao uso de materiais combustíveis e as exigências de compartimentações e equipamentos que providenciem a rápida detecção e extinção do fogo.

2.5.2 O risco de um incêndio

Seito (2008) ensina que o risco de um incêndio é determinado por fatores inerentes a cada edifício, como também a segurança desejável para cada edifício está relacionada às categorias de risco e aos objetivos da segurança contra incêndio, bem como os requisitos funcionais atendidos pelo edifício.

Diante disto, vemos que são diversos os fatores que podem contribuir para o risco de incêndios, tais como ensina Seito (et. al., 2008):

Tabela 03 – Fatores que contribuem para o incêndio

Características da população do edifício	População total do edifício;
	Composição da população fixa e da flutuante;
	Condições físicas e psicológicas da população;
	Distribuição etária da população.
Tipo de Ocupação	Natureza das atividades desenvolvidas no edifício;
	Materiais combustíveis trazidos para o interior do edifício (carga térmica variável);
	Tipos de materiais armazenados e manipulados;
	Tipos de equipamentos existentes no edifício.
Características construtivas do edifício	Materiais de construção utilizados e técnicas aplicadas;
	Tipo de sistema estrutural adotado;
	Tipos de instalações de serviços existentes;
	Distribuição dos espaços;
	Forma do edifício;
	Volume do edifício;
	Número de pavimentos;
	Área total do edifício;
	Área de cada pavimento;
	Aberturas de ventilação;
	Materiais combustíveis destinados a revestimentos/acabamentos de paredes, tetos e pisos e/ou incorporados aos sistemas construtivos (carga térmica fixa).
Localização do Edifício	Situação com relação às divisas do lote;
	Largura das ruas e outras condições de acesso;
	Distância do posto de bombeiros mais próximo;
	Abastecimento de água para o combate;
	Meios de comunicação com o corpo de bombeiros.

O profissional envolvido neste processo precisa estar capacitado, apto e atento a todas as dimensões do assunto, desenvolvendo parâmetros abrangentes e coerentes.

É somente por meio desta avaliação que é possível atuar de maneira preventiva durante o processo produtivo do edifício, reduzindo-se os riscos causados pelo incêndio.

2.6 Regulamentação e requisitos normativos das Normas de Compartimentação contra incêndio no Brasil

2.6.1 Conceitos e Definições

Este tópico tem como objetivo analisar os requisitos normativos de normas técnicas de Compartimentação contra incêndio no Brasil, observando assim alguns decretos já existentes.

Primeiramente, observamos o Decreto 46076/2001, que regulamento a segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco para fins de lei n.º 684/1975

Este regulamento tem como objetivos dispor sobre medidas de segurança contra incêndio nas edificações de risco, atendendo ao previsto no artigo 144 § 5º da Constituição Federal, ao artigo 142 da Constituição Estadual, ao disposto na Lei Estadual nº 616, de 17 de dezembro de 1974 e na Lei Estadual nº 684, de 30 de setembro de 1975, no Estado de São Paulo.

Assim, seus objetivos são:

1. Proteger a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco, em caso de incêndio;
2. Dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio;
3. Proporcionar meios de controle e extinção do incêndio e dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros

Tais objetivos têm implícitas definições que as norteiam, e que são de suma importância para o real fazer da lei. Assim, observa-se que para efeito deste regulamento são adotadas as definições abaixo descritas:

1. **Altura da Edificação:** é a medida em metros entre o ponto que caracteriza a saída ao nível de descarga, sob a projeção do paramento externo da parede da edificação, ao piso do último pavimento, excluindo-se áticos, casas de máquinas, barriletes; reservatórios de água e assemelhados. Nos casos onde os subsolos tenham ocupação distinta de estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias ou respectivas dependências sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana, a mensuração da altura será a partir do piso mais baixo do subsolo ocupado;
2. **Ampliação:** é o aumento da área construída da edificação;
3. **Análise:** é o ato de verificação das exigências das medidas de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco, no processo de segurança contra incêndio;
4. **Andar:** é o volume compreendido entre dois pavimentos consecutivos, ou entre o pavimento e o nível superior a sua cobertura;
5. **Área da Edificação:** é o somatório da área a construir e da área construída de uma edificação;
6. **Áreas de Risco:** é o ambiente externo à edificação que contém armazenamento de produtos inflamáveis, produtos combustíveis e ou instalações elétricas e de gás;
7. **Ático:** é a parte do volume superior de uma edificação, destinada a abrigar máquinas, piso técnico de elevadores, caixas de água e circulação vertical;
8. **Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB):** é o documento emitido pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP) certificando que, durante a vistoria, a edificação possuía as condições de segurança contra incêndio, previstas pela legislação e constantes no processo, estabelecendo um período de revalidação;
9. **Carga de Incêndio:** é a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis

contidos em um espaço, inclusive o revestimento das paredes, divisórias, pisos e tetos;

10. Comissão Especial de Avaliação (CEA): é um grupo de pessoas qualificadas no campo da segurança contra incêndio, representativas de entidades públicas e privadas, com o objetivo de avaliar e propor alterações necessárias ao presente Regulamento;
11. Comissão Técnica: é o grupo de estudo do CBPMESP, instituído pelo Comandante do Corpo de Bombeiros, com o objetivo de analisar e emitir pareceres relativos aos casos que necessitarem de soluções técnicas mais complexas ou apresentarem dúvidas quantos às exigências previstas neste Regulamento;
12. Compartimentação: são medidas de proteção passiva, constituídas de elementos de construção resistentes ao fogo, destinados a evitar ou minimizar a propagação do fogo, calor e gases, interna ou externamente ao edifício, no mesmo pavimento ou para pavimentos elevados consecutivos;
13. Edificação: é a área construída destinada a abrigar atividade humana ou qualquer instalação, equipamento ou material;
14. Edificação Térrea: é a construção de um pavimento, podendo possuir mezaninos cuja somatória de áreas deve ser menor ou igual à terça parte da área do piso de pavimento;
15. Emergência: é a situação crítica e fortuita que representa perigo à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio, decorrente de atividade humana ou fenômeno da natureza que obriga a uma rápida intervenção operacional;
16. Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros (ITCB): é o documento técnico elaborado pelo CBPMESP que regulamenta as medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco;
17. Mezanino: é o pavimento que subdivide parcialmente um andar em dois andares. Será considerado andar, o mezanino que possuir área maior que um terço ($1/3$) da área do andar subdividido;

18. Mudança de Ocupação: consiste na alteração de uso que motive a mudança de divisão da edificação e áreas de risco constante da tabela de classificações das ocupações prevista neste Regulamento;
19. Ocupação: é a atividade ou uso da edificação;
20. Ocupação Mista: é a edificação que abriga mais de um tipo de ocupação;
21. Ocupação Predominante: é a atividade ou uso principal exercido na edificação;
22. Medidas de Segurança Contra Incêndio: é o conjunto de dispositivos ou sistemas a ser instalados nas edificações e áreas de risco necessários para evitar o surgimento de um incêndio, limitar sua propagação, possibilitar sua extinção e ainda propiciar a proteção à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio;
23. Nível de Descarga: é o nível no qual uma porta externa conduz a um local seguro no exterior;
24. Pavimento: é o plano de piso;
25. Pesquisa de Incêndio: consiste na apuração das causas, desenvolvimento e conseqüências dos incêndios atendidos pelo CBPMESP, mediante exame técnico das edificações, materiais e equipamentos, no local ou em laboratório especializado;
26. Prevenção de Incêndio: é o conjunto de medidas que visam: evitar o incêndio; permitir o abandono seguro dos ocupantes da edificação e áreas de risco; dificultar a propagação do incêndio; proporcionar meios de controle e extinção do incêndio e permitir o acesso para as operações do Corpo de Bombeiros;

Estes conceitos abrangem o tema aqui estudado, para que possamos analisar de forma mais específica o objetivo previsto neste estudo.

2.6.2 Separação entre edifícios: Instrução Técnica N° 07 (2004) do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo

O objetivo desta Instrução é de controlar o risco de propagação do incêndio por radiação de calor, convecção de gases quentes e a transmissão de chama, garantindo que o incêndio proveniente de uma edificação se não propague para outra, atendendo às exigências do Decreto Estadual nº 46.076/01. Esta Instrução Técnica aplica-se a todas as edificações, independente de sua ocupação, altura, número de pavimentos, volume, área total e área específica de pavimento, para considerar-se uma edificação como risco isolado em relação à(s) outra(s) adjacente(s) na mesma propriedade (Figura 03), conforme prevê o Decreto Estadual nº 46.076/01.



Figura 03 - Separação entre edificações no mesmo lote
Fonte: IT 07 (2004) – Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo

Considera-se isolamento de risco a distância ou proteção, de tal forma que, para fins de previsão das exigências de medidas de segurança contra incêndio, uma edificação seja considerada independente em relação à adjacente.

Os procedimentos para o isolamento de risco pode ser obtido por isolamento de distância de segurança, que ocorre entre fachadas de edificações adjacentes, e também o isolamento de distância de segurança entre a cobertura de uma edificação de menor altura e a fachada de uma edificação adjacente (Figura 04).

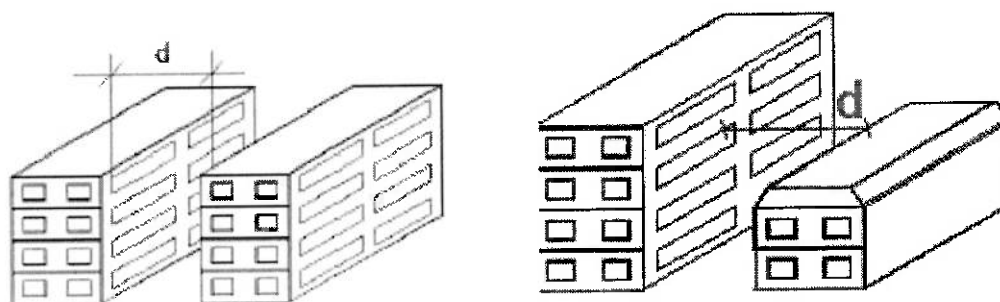


Figura 04 - Distância de segurança e distância de segurança entre a cobertura e a fachada
 Fonte: IT 07 (2004) – Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo

Outro procedimento para o isolamento de risco é a parede corta-fogo entre edificações contíguas, que é o foco deste estudo, e pode ser observado melhor na figura a seguir (Figura 05).

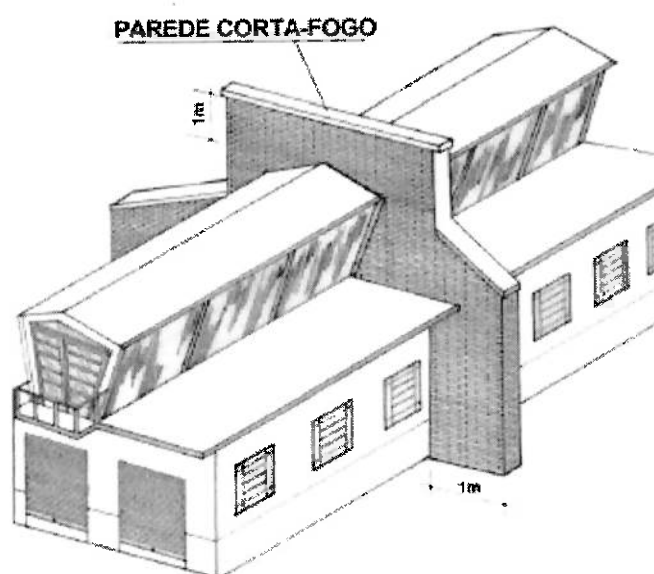


Figura 05 - Parede corta-fogo
 Fonte: IT 07 (2004) – Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo

A IT 07 traz também o estudo do isolamento de risco por distância de separação entre fachadas. Para determinar a distância de separação acima descrita, deve-se considerar o risco que o edifício adjacente (expositor) gera ao edifício a ser considerado isolado (em exposição) como mostra a figura a seguir.

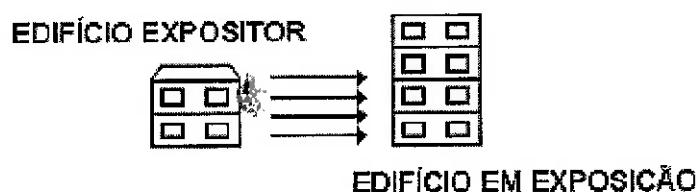


Figura 06 - Exposição entre edificações
 Fonte: IT 07 (2004) – Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo

Há alguns parâmetros preliminares que precisam ser determinados para distâncias de separações. A propagação por radiação térmica depende basicamente do nível de radiação proveniente de uma edificação em chamas.

O nível de radiação está associado à severidade do incêndio, à área de aberturas existentes e à resistência ao fogo dos vedos. Dentre vários fatores que determinam a severidade de um incêndio, dois possuem importância significativa e estão relacionados com o tamanho do compartimento incendiado e a carga de incêndio da edificação.

O tamanho do compartimento está relacionado com a dimensão do incêndio e a relação – largura e altura – do painel radiante localizados na fachada. A Tabela 03 indica qual a parte da fachada a ser considerada no dimensionamento.

Tabela 04 – Partes da fachada a serem consideradas no dimensionamento

Medidas de segurança contra incêndio existente		Parte da fachada a ser considerada no dimensionamento	
Compartimentação		Edifícios Térreos	H ≥ 2 Pavimentos
Horizontal	Vertical		
Não	Não	Toda a fachada do edifício.	Toda a fachada do edifício.
Sim	Não	Toda a fachada da área do maior compartimento.	Toda a fachada da área do maior compartimento.
Não	Sim	Não se aplica	Toda a fachada do pavimento
Sim	Sim	Não se aplica	Toda fachada da área do maior compartimento.

Fonte: IT 07/01

Observa-se, porém, que as edificações com TRRF inferior a especificada a 10 metros devem ser consideradas sem compartimentação. Para edifícios residenciais, consideram-se compartimentadas as unidades residenciais separadas por paredes que atendam aos critérios de TRRF especificados na IT 08 para unidades autônomas.

A carga de incêndio é outro fator a ser considerado e as edificações classificam-se, para esta IT, conforme Tabela 04.

Tabela 05 - Severidade da Carga de Incêndio para o Isolamento de Risco

Classificação da severidade	Carga de Incêndio (Mj/m ²)
I	0 – 680
II	681 – 1460
III	Acima de 1461

Fonte: IT 07/01

Observa-se aqui também, os procedimentos para dimensionamento da distância de separação segura entre edificações (D), e considerando a radiação térmica, deve-se:

1º passo: Relacionar as dimensões (largura/altura ou altura/largura) do setor da fachada a ser considerado na edificação, dividindo-se sempre o maior parâmetro pelo menor (largura e altura) e obter o valor x;

2º passo: Determinar a porcentagem de aberturas y no setor a ser considerado (Figura 07);

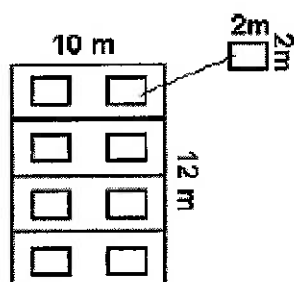


Figura 07 - Porcentagem de aberturas na fachada

Fonte: IT 07 (2004) – Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo

3º passo: Verificar a carga de incêndio da edificação e classificá-la conforme Tabela 04;

4º passo: Com os valores x e y obtidos e a classificação da severidade, obtendo-se o índice β , que é à base de cálculo para a distância segura entre edificações;

5º passo: A distância de separação é obtida multiplicando-se o índice β pela menor dimensão do setor considerado na fachada (largura ou altura), acrescentando o fator de segurança γ ;

Observação: O fator de segurança β assume dois valores: a) β^1 igual a 1,5 m nos municípios que possuem Corpo de Bombeiros com viaturas para combate a incêndios; ou b) β^2 igual a 3,00 metros nos municípios que não possuem Corpo de Bombeiros.

A fórmula geral é:

$$D = \gamma (\text{largura ou altura}) + \beta;$$

D = distância de separação em metros;

γ = coeficiente obtido da Tabela 3 (Anexo A), em função da relação (largura/ altura ou altura /largura), da porcentagem de aberturas e da classificação de severidade;

β = coeficiente de segurança que assume os valores de 1,5m (β^1) ou de 3,0 m (β^2), conforme a existência de Corpo de Bombeiros no município.

Para melhor compreensão da fórmula apresentada, detalhamos um exemplo de acordo com as medidas da figura 07, tal como se mostra a seguir:

Exemplo:

Distância/separação de uma edificação comercial

a) carga de incêndio = 800 Mj/m²

b) $L = 60$ m (largura)

$H = 12$ m (altura)

c) Potencial de abertura 30% (γ)

$$\text{Área fechada} = 60 \times 6 = 360 \text{m}^2 = 30\%$$

$$\text{Área de abertura} = 110 \text{m}^2$$

d) Relação $\frac{\text{largura}}{\text{altura}} = \frac{60}{12} = 5$ (tabela 04) $\gamma = 1,85$

e) Multiplicar menor dimensão por “ γ ”

$$\gamma = 1,85$$

$$1,85 \times 12 \text{ m} = 22,20 \text{m}$$

f) $\beta = 1,5$

g) $D = 1,5 \times 22,20\text{m} = 33,30\text{m}$

Segundo esta mesma IT, o isolamento de risco por distância de separação entre cobertura e fachada também deve ser realizado, para que não ocorra a propagação pela cobertura.

Caso a cobertura não atenda ao TRRF acima referenciada, devem-se adotar as distâncias contidas na Tabela 05.

Tabela 06 - Mínima distância de separação entre a cobertura da edificação menor em relação à outra adjacente de maior altura

Número de pisos que contribuem para a propagação pela cobertura	Distância de separação horizontal em metros
1	6
2	6
3 ou mais	8

Fonte: IT 07/01

O distanciamento horizontal, previsto na Tabela 05, pode ser substituído por paredes corta-fogo, prolongando-se acima do topo da fachada, com altura igual ou superior ao distanciamento obtido.

O distanciamento horizontal, previsto na Tabela 05, pode ser desconsiderado quando a fachada da edificação adjacente for “cega”, e com resistência ao fogo.

Independentemente são considerados isolados os riscos que estiverem separados por parede corta-fogo, construída de acordo com as normas técnicas. A espessura da parede corta-fogo deve ser dimensionada em função do material empregado e de acordo com os ensaios realizados em laboratórios técnicos oficiais ou normas técnicas, e deve apresentar as características de isolamento térmico, estanqueidade e estabilidade.

A parede corta-fogo deve ultrapassar 1,00 m, acima dos telhados ou das coberturas dos riscos. Existindo diferença de altura nas paredes, de no mínimo 1 m entre dois telhados ou coberturas, não haverá necessidade de prolongamento da parede corta-fogo.

A estrutura da parede corta-fogo deve ser desvinculada da estrutura das edificações adjacentes (incluindo lajes e telhados ou qualquer outro elemento

estrutural). As armações dos telhados ou das coberturas podem ficar apoiadas em consolos (suportes), e não em uma parede corta-fogo. Caso ocorra dilatação desses consolos decorrente de um incêndio, deverá ser prevista uma distância de compensação da parede.

A parede corta-fogo deve ser capaz de permanecer ereta quando a estrutura do telhado entrar em colapso. A parede corta-fogo deve ter resistência suficiente para suportar, sem grandes danos, impactos de cargas ou equipamentos normais em trabalho dentro da edificação.

O tempo mínimo de resistência ao fogo deve ser igual ao TRRF da estrutura principal, porém, não inferior a 120 min. As aberturas situadas em lados opostos de uma parede corta-fogo devem ser afastadas no mínimo 2,00 m entre si, exceção àquelas aberturas que estejam contidas em compartimentos considerados áreas frias (banheiro, área de serviço etc.), com ventilação permanente.

A distância mencionada no item anterior poderá ser substituída por uma aba vertical, perpendicular ao plano das aberturas, com 0,90 m de saliência. Essa saliência deverá ser solidária à estrutura da parede corta-fogo. A parede corta-fogo não deve possuir nenhum tipo de abertura, mesmo que protegida.

Tabela 07 – Tipos de proteção de paredes contra-fogo

TIPOS DE PROTEÇÃO	Edificação em exposição			
	Características dos elementos de vedação			
	Estruturas e paredes combustíveis	Paredes externas com resistência inferior a 90 min	Paredes externas com resistência superior a 90 min, mas revestidas com materiais combustíveis	Paredes externas com resistência superior a 90 min
Parede corta-fogo entre as edificações, com resistência ao fogo de 120 min	A distância é eliminada	A distância é eliminada	A distância é eliminada	A distância é eliminada
Proteção das aberturas das fachadas com elemento de proteção (corta-fogo) por 30 min	Ineficiente	Reduzir em 50% a distância de segurança	Reduzir em 50% a distância de segurança	Reduzir em 75% a distância de segurança, com um máximo exigido de 6 m
Proteção de aberturas das fachadas com janelas providas de vidro aramado (resistência por 90 min)	Ineficiente	Reduzir em 50% a distância de segurança	Reduzir a distância a 1,5m	Reduzir em 75% a distância de segurança, com um máximo exigido de 3 m
Prevenção cortina d'água por	Obs.: cortina d'água em toda a	Reduzir a distância a 1,5m	Reduzir a distância a 1,5m	Reduzir a distância a 1,5m

continua

inundação, com janelas providas de vidro armado (resistência por 30 m)	fachada. Reduzir a distância a 1,5m			
Preveno cortina d'água por inundação com janelas providas de vidro ordinário (comum) Fonte: IT 07/01	Obs.: cortina d'água em toda a fachada. Reduzir em 50% a distância segura.	Reduzir em 50% a distância segura	Reduzir em 50% a distância segura	Reduzir em 50% a distância de segurança

2.6.3 Separação entre Edificações (Isolamento de Risco): Instrução Técnica N° 07 (2004) do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo

São inúmeras as Instruções Técnicas (IT's) que estabelecem medidas de segurança para controlar o risco de propagação do incêndio por radiação do calor, convecção dos gases quentes e transmissão de chamas, protegendo assim as edificações vizinhas.

Porém, ressalte-se aqui a IT 07, do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, que compreendem parâmetros para calcular a distância segura entre edifícios e a existência ou não de compartimentação horizontal e vertical.

A importância de ressaltar a IT 07 neste estudo, se dá pelo fato de que a mesma considerada a severidade do incêndio em função das conseqüências graves provenientes da ausência de qualquer tipo de compartimentação.

Assim, de acordo com a IT 07 é imprescindível tanto a compartimentação vertical como a horizontal para confinar o incêndio em áreas limitadas.

Para determinar qual parte da fachada deve ser considerada no dimensionamento da separação dentre edificações, a IT 07 (2004) fornece os critérios, como podem ser observados na Tabela 04.

Esses critérios baseiam-se na NFPA 80A – Recommended Practice for Protection of Buildings from Exterior Fire Exposures 1996 Edition (NFPA, 1996).

Para as edificações localizadas no mesmo lote e que não atendem às exigências de isolamento de risco, a IT 07 (2004) recomenda considerá-las como uma edificação única, para adoção das medidas de proteção estabelecidas pelo Decreto Estadual nº 46.076/01.

2.6.4 Compartimentação Horizontal e Compartimentação Vertical: Instrução Técnica Nº 09 (2004) do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo

Neste tópico, estaremos estudando a IT 09, do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, tendo em vista as especificações que estabelecem os parâmetros da compartimentação horizontal e compartimentação vertical, atendendo ao previsto no Decreto Estadual nº 46.076/01.

Primeiramente, cabe-nos citar, como visto anteriormente, que a compartimentação horizontal se destina a impedir a propagação de incêndio no pavimento de origem para outros ambientes no plano horizontal, enquanto que a compartimentação vertical se destina a impedir a propagação de incêndio no sentido vertical, ou seja, entre pavimentos elevados consecutivos.

Porém, para efeitos deste estudo, estaremos analisando com maior ênfase a compartimentação horizontal. Vê-se que a mesma é constituída dos seguintes elementos construtivos: a) Paredes corta-fogo de compartimentação; b) Portas corta-fogo; c) Vedadores corta-fogo; d) Registros corta-fogo (dampers); e) Selos corta-fogo; f) Afastamento horizontal entre aberturas.

As características de sua construção referem-se a ambientes compartimentados horizontalmente entre si, e para tanto serão exigidos os seguintes requisitos:

a) A parede corta-fogo de compartimentação deverá ser construída entre o piso e o teto devidamente vinculada à estrutura do edifício, com reforços estruturais adequados;

b) No caso de edificações que possuem materiais construtivos combustíveis na cobertura (estrutura ou telhado), a parede corta-fogo de compartimentação deverá estender-se, no mínimo, a 1 m acima da linha de cobertura (telhado);

c) As paredes mencionadas no item anterior devem ser dimensionadas estruturalmente de forma a não entrarem em colapso caso ocorra à ruína da cobertura do edifício do lado afetado pelo incêndio;

d) As aberturas situadas na mesma fachada, em lados opostos da parede corta-fogo de compartimentação, devem ser afastadas horizontalmente entre si por

trecho de parede com dois metros de extensão devidamente consolidada à parede corta-fogo de compartimentação e apresentando a mesma resistência ao fogo.

e) A distância mencionada no item anterior poderá ser substituída por um prolongamento da parede corta-fogo de compartimentação, externo à edificação, com extensão mínima de 0,90m (figura 08);

f) A resistência ao fogo da parede corta-fogo de compartimentação, no que tange aos panos de alvenaria ou de painéis pré-moldados fechando o espaço entre os elementos estruturais, deve ser determinada por meio da NBR 10636; já a resistência ao fogo dos seus elementos estruturais deve ser dimensionada para situação de incêndio, de acordo com o prescrito na IT nº 08;

g) As aberturas situadas em fachadas paralelas ou ortogonais, pertencentes a áreas de compartimentação horizontal distintas dos edifícios devem estar distanciadas de forma a evitar a propagação do incêndio por radiação térmica; para isso devem ser consideradas as condições de dimensionamento estabelecidas na IT nº 7;

h) As distâncias requeridas no item anterior podem ser suprimidas caso as aberturas sejam protegidas por portas ou vedadores corta-fogo ou vidros corta fogo, estes atendendo às condições da NBR 14925 e apresentando resistência ao fogo conforme com proteção das aberturas existentes nas paredes corta-fogo de compartimentação que podem apresentar TRRF de 30 min menor que a resistência das paredes corta-fogo de compartimentação, porém nunca inferior a 60 min (item 5.1.4.2 - IT 09/01);

i) Cada setor compartimentado deverá possuir facilidade de acesso para alcançar as saídas de emergência, que permita o abandono rápido das pessoas (figura 08)

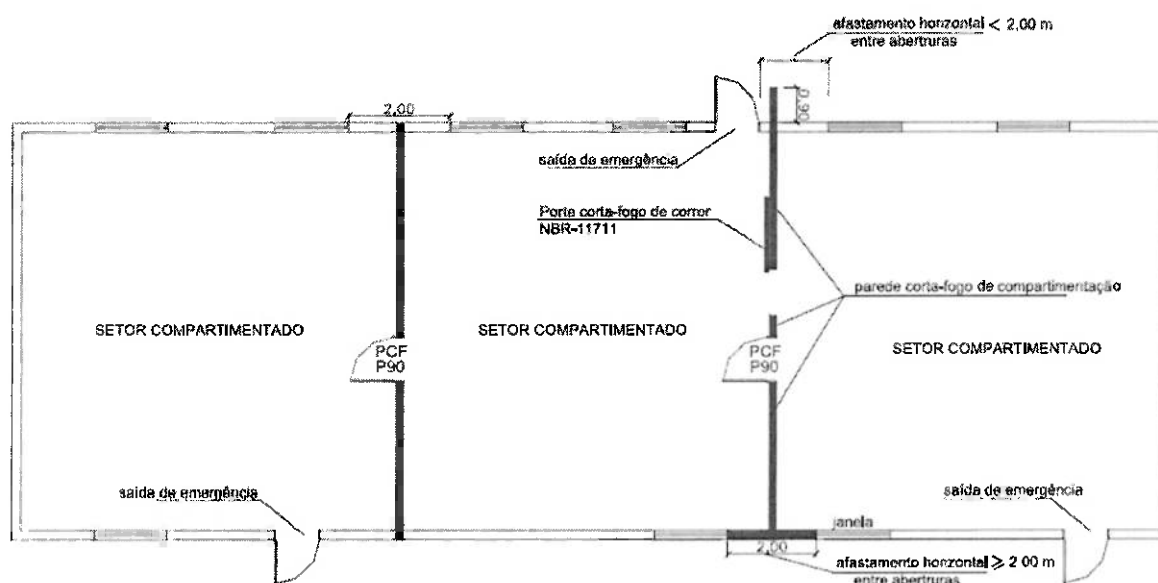


Figura 08 - Modelo de compartimentação horizontal
 Fonte: IT 09 (2004) – Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo

2.6.5 Proteção das aberturas nas paredes corta-fogo de compartimentação de acordo com a IT 09

Sabe-se que paredes de compartimentação corta-fogo possuem aberturas, das quais também precisam ser devidamente protegidas por elementos corta-fogo de forma a não serem comprometidas suas características de resistência ao fogo.

As portas destinadas à vedação de aberturas em paredes corta-fogo de compartimentação devem ser do tipo corta-fogo, sendo aplicáveis as seguintes condições:

a) as portas corta-fogo devem atender ao disposto na norma NBR 11742 para saída de emergência e NBR 11711 para compartimentação em ambientes comerciais e industriais;

b) na situação de compartimentação de áreas de edificações comerciais e industriais são aceitas também portas corta-fogo de acordo com a norma NBR 11742, desde que as dimensões máximas especificadas nesta norma sejam respeitadas;

c) quando houver necessidade de passagem entre ambientes compartimentados providos de portas de acordo com a NBR 11711, devem ser instaladas adicionalmente portas de acordo com a NBR 11742.

Assim, as aberturas nas paredes corta-fogo de compartimentação de passagem exclusivas de materiais devem ser protegidas por vedadores corta-fogo atendendo às seguintes condições:

a) Os vedadores corta-fogo devem atender ao disposto na norma NBR 11711;

b) Caso a classe de ocupação não se refira a edifícios industriais ou depósitos, o fechamento automático dos vedadores deve ser comandado por sistema de detecção automática de fumaça que esteja de acordo com a NBR 9441;

c) Quando o fechamento for comandado por sistema de detecção automática de incêndio, o status dos equipamentos deve ser indicado na central do sistema e deve ser prevista a possibilidade de fechamento dos dispositivos de forma manual na central do sistema;

d) Na impossibilidade de serem utilizados vedadores corta-fogo, pela existência de obstáculos na abertura, representados, por exemplo, por esteiras transportadoras, pode-se utilizar alternativamente a proteção por cortina d'água, desde que a área da abertura não ultrapasse 1,5 m², atendendo aos parâmetros da IT nº 23 e normas técnicas específicas. A cortina d'água pode ser interligada ao sistema de hidrantes, que deve possuir acionamento automático.

Quaisquer aberturas existentes nas paredes corta-fogo de compartimentação destinadas à passagem de instalações elétricas, hidrossanitárias, telefônicas e outros que permitam a comunicação direta entre áreas compartimentadas devem ser seladas de forma a promover a vedação total corta-fogo atendendo às seguintes condições:

a) Devem ser ensaiadas para caracterização da resistência ao fogo seguindo os procedimentos da NBR 6479;

b) Os tubos plásticos de diâmetro interno superior a 40 mm devem receber proteção especial representada por selagem capaz de fechar o buraco deixado pelo tubo ao ser consumido pelo fogo em um dos lados da parede;

c) A destruição da instalação do lado afetado pelo fogo não deve promover a destruição da selagem.

Quando dutos de ventilação, ar-condicionado ou exaustão atravessarem paredes corta-fogo de compartimentação, além da adequada selagem corta-fogo da abertura em torno dos dutos, devem existir registros corta-fogo devidamente ancorados à parede corta-fogo de compartimentação.

As seguintes condições devem ser atendidas:

a) Os registros corta-fogo devem ser ensaiados para caracterização da resistência ao fogo seguindo os procedimentos da NBR 6479;

b) Os registros corta-fogo devem ser dotados de acionamentos automáticos comandados por meio de fusíveis bimetálicos ou por sistema de detecção automática de fumaça que esteja de acordo com a NBR 9441;

c) No caso da classe de ocupação não se referir aos edifícios industriais ou depósitos, o fechamento automático dos registros devem ser comandados por sistemas de detecção automática de fumaça que estejam de acordo com a NBR 9441;

d) Quando o fechamento for comandado por sistema de detecção automática de fumaça, o status dos equipamentos deve ser indicado na central do sistema e o fechamento dos dispositivos deve poder ser efetuado por decisão humana na central do sistema;

e) A falha do dispositivo de acionamento do registro corta-fogo deve se dar na posição de segurança, ou seja, qualquer falha que possa ocorrer deve determinar automaticamente o fechamento do registro;

f) Os dutos de ventilação, ar-condicionado e/ou exaustão, que não possam ser dotados de registros corta fogo, devem ser dotados de proteção em toda a extensão (de ambos os lados das paredes), garantindo resistência ao fogo igual a das paredes.

2.6.6 As Portas Corta-fogo

As portas corta fogo tem como objetivo conter as chamas e o calor provenientes do fogo. Por definição a porta corta-fogo é do tipo de abrir com eixo vertical, composta de batente, ferragens e da porta em si, com a função de impedir ou retardar a propagação do fogo e calor. (NBR 11711).

Sua aplicação compreende-se entre a capacidade de resistência ao fogo (classe da porta) e sua aplicação nas edificações. Embora a Norma Técnica de referência (Norma ABNT NBR 11711) classifique as portas corta-fogo (P-30, P-60, P-90 e P-120) e até seu emprego (4,1 e 4,9), cada Corpo de Bombeiros Estadual estabelece um dos quatro tempos de resistência ao fogo (P) que a porta deve proporcionar, levando em conta a existência ou não de antecâmara e o cálculo de risco da edificação.

É exigência de Norma que a porta seja instalada com três dobradiças. Elas podem variar de modelo (fechamento por gravidade ou por dispositivo hidráulico – mola), mas nunca de quantidade. Também determinada por Norma é o uso da fechadura de sobrepor com trinco, item gerador de interpretações equivocadas. Devemos lembrar que a porta corta-fogo oferece duas condições de segurança ao usuário: a primeira conter e impedir a propagação do fogo, a segunda: oferecer um caminho de fuga para os civis e um fácil acesso aos bombeiros.

Para os efeitos das Normas da ABNT sobre as portas corta fogo, aplicam-se as seguintes definições:

1. Porta corta-fogo: Dispositivo móvel que, fechando aberturas em parede, retarda a propagação do incêndio de um ambiente para outro. Este dispositivo é utilizado no nível do piso e destina-se à passagem de pessoas e veículos.
2. Vedador corta-fogo: Dispositivo móvel ou fixo que, fechando aberturas em planos horizontais ou verticais, retarda a propagação de incêndio de um ambiente para outro. Este dispositivo não se destina à passagem de pessoas.
3. Porta corta-fogo simples: Porta corta-fogo instalada em uma face da parede corta-fogo.

4. Porta corta-fogo dupla: Conjunto de duas portas corta-fogo instaladas em cada face da parede corta-fogo, separadas, no mínimo, pelo espaço correspondente à espessura da parede.

5. Porta corta-fogo de uma folha: Porta integrada por uma única peça móvel para fechamento da abertura.

6. Porta corta-fogo de duas folhas: Porta integrada por duas peças móveis instaladas na mesma face da parede corta-fogo para fechamento da abertura.

7. Vedador corta-fogo simples: Vedador corta-fogo instalado em uma face da parede corta-fogo.

8. Vedador corta-fogo duplo: Conjunto de dois vedadores corta-fogo instalados em cada face da parede corta-fogo, separado, no mínimo, pelo espaço correspondente à espessura da parede.

9. Vedador corta-fogo de uma folha: Vedador integrado por uma única peça para fechamento da abertura.

10. Vedador corta-fogo de duas folhas: Vedador integrado por duas peças instaladas na mesma face da parede corta-fogo para fechamento da abertura.

2.7 As edificações de risco

Este tópico tem como intuito analisar as edificações de risco, de acordo com a Instrução Técnica 09, que prevê a Regulamentação de Medidas de Segurança contra incêndios em edificações, os riscos recorrentes ao estado de tais edificações. Assim, os regulamentos que se aplicam às edificações e áreas de risco, devem ser observadas por ocasião da:

1. Construção e reforma;
2. Mudança da ocupação ou uso;
3. Ampliação de área construída;

4. Regularização das edificações e áreas de risco, existentes na data de publicação deste Regulamento.

O parágrafo primeiro da IT09 ainda prevê que estão excluídas das exigências deste Regulamento as residências exclusivamente unifamiliares, as residências exclusivamente unifamiliares localizadas no pavimento superior de ocupação mista, com até dois pavimentos e que possuam acessos independentes.

Já o parágrafo segundo da IT09 mostra que quando existirem ocupações mistas que não sejam separadas por compartimentação, aplica-se as exigências da ocupação de maior risco. Caso haja compartimentação aplicam-se as exigências de cada risco específico.

O Artigo 22, em seu capítulo VIII, da IT09 classifica as Edificações e Áreas de Risco de forma mais ampla. Porém, para efeito deste Regulamento, as edificações e áreas de risco são classificadas conforme segue:

Tabela 08 – Classificação das Edificações e Áreas de risco quanto à ocupação

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Exemplos
C	Comercial	C-1	Comércio com baixa carga de incêndio	Armarinhos, artigos de metal, louças, artigos hospitalares e outros.
		C-2	Comércio com média e alta carga de incêndio	Edifícios de lojas de departamentos, magazines, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros.
		C-3	Shopping centers	Centro de compras em geral (shopping centers) (simplificada pelo autor)

Fonte: Decreto n.º 46076/01

Tabela 09 – Exigências mínimas para edificações existentes

Período de existência da edificação e áreas de risco	Área construída $\leq 750m^2$ e altura $\leq 12m$	Área construída $> 750m^2$ e/ou altura $> 12m$
Anterior a 11/03/1983	Saída de emergência; iluminação de emergência; extintores e sinalização	Saída de emergência; alarme de incêndio, iluminação de emergência, extintores, sinalização e hidrantes.
De março de 1983 a dezembro de 1993	De acordo com as exigências vigentes neste período, conforme legislação do CBPMESP	
De dezembro de 1993 até a data de entrada em vigor deste decreto	De acordo com as exigências vigentes neste período, conforme legislação do CBPMESP	

Fonte: Decreto n.º 46076/01

Tabela 10 – Classificação das edificações quanto à altura

Tipo	Denominação	Altura
I	Edificação térrea	Um pavimento
II	Edificação baixa	$H \leq 6,00$ m
III	Edificação de baixa-média altura	$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00$ m
IV	Edificação de média altura	$12,00 \text{ m} < H \leq 23,00$ m
V	Edificação mediantemente alta	$23,00 \text{ m} < H \leq 30,00$ m
VI	Edificação alta	Acima de 30,00 m

Fonte: Decreto n.º 46076/01

Tabela 11 – Classificação das edificações e áreas de risco quanto à carga de incêndio

Risco	Carga de incêndio MJ/m²
Baixo	Até 300 MJ/m ²
Médio	Entre 300 e 1.200 MJ/m ²
alto	Acima de 1.200 MJ/m ²

Fonte: Decreto n.º 46076/01

2.8 As Medidas de Segurança

De acordo com o artigo 23, da Instrução Técnica n.º 09, constituem medidas de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco:

- I – acesso de viatura na edificação e áreas de risco;
- II – separação entre edificações;
- III – segurança estrutural nas edificações;
- IV – compartimentação horizontal;
- V – compartimentação vertical;
- VI – controle de materiais de acabamento;
- VII – saídas de emergência;

O parágrafo primeiro ainda ensina que para a execução e implantação das medidas de segurança contra incêndio devem ser atendidas as Instruções Técnicas elaboradas pelo CBPMESP, como podem ser melhor observadas na tabela a seguir:

Tabela 12 – Implantação de medidas de segurança contra incêndios

Grupo de ocupação e uso	Grupo C – COMERCIAL					
	C1, C2 e C3					
Divisão	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	$H \leq 6$	$6 < H \leq 12$	$12 < H \leq 23$	$23 < H \leq 30$	Acima de 30
Compartimentação horizontal	X ¹	X ¹	X ¹	X ²	X ²	X

(Simplificado pelo autor)

1- Recomendado para as vias de acesso e faixas de estacionamento. Exigido para o portão de acesso ao condomínio.

Fonte: Decreto n.º 46076/01

2.8.1 Dimensionamento de elementos estruturais em situação de incêndio

Para o dimensionamento de elementos estruturais em situação de incêndio são adotadas medidas da NBR, como forma de paramentar estes elementos. Assim, observam-se os seguintes conceitos adotados pelas Normas:

- **Aço:** Adota-se NBR-14323 - Dimensionamento de estruturas de aço em edifícios em situação de incêndio. Recomenda-se que a temperatura crítica do aço seja tomada como um valor máximo de 550°C para os aços convencionais, ou calculada para cada elemento estrutural de acordo com a norma supracitada. Se aceita também o dimensionamento através de ensaios de resistência ao fogo de acordo com NBR-5628.
- **Concreto:** Adota-se a NBR-15200 - Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio. Se aceita também o dimensionamento através de ensaios de resistência ao fogo de acordo com NBR-5628.
- **Outros materiais estruturais:** na ausência de normas nacionais, adota-se o Eurocode em sua última edição, ou norma similar reconhecida internacionalmente. No momento da publicação de norma nacional sobre o assunto, esta passará a ser adotada nos termos desta Instrução Técnica. Se

aceita também o dimensionamento através de ensaios de resistência ao fogo de acordo com NBR-5628.

2.8.2 Materiais de proteção térmica

A escolha, dimensionamento e aplicação de materiais de proteção térmica são de responsabilidade exclusiva do(s) responsável (eis) técnico(s) pelo projeto.

As propriedades térmicas e o desempenho dos materiais de proteção térmica quanto à aderência, combustibilidade, fissuras, toxicidade, erosão, corrosão, deflexão, impacto, compressão, densidade e outras propriedades necessárias para garantir o desempenho e durabilidade dos materiais, devem ser determinados por ensaios realizados em laboratório nacional ou estrangeiro reconhecido internacionalmente, de acordo com norma técnica nacional ou, na ausência desta, de acordo com norma estrangeira reconhecida internacionalmente.

2.9 O controle de qualidade para a prevenção de incêndios

Para as edificações com área superior a 10.000 m², será exigido controle de qualidade durante a execução e aplicação dos materiais de proteção térmica às estruturas, realizado por empresa qualificada.

2.9.1 Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco

O controle de qualidade traz consigo diversas observâncias que devem ser feitas para podermos analisar com cuidado a prevenção de incêndios. Para tanto, a IT 14 estabelece valores característicos de carga de incêndio nas edificações e áreas de risco, conforme a ocupação e uso específico.

A aplicação da IT 14 está voltada para as cargas de incêndio relativas às edificações e áreas de risco para a determinação do nível de exigência das medidas de segurança contra incêndio, conforme prescreve o contido no Decreto Estadual n.º 46076/01.

Para efeito desta Instrução Técnica, aplicam-se as definições constantes da IT 03 (Terminologia de proteção contra incêndios), tais como salientadas a seguir:

- Carga de incêndio: é a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis em um espaço, inclusive os revestimentos das paredes, divisórias, pisos e tetos.
- Carga de incêndio específica: é o valor da carga de incêndio dividido pela área de piso do espaço considerado, expresso em megajoule (MJ) por metro quadrado (m^2).

Porém, para proceder na determinação destas cargas de incêndio específica, aplica-se a tabela constante, como mostrada a seguir, onde citamos apenas as especificações de edificações comerciais.

Tabela 13 – Cargas de incêndio específicas

Ocupação/uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio Em MJ/m ²
Comercial varejista, Loja	Lojas de departamento ou centro de compras (Shoppings)	C-2 / C-3	800

(Simplificado pelo autor)

Fonte: IT 14/01

2.10 A compartimentação

Este tópico tem como intuito, analisar os conceitos que englobam a compartimentação, tanto a horizontal como a vertical. Ambas têm como objetivo impedir a propagação do fogo entre ambientes e pavimentos adjacentes, sendo aplicadas em situações em que é desejável limitar o crescimento do incêndio no interior da edificação.

Segundo Seito (2008) a compartimentação é realizada por componentes e sistemas construtivos fixos das edificações (paredes de alvenaria, lajes de concreto, portas e janelas, etc.). No entanto, também é possível obter a compartimentação de grandes ambientes construídos de vãos horizontais ou verticais (salões, pavilhões de exposição, átrios, etc.) somente em situação de emergência, por meio de elementos móveis resistentes ao fogo, que se fecham por acionamento manual ou automático.

O autor ainda ensina que a compartimentação horizontal consiste em dividir a edificação em várias células no plano horizontal, capazes de suportar o incêndio, impedindo a propagação do fogo para ambientes adjacentes, no mesmo pavimento.

Para tanto as paredes de compartimentação devem apresentar resistência ao fogo compatível com a severidade do incêndio esperada e com a estrutura do edifício. A que se verificar também a vedação de portas, que são colocadas em aberturas nas paredes de compartimentação, e também devem ser do tipo corta-fogo, devendo ter resistência ao fogo compatível com a parede corta-fogo em que se encontram.

Além das portas, quaisquer aberturas nas paredes de compartimentação devem ser protegidas com dispositivo corta-fogo com resistência ao fogo compatível com a severidade do incêndio esperada e com a estrutura do edifício (SEITO, 2008).

As passagens de cabos elétricos e tubulações por meio das paredes de compartimentação devem ser protegidas com selos corta-fogo que apresentem resistência ao fogo no mínimo igual à da parede. O mesmo se aplica ao registro corta-fogo que devem ser instalados nos dutos de ventilação e de exaustão, além de outros meios de comunicação entre setores compartimentados.

Cabe aqui salientar o tempo requerido de resistência ao fogo, de acordo com a IT 08, do Corpo de Bombeiros, que fala sobre a Segurança estrutural nas edificações e a Resistência ao fogo dos elementos de construção:

Tabela 14 – Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF)

Grupo	Ocupação/ Uso	Divisão	Profundidade do Subsolo h_s		Altura da edificação h					
			Classe S_2 $h_s > 10m$	Classe S_1 $h_s \leq 10m$	Classe P_1 $h \leq 6m$	Classe P_2 $6m < h \leq 12m$	Classe P_3 $12m < h \leq 23m$	Classe P_4 $23m < h \leq 30m$	Classe P_5 $30m < h \leq 80m$	$h > 80m$
C	Comercial varejista	C-1	90	60	60 (30)	60	60	90	120	CT
		C-2 e C-3	90	60	60	60	60	90	120	CT
		M-2	CT							
		M-3	120	90	90	90	120	CT		

NOTAS:

1. CT = Utilizar Comissão Técnica junto ao Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo.
 2. Os tempos entre parênteses podem ser usados nas edificações nas quais cada pavimento tenha área menor ou igual a 750m², desde que haja compartimentação vertical entre os pavimentos.
- O TRRF dos subsolos não pode ser inferior ao TRRF dos pavimentos situados acima do solo

(Simplificado pelo autor)

Quanto à especificação dos materiais de revestimento que irão compor o projeto da edificação, devem-se ter em mente que materiais combustíveis podem produzir e propagar chama, calor e fumaça rapidamente em caso de princípio de incêndio (SEITO, 2008).

Para tanto é necessário que se conheçam alguns critérios para a escolha dos materiais que serão utilizados, para que se possa optar por produtos com boas características de reação ao fogo (pequena produção de calor e fumaça e baixa taxa de propagação superficial de chama).

Além das características de reação ao fogo de materiais de acabamento e revestimento, deve-se também conhecer a carga de incêndio específica da edificação.

A carga de incêndio é a soma das energias térmicas possíveis de serem liberadas na combustão completa de todos os materiais combustíveis contidos em um espaço, inclusive os revestimentos das paredes, divisórias, pisos e tetos.

São por meio destes cálculos que os fabricantes de materiais de construção devem adaptar-se para que possam fornecer tanto a carga incêndio de seus produtos, como os índices de reação ao fogo deles para que se possam especificar materiais que possuam melhor desempenho diante do fogo.

A tabela a seguir mostra a resistência ao fogo para alvenarias, como podemos verificar a seguir de acordo com a IT 08.

Tabela 15 - Tabela de resistência ao fogo para alvenarias

Características das paredes										Resultado dos ensaios					
Paredes ensaiadas (*)	Traço em volume da argamassa do assentamento			Espessura média da argamassa de assentamento (cm)	Traço em volume de argamassa de revestimento				Espessura de argamassa de revestimento (cm)	Espessura total da parede (cm)	Duração do ensaio (min)	Tempo de atendimento aos critérios de avaliação (horas)			Resistência ao fogo (horas)
	Cimento	Cal	Areia		Cimento	Emboço		Areia				Integridade	Estanqueidade	Isolação térmica	
						Cal	Areia								
Paredes de tijolos de barro cozido (dimensões nominais dos tijolos 2,8 cm x 10 cm x 20 cm. Massa: 1,5 kg)	-	1	5	1	-	-	-	-	-	10	120	≥ 2	≥ 2	1%	1%
	-	1	5	1	-	-	-	-	-	20	395 (**)	≥ 6	≥ 6	≥ 6	≥ 6
	-	1	5	1	1	3	1	2	9	15	300	≥ 4	≥ 4	4	4
	-	1	5	1	1	3	1	2	9	25	300 (***)	≥ 6	≥ 6	≥ 5	> 6
Paredes de blocos vazados de concreto (2 furos) (blocos com dimensões nominais: 14 cm x 19 cm x 39 cm e 19 cm x 19 cm x 39 cm; e massas de 13 kg e 17 kg, respectivamente)	1	1	8	1	-	-	-	-	-	14	100	≥ 1%	≥ 1%	1%	1%
	1	1	8	1	-	-	-	-	-	19	120	≥ 2	≥ 2	1%	1%
	1	1	8	1	1	3	1	2	9	17	150	≥ 2	≥ 2	2	2
	1	1	8	1	1	3	1	2	9	22	185	≥ 3	≥ 3	3	3
Paredes de tijolos cerâmicos, de oito furos (dimensões nominais dos tijolos 10 cm x 20 cm x 20 cm (massa 2,9 Kg))	-	1	4	1	1	3	1	2	9	13	150	≥ 2	≥ 2	2	2
	-	1	4	1	1	3	1	2	9	23	300 (***)	≥ 4	≥ 4	≥ 4	> 4
Paredes de concreto armado monolítico sem revestimento	Traço do concreto em volume, 1 cimento: 2,5 areia média: 3,5 agregado graúdo (granizo pedra nº 3): armadura simples posicionada a meia espessura das paredes, possuindo malha de lados 15 cm, de aço CA- 50A diâmetro ¼ polegada										11,5	2	2	1	1%
											16	3	3	3	3

(*) Paredes sem função estrutural ensaiadas totalmente vinculadas dentro da estrutura de concreto armado, com dimensões 2,8m x 2,8m totalmente expostas ao fogo (em uma face)

(**) Ensaio encerrado sem ocorrência de falência em nenhum dos três critérios de avaliação.

Fonte: IT 08/01

2.10.1 Medidas de segurança em ocupação mista

À edificação que apresentar ocupação mista, aplicam-se os seguintes critérios para o estabelecimento dos Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF):

a) O valor correspondente à ocupação que deve atender às exigências mais rigorosas, caso não haja compartimentação garantindo a separação dessas ocupações;

b) O valor correspondente a cada uma das ocupações, caso haja compartimentação garantindo a separação entre elas.

2.10.2 As paredes de compartimentação com Drywall

O drywall vem sendo utilizado regularmente no país desde meados dos anos 90. Esse curto período foi suficiente para que conquistasse a preferência dos líderes da cadeia de negócios da construção civil, devido as vantagens que proporciona.

Segundo o Manual de Projetos de Sistemas Drywall (2006), a associação Drywall foi fundada em 2000 com a missão de difundir essa tecnologia no Brasil desenvolvendo informações técnicas e econômicas para o meio profissional e consumidores finais.

Foi lançado em 2004 o manual de montagem de sistemas drywall dirigido aos construtores e prestadores de serviços. Dois fatores fundamentais norteiam esse trabalho o desempenho técnico das paredes como rigidez, conforto acústico, isolamento térmico e resistência ao fogo.

Para efeito deste estudo, estaremos utilizando como fonte de pesquisa as especificações e recomendações do Manual de Projetos de Sistemas Drywall (2006), enfocando nos projetos de paredes, em áreas internas e não sujeitas a intempérie, pois o drywall não é indicado na utilização de áreas externas das construções, uma vez que ele tem a função de vedação ou compartimentação.

Outra recomendação é que paredes de drywall não sejam utilizadas em ambientes com umidade elevada e contínua, tais como saunas e piscinas aquecidas e cobertas.

Assim, verificamos que a composição de uma parede de Drywall engloba diversos sistemas, tais como: chapas de gesso, perfis metálicos e galvanizados, fixações (parafusos e buchas), massa para juntas e massa para colagem, fitas, acessórios, lã mineral e as ferramentas necessárias para a montagem da mesma.

Diante disto, os tópicos a seguir tem como objetivo analisar cada um destes itens separadamente, de forma a compreendermos melhor o assunto aqui descrito.

2.11 Componentes dos sistemas de Drywall

2.11.1 Chapas de gesso

De acordo com o Manual de Projetos de Sistemas Drywall (2006), as paredes de drywall são compostas de chapas de gesso.

Estas chapas de gesso são fabricadas industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão, em que uma é virada sobre as bordas longitudinais e colada sobre a outra.

O manual ainda enfoca que estas chapas de gesso devem ser produzidas de acordo com as seguintes Normas da ABNT: NBR 14715:2001, NBR 14716:2001 e NBR 14717:2001.

As chapas, também, precisam seguir as seguintes especificações, conforme mostram as tabelas a seguir, no que concerne a características geométricas e físicas:

Tabela 16: Características geométricas das chapas de gesso de paredes Drywall

Características geométricas			Tolerância	Limite
Espessura	9,5 mm		± 0,5 mm	-
	12,5 mm			-
	15 mm			-
Largura			+0 / - 4 mm	Máximo de 1200 mm
Comprimento			+0 / -5 mm	Máximo de 3600 mm
Esquadro			≤ 2,5 mm / m de largura	-
Rebaixo ⁽¹⁾	Largura	Mínimo	-	40 mm
		Máximo	-	80 mm
	Profundidade	Mínimo	-	0,6 mm
		Máximo	-	2,5 mm

(1) A borda rebaixada deve estar situada na face da frente da chapa e sua largura e profundidade devem ser medidas de acordo com a NBR 14716.

Fonte: Manual de Projetos de Sistema Drywall, 2006.

Tabela 17: Características físicas das chapas de gesso de paredes Drywall

Características Físicas		Limites		
		Espessura da chapa (mm)		
		9,5	12,5	15,0
Densidade superficial de massa (kg/m ²)	Mínimo	6,5	8,0	10,0
	Máximo	8,5	12,0	14,0
Variação máxima em relação à média das amostras de um lote		± 0,5		
Resistência mínima a ruptura Na flexão (N)	Longitudinal	400	550	650
	Transversal	160	210	250
Dureza superficial determinada pela diâmetro máximo (mm)		20		
Absorção máxima de água para chapa resistente à umidade – RU – %		5		
Absorção superficial máxima de água para chapa resistente à umidade – RU – tanto para face da frete quanto para a face do verso – (g/m ²)		160		

Fonte: Manual de Projetos de Sistema Drywall, 2006.

Além das características geométricas e físicas, cabe também especificar os tipos de chapas, observando as definições de acordo com as especificações técnicas. A tabela a seguir, de acordo com o Manual de Projeto de Sistemas de Drywall indica estas especificações:

Tabela 18: Tipos de Chapa

Tipo	Código	Aplicação
Standard	ST	Para aplicação em áreas secas.
Resistente à Umidade	RU	Para aplicação em áreas sujeitas à umidade por tempo limitado de forma intermitente.
Resistente ao Fogo	RF	Para aplicação em áreas secas, necessitando de um maior desempenho em relação ao fogo.

Fonte: Manual de Projetos de Sistema Drywall, 2006.

Cabe salientar aqui também, a condutividade térmica das chapas que compõem as paredes de Drywall. Assim temos o seguinte indicativo numérico:

$$\lambda = 0,18W / m^{\circ}C (0,16Kcal / hm^{\circ}C)$$

A chapa de gesso deve se comportar perante a umidade como um regulador, que absorve a umidade quando o ambiente está excessivamente úmido e liberando-a quando o ambiente está seco.

2.11.2 Perfis metálicos

Um dos componentes de uma parede de drywall são os perfis metálicos, que são fabricados industrialmente mediante um processo de conformação continua a frio, por seqüência de rolos a partir de chapas de aço galvanizadas pelo processo de imersão a quente.

As chapas de aço galvanizado para a fabricação dos perfis metálicos devem estar de acordo com a NBR 15217:2005 destacando-se os seguintes aspectos.

- Espessura mínima da chapa 0,50 mm
- Revestimento galvanizado mínimo Z 275 (massa de 275 g/m² dupla face)

A tabela a seguir mostra os tipos de perfis metálicos existentes:

Tabela 19: Tipos de perfis metálicos para paredes de drywall

Tipos de perfil	Desenho	Código	Dimensões nominais (mm)	Utilização
Guia (formato de U)		G 48 G 70 G 90	48/28 70/28 90/28	Paredes, forros e revestimentos
Montante (formato de C)		M 48 M 70 M 90	48/35 70/35 90/35	Paredes, forros e revestimentos
Cantoneira de reforço (formato de L)		CR	23/23 28/28	Paredes e revestimentos

(simplificado pelo autor)

Fonte: Manual de Projetos de Sistema Drywall, 2006.

2.11.3 Fixações

Estes componentes das paredes de drywall se referem à fixação das mesmas, portanto, são os parafusos e buchas utilizados na montagem desta. São peças utilizadas para fixar os componentes dos sistemas drywall entre si ou para fixar os perfis metálicos nos elementos construtivos (lajes, vigas pilares, etc.).

A fixação dos perfis metálicos nos elementos construtivos pode ser realizada com as seguintes peças:

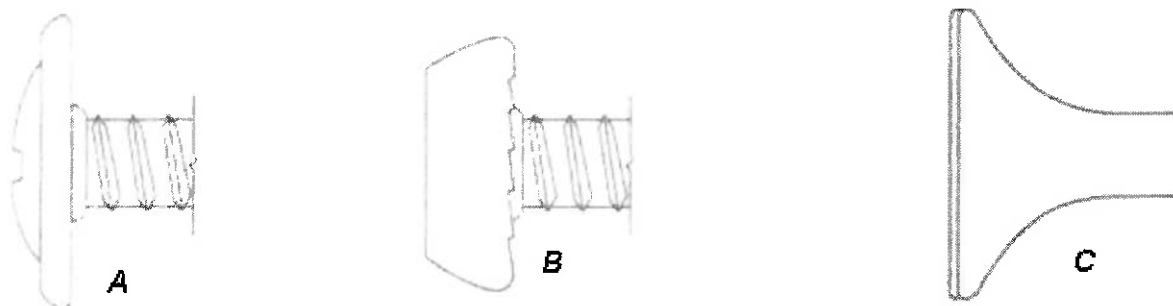
- Buchas plásticas e parafusos com diâmetro mínimo de 6 mm;
- Rebites metálicos com diâmetro mínimo de 4 mm;
- Fixações à base de 'tiros' com pistolas específicas para esta finalidade;
- Em casos específicos a fixação das guias pode ser feita com adesivos especiais.

Já, as fixações dos componentes de drywall entre si se dividem basicamente em dois tipos:

- Fixação dos perfis metálicos entre si (metal/metal);
- Fixação das chapas de gesso sobre os perfis metálicos (chapa/metal).

Existem algumas regras em relação a estes elementos de fixação. Os parafusos, por exemplo, possuem diferentes formas, e são estas formas que definirão o tipo de material a ser fixado.

A figura a seguir mostra esta definição de formas dos parafusos quanto ao formato da cabeça.



A e B: Lentilha ou panela – para fixação de perfis metálicos entre si (metal/metal).

C: Trombeta – para fixação de chapas de gesso sobre perfis metálicos.

Figura 09 – Formato da cabeça dos parafusos

Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006)

A ponta do parafuso também define a sua utilização, como por exemplo, a espessura da chapa metálica a ser perfurada, como mostra a figura a seguir:



A: Ponta de agulha – chapa metálica com espessura máxima de 0,7 mm.

C: Ponta broca – chapa metálica com espessura de 0,7 mm até 2,0 mm.

Figura 10 – Formato da ponta dos parafusos

Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006)

No que concerne às fixações, os parafusos também precisam apresentar outras especificações, tais como:

- Resistência à corrosão: os parafusos a serem utilizados para a fixação dos componentes dos sistemas drywall devem possuir resistência à corrosão vermelha mínima de 48 horas na câmara *salt-spray* em teste de laboratório.
- O comprimento dos parafusos que fixam as chapas de gesso nos perfis metálicos (chapa/metálico) é definido pela quantidade e espessura de chapas de gesso a serem fixadas: o parafuso deve fixar todas as camadas e ultrapassar o perfil metálico em pelo menos 10 mm.
- O comprimento dos parafusos que fixam os perfis metálicos entre si (metal/metálico) deve ultrapassar o último elemento metálico, no mínimo em três passos de rosca.

2.11.4 Massa para juntas e para colagem

Outro componente das paredes de drywall são as massas para juntas e massa para colagem, que são produtos específicos para o tratamento das juntas entre chapas de gesso, tratamento dos encontros entre as chapas e o suporte (alvenarias ou estruturas de concreto), além do tratamento das cabeças dos parafusos. Estas massas devem ser utilizadas juntamente com fitas apropriadas (Manual de Projetos de Sistemas Drywall, 2006).

Ainda segundo o manual, vê-se que as massas para colagem são produtos específicos para a fixação das chapas de gesso diretamente sobre os suportes verticais (alvenarias ou estruturas de concreto) e para pequenos reparos nas chapas. O objetivo das massas e juntas é assegurar o acabamento sem trincas.

As características das massas e rejuntas utilizados neste processo podem ser melhor explicitados na tabela a seguir:

Tabela 20 – Tipos de Massas

Características	Utilização
Massa de rejunte em pó rápida (curto tempo de secagem entre demãos).	Tratamento de juntas entre chapas em paredes, forros e revestimentos.
Massa de rejunte em pó lenta (longo tempo de secagem entre demãos).	Deve ser misturada com água para sua aplicação.
Massa de rejunte pronta para uso	Tratamento de juntas entre chapas e paredes, forros e revestimentos. Não há necessidade de ser misturada com água para sua aplicação.
Massa de colagem	Para revestimento através da colagem das chapas em alvenarias e estruturas de concreto. Deve ser misturada com água para sua aplicação.

Fonte: Manual de Projetos de Sistema Drywall, 2006.

2.11.5 Fitas

Também definidas como componente de uma parede de Drywall, as fitas são utilizadas para o acabamento e para melhorar o desempenho dos sistemas drywall.

As características das fitas utilizadas neste processo podem ser vistas na tabela a seguir:

Tabela 21 – Tipos de Fitas

Características	Utilização
Fita de papel microperfurado	Tratamento de juntas entre chapas e tratamentos dos encontros entre as chapas e o suporte (alvenarias ou estruturas de concreto).
Fita de papel com reforço metálico	Reforço de ângulos salientes.
Fita de isolamento (banda acústica)	Isolamentos dos perfis nos perímetros das paredes, forros e revestimentos.

Fonte: Manual de Projetos de Sistema Drywall, 2006.

2.11.6 Acessórios

Um outro componente das paredes de drywall são os acessórios, definidos pelo Manual de Projeto de Sistemas Dryall (2006) como peças indispensáveis para a montagem dos sistemas, utilizados normalmente para a sustentação mecânica dos sistemas.









Suas especificações são as seguintes:

- Para acessórios em aço galvanizado, os acessórios deverão ter, no mínimo, revestimento zincado Z (275 g/m² dupla face).

- Para os acessórios de outros materiais, os mesmos deverão ter uma proteção contra a corrosão no mínimo equivalente aos de aço galvanizado.

Os tipos de acessórios comumente usados são definidos como tirante, que é a ligação entre o elemento construtivo (lajes, vigas, etc.) e o suporte nivelador.

Tabela 22 – Acessórios das paredes de drywall

NOME	DEFINIÇÃO	
Tirante	Ligação entre o elemento construtivo (lajes, vigas, etc.) e o suporte nivelador.	
Junção H	União entre chapas de gesso de 0,60m de largura entre si, além de suporte para a fixação do arame galvanizado no forro aramado.	
Suporte Nivelador	Para perfil ômega	
Suporte Nivelador	Para perfil canaleta	
Suporte Nivelador	Para perfil longarina	
Peça de reforço	Reforço metálico ou de madeira tratada a ser instalado no interior das paredes ou revestimentos para fixação de carga suspensa.	
Clip	União entre canaleta e cantoneira (ou guia) em forros ou revestimentos.	
Conector	União entre os perfis tipo canaleta "C".	

Fonte: Manual de Projetos de Sistema Drywall, 2006.

2.11.7 Lã mineral

A lã mineral é outro componente que integra as paredes de drywall, e são materiais constituídos de lã de vidro ou lã de rocha, a serem instalados nas paredes entre as chapas de gesso, nos revestimentos entre as chapas de gesso e o suporte ou nos forros sobre as chapas de gesso; tem o objetivo de aumentar o isolamento termoacústico.

As lãs minerais são apresentadas em feltros ou painéis, podendo ser revestidas ou não. As especificações técnicas da lã mineral podem ser melhor observadas na tabela a seguir:

Tabela 23 – Especificações técnicas da lã mineral

		Largura mm	Comprimento m	Espessura mm
Feltros	Lã de vidro	1200	10 a 15	50 – 75 – 100
Painéis	Lã de rocha	600	1350	25-40-50-75-100
	Lã de vidro	600	1200	50 – 75 – 100

Fonte: Manual de Projetos de Sistema Drywall, 2006.

2.12 Paredes em Drywall

Paredes em Drywall, de acordo com o Manual de Projeto de Sistemas em Drywall, são constituídas por chapas de gesso aparafusadas em ambos os lados de uma estrutura de aço galvanizado, que pode ser simples ou dupla.

Vimos anteriormente todos os componentes que a integram, assim como os acessórios para sua montagem, portanto, a forma de montagem e os materiais utilizados é que definirão o tipo de estrutura que pode variar conforme o número de chapas, a dimensão e posicionamento da estrutura e da incorporação de elementos isolantes térmicos ou acústicos no seu interior.

Assim, para paredes de alto desempenho acústico é preciso especificar a banda acústica no contato do perímetro das vedações em drywall com o suporte. Existem nomenclaturas que descrevem as paredes em drywall por uma sequência de até nove itens (números e letras) que definem as seguintes características:

Tabela 24 – Nomenclatura das paredes em Drywall

1ª letra	Identificação do tipo de parede pelo fabricante
1º número	Espessura total da parede
2º número	Largura dos montantes (mm)
3º número	Espaçamento eixo a eixo dos montantes (mm)
MD	Montante duplo
DE (L ou S)	Dupla estrutura – L = ligada / S = separada
Chapas 1ª face	Quantidade e tipos das chapas de uma face
Chapas 2ª face	Quantidade e tipo das chapas da outra face
LM	Presença de lã mineral (LV-lã de vidro ou LR-lã de rocha) com a quantidade de camadas e respectivas espessuras.

Fonte: Manual de Projetos de Sistema Drywall, 2006.

As figuras a seguir demonstram alguns exemplos de nomenclaturas de paredes.

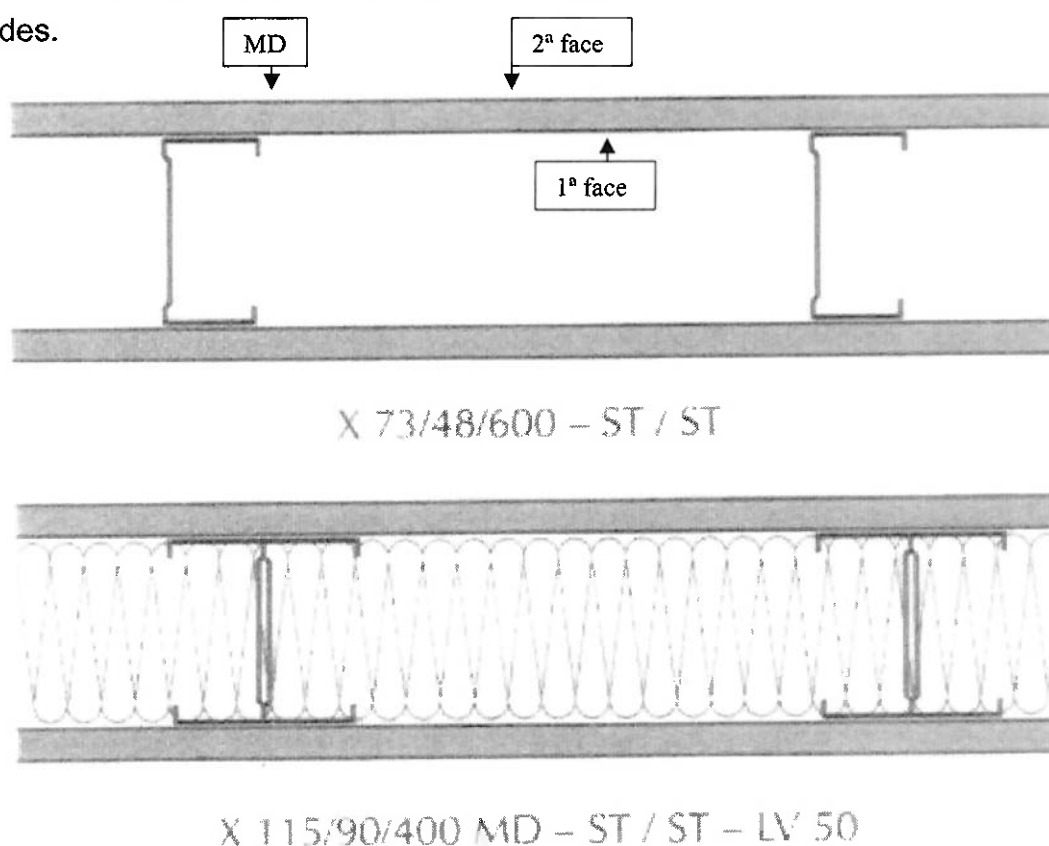


Figura 11 – Exemplo de nomenclatura de pares drywall
Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006)

Observa-se que as paredes em drywall precisam obedecer algumas especificações, tais como espessura mínima da chapa de gesso para paredes com uma única camada em cada face.

Porém, para as áreas secas pode-se utilizar qualquer tipo de chapa (Manual de Projeto em Sistemas Drywall, 2006). A figura a seguir exemplifica tais especificações.

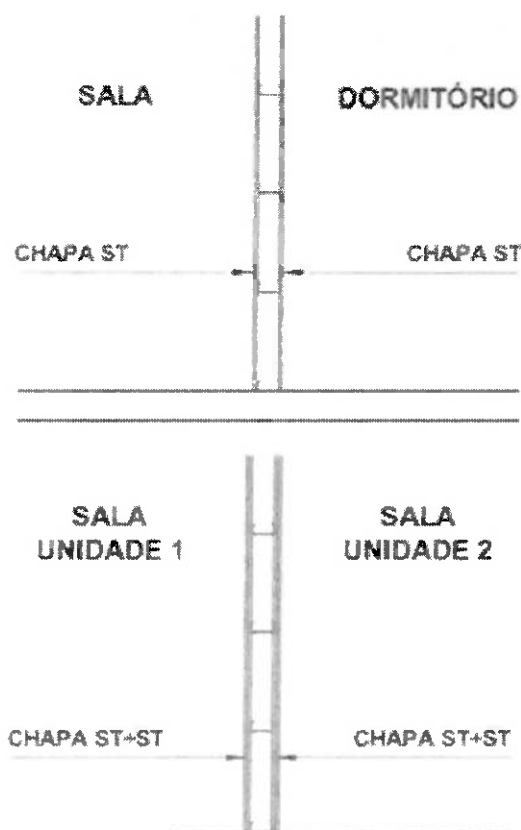


Figura 12 – Exemplo da espessura de parede em drywall
 Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006)

As chapas resistentes ao Fogo (RF) são recomendadas para utilização em áreas onde há necessidade de uma maior resistência ao fogo em função das especificações do projeto (ex.: saídas de emergência, escadas enclausuradas, shafts), como melhor demonstra a figura a seguir:

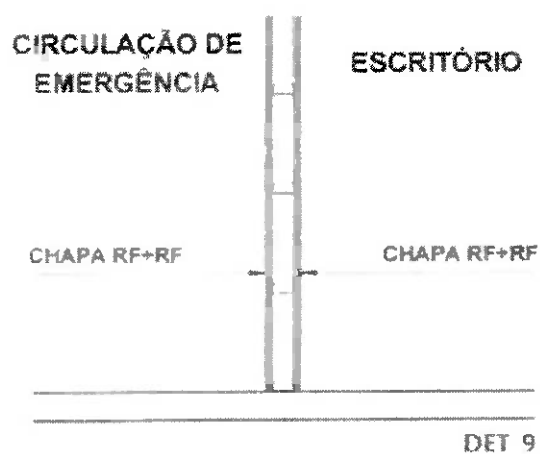


Figura 13 – Áreas de maior necessidade de resistência ao fogo
 Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006)

O fato de 20% do peso das placas das paredes de Drywall de gesso ser de água garante excelente valor quanto à resistência ao fogo. Pode ser melhorado com o uso da placa RF específica para este fim.

As possíveis composições podem atender disposições legais e regulamentações específicas referentes à segurança contra incêndio para cada localidade de implantação do edifício

Quando houver paredes entre unidades independentes e entre unidade independentes e áreas de circulação, o Manual de Projeto de Sistemas Drywall recomenda a utilização de paredes com pelo menos duas camadas de chapas de gesso em cada uma das faces.

A estrutura pode ser simples ou dupla. No caso de estrutura dupla, elas podem ser independentes ou solidarizadas. Observe-se a figura a seguir que denota estas especificações.

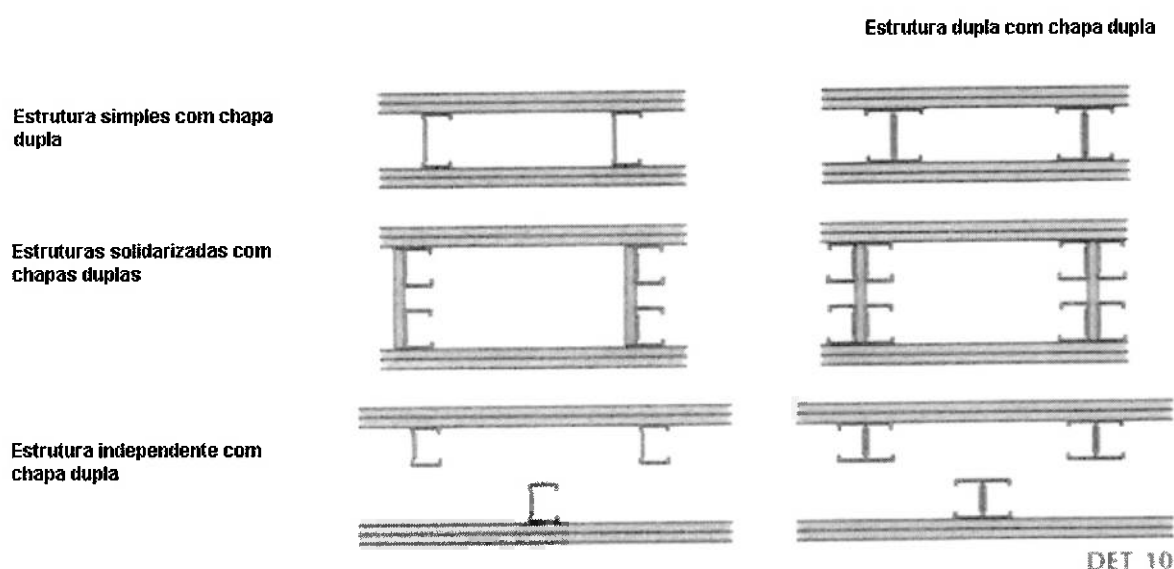


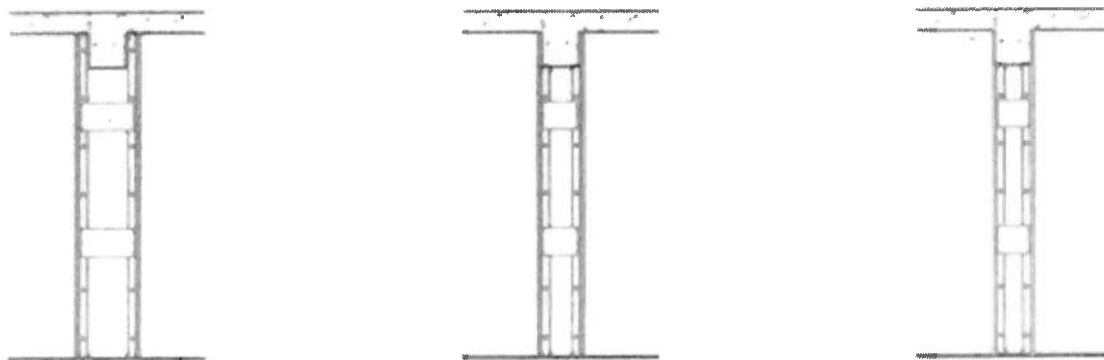
Figura 14 – paredes entre unidades independentes e entre unidade independentes e áreas de circulação

Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006)

Já paredes que incorporam vigas, pilares ou tubulações, entre unidades independentes possuem duas camadas de chapa de gesso em cada face. A sua espessura é variável em função dos elementos a serem inseridos no interior da mesma.

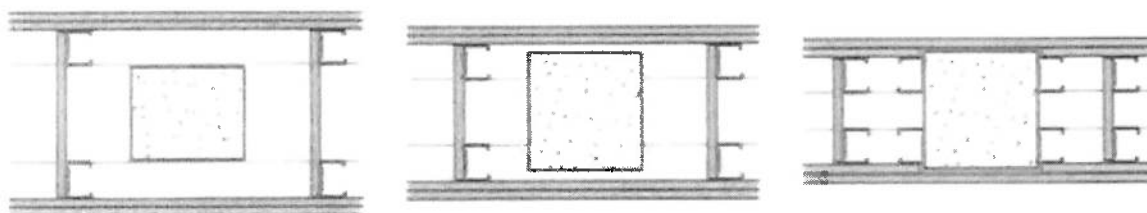
A dupla estrutura deve possuir travamento executado com pedaços de chapa de gesso com altura de 30 cm. Estes pedaços de chapas deverão ter espaçamento entre eixos de 1,00 a 1,50 m.

Paredes com alta performance mecânica



CORTE

Estruturas que incorporam pilares



PLANTA

DET 13

Figura 15 – Paredes que incorporam vigas, pilares ou tubulações, entre unidades independentes.
Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006).

Paredes de alta performance mecânica possuem pelo menos duas camadas de chapa de gesso em cada face. A sua espessura é variável. A dupla estrutura deve possuir travamento executado com pedaços de chapa de gesso com altura de 30 cm. Estes pedaços de chapas deverão ter espaçamento entre eixos de 1,00 e 1,50 m. O desenho a seguir mostra o exemplo deste tipo de parede.

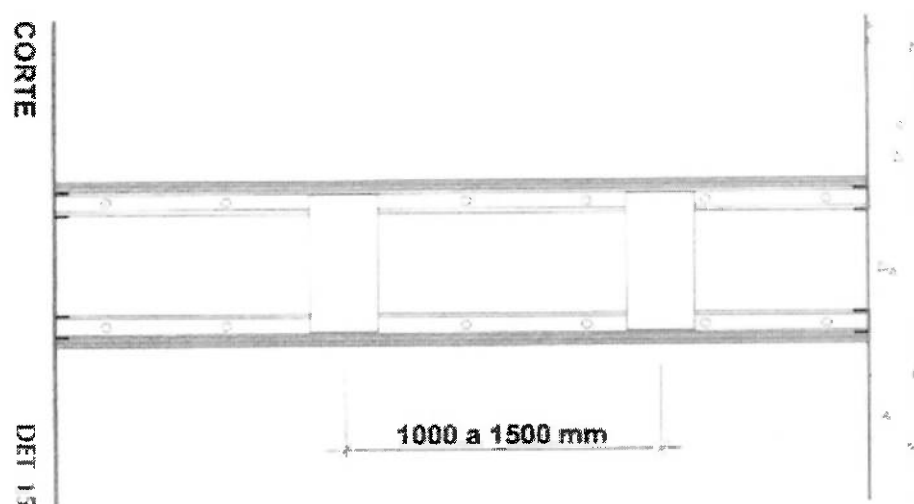


Figura 16 – Paredes de alta performance mecânica.
Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006).

Enfoca-se também as paredes de alta performance acústica, que devem possuir pelo menos duas camadas de chapa de gesso em cada face. A sua espessura é variável.

As duas estruturas devem necessariamente ser independentes e deve-se prever lã mineral para aumentar o isolamento acústico.

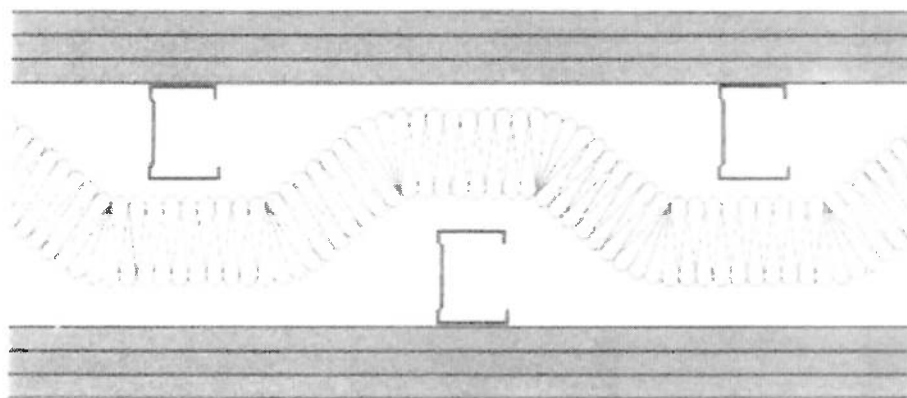


Figura 17 – Paredes de alta performance acústica.
Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006).

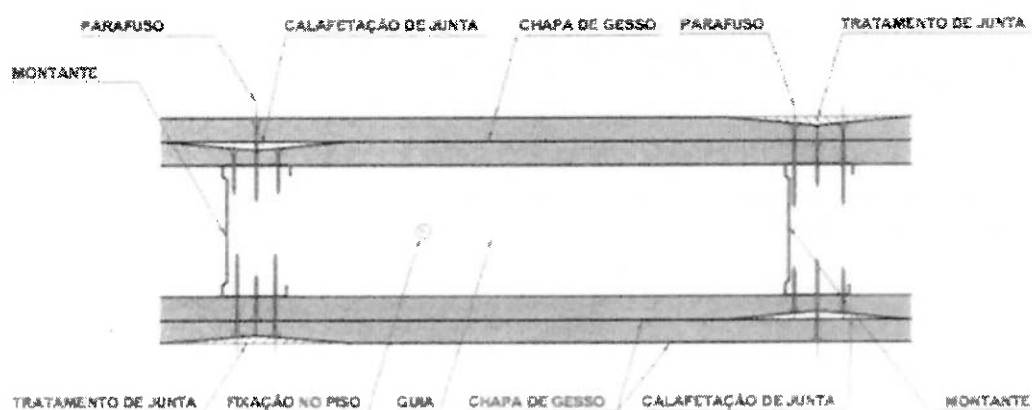


Figura 18 – Paredes com estruturas simples / chapa dupla – corte horizontal.
Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006).

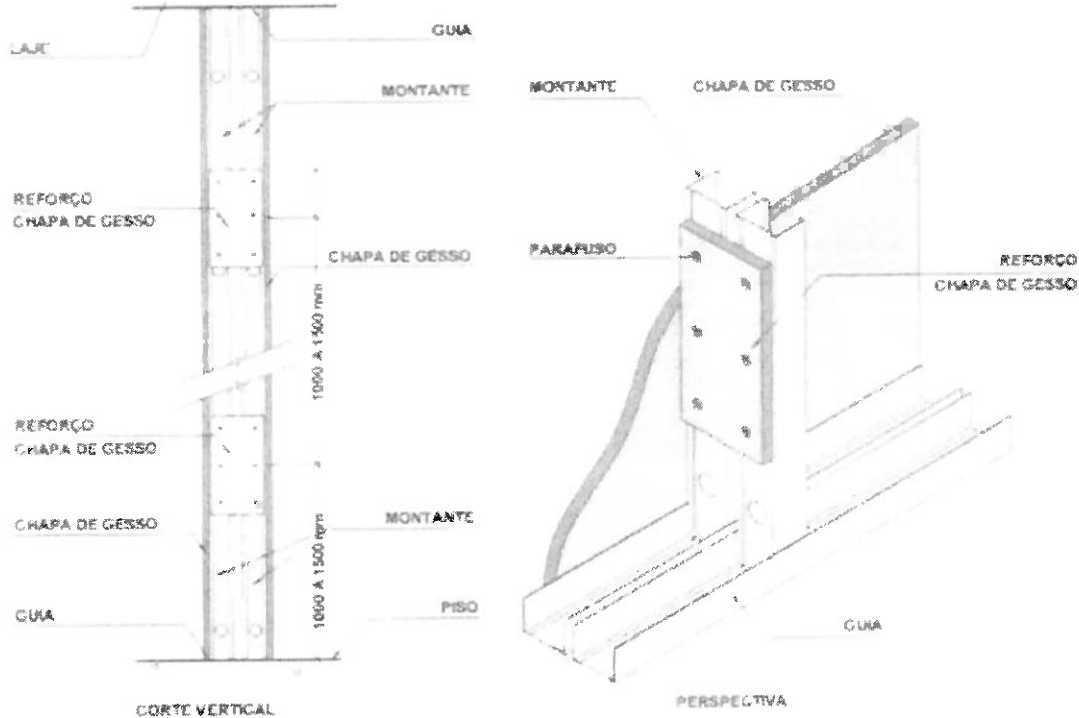


Figura 19 – Paredes com dupla estrutura ligada.
Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006).

O desempenho esperado das paredes de Drywall, de acordo como Manual de Projeto de Sistemas Drywall, é resultado de diversos fatores que o englobam, tal como mostra a tabela a seguir:











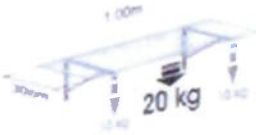


Tabela 25 – Tabela de desempenho das paredes Drywall

Isolamento acústico	Sem isolante	53/55
	Com isolante	45/47
Resistência ao fogo	Com chapa ST	60
	Com chapa RF	120
Peso (kg/m²)		42
Quantidade e borda das chapas		4 BR 12,5
Altura-limite (m)	Montantes simples	5,20 / 4,60
	Montantes duplos (MD)	5,00 / 5,50
Distância entre montantes		600 / 400
Largura dos montantes (mm)		90
Espessura total da parede (mm)		140
Tipologia		140/90

Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006).

O Manual de Projeto de Sistemas Drywall (2006) também especifica os valores que devem ser respeitados para as cargas a serem fixadas, como pode ser observado em anexo.

Tabela 26 – Valores máximos para cargas a serem fixadas nas paredes em Drywall

Fixação de carga	Ação sobre a parede	Distância do elemento a parede	Exemplo de elemento de fixação	Carga máxima	Tipo de fixador
Em 1 ou 2 chapas de gesso	Esforço de cisalhamento	Rente a parede	Quadros e espelhos leves	 5 kg	 OK Fischer  Quiss
			Quadros e espelhos pesados	 15 kg	Buchas de expansão  Kwik Tag  Hilti  Bimba  HOF Fischer
	Esforço de momento	7,5 cm	Toalheiros, suporte para extintor de incêndio	 30 kg	Buchas basculantes  K54 Fischer
		30 cm	Prateleira, suporte de vaso para flores, armário pequeno	 20 kg	
Em reforço metálico	Esforço de momento	30 cm	Armário de cozinha e tanque com coluna	 50 kg	 Toggle Bolt Hilti

Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006).

Alguns detalhes técnicos aqui demonstrados, de acordo com o Manual de Projeto de Sistemas Drywall (2006), dizem respeito às situações de projetos mais frequentes, sendo que outros detalhes podem ser criados para atender a necessidades específicas.

Assim, as figuras a seguir mostram exemplos de estruturas de revestimento estruturados, para que possamos ter uma visão mais ampla sobre este tipo de projeto.

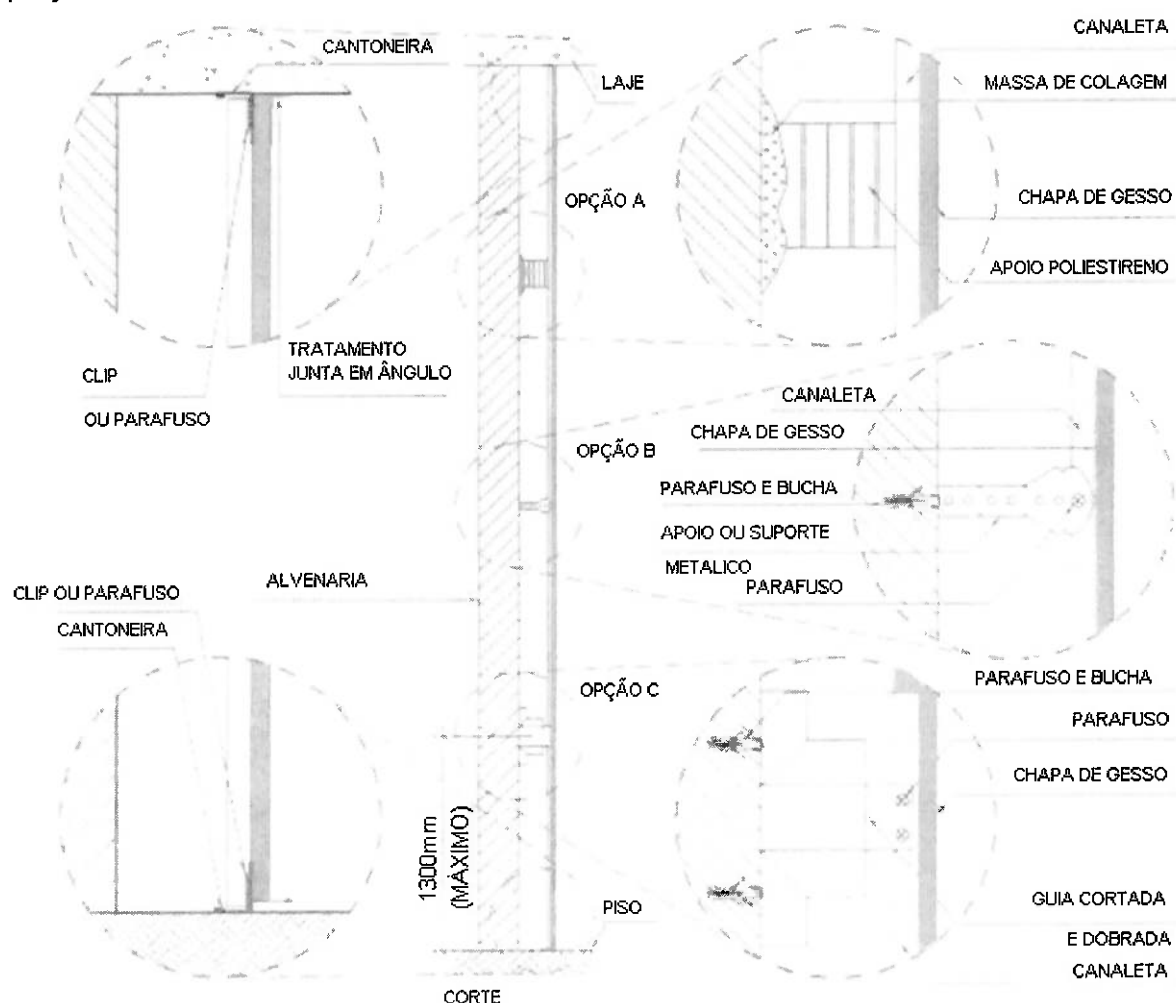


Figura 20 – Revestimento estruturado – corte vertical
Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006).

O espaço interno dos sistemas construtivos em drywall permite a colocação de lã mineral reforçando o isolamento térmico a fim de evitar o desperdício de calor. A resistência térmica útil das placas de gesso com espessura de 12,5mm é de: $R=0,04\text{m}^2 \cdot \text{k/w}$.

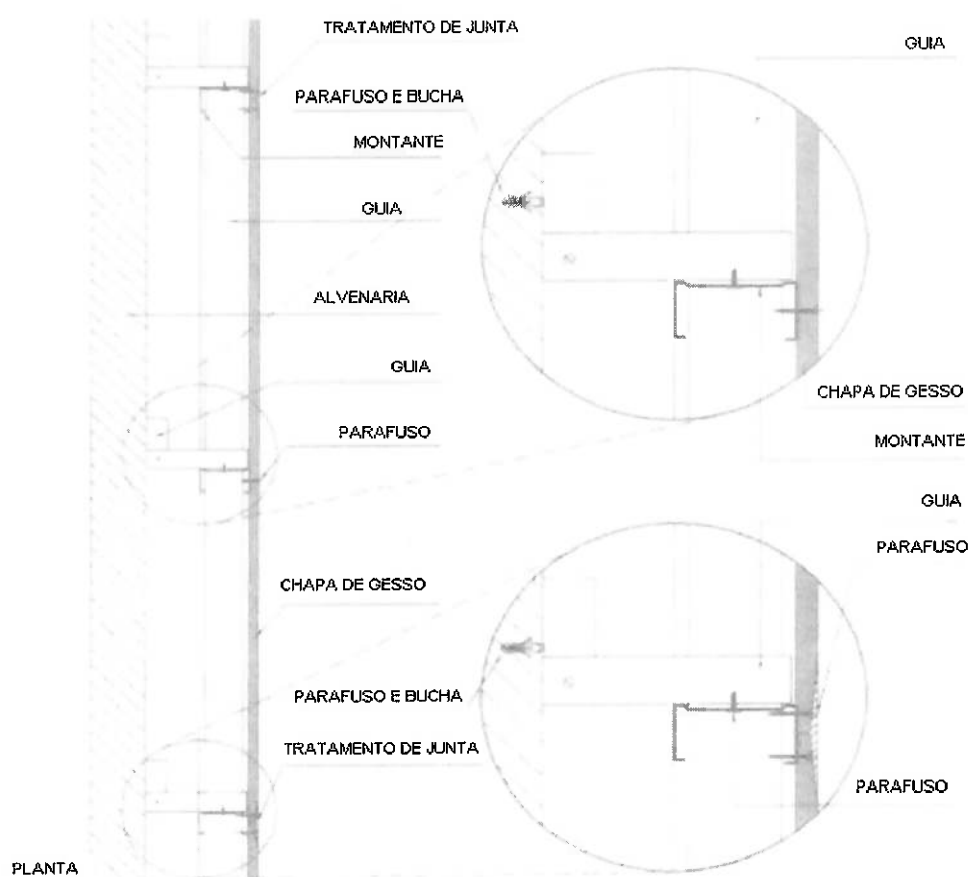


Figura 21 – Revestimento estruturado – corte horizontal.
 Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006).

Em relação ao acabamento das paredes em Drywall, observa-se segundo o Manual de Projetos de Sistemas Drywall (2006) que estes decorrem do tratamento final sobre as chapas de drywall instaladas em forros, paredes e revestimentos.

O drywall pode receber qualquer tipo de acabamento (pintura, cerâmica, laminados, papel de parede, etc.) facilitando assim o acabamento estético do ambiente a ser desenvolvido o projeto. Os níveis de qualidade do acabamento da superfície das paredes em drywall possibilita que aplicações diversas seja realizadas. Porém, é importante especificar em projeto o nível desejado que possa implicar preços distintos na contratação dos serviços.

O comportamento das paredes de drywall atende critérios de impacto de corpo mole e corpo duro além das solicitações transmitidas por portas. Elas são adaptáveis a qualquer tipo de estrutura: madeira, concreto ou aço e podem atender a qualquer pé direito.




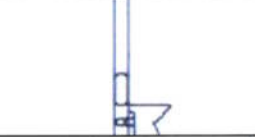






O acabamento tecnicamente necessário das paredes em drywall estão relacionadas às juntas e os parafusos, que devem ser tratados com fita de massa de rejunte sem necessidade de lixamento. Este nível de acabamento atende as exigências mínimas de resistências mecânicas, proteção ao fogo e isolamento termoacústico.

As paredes de drywall também oferece um grande desempenho acústico dos sistemas construtivos, pois atende as mais exigentes especificações, podendo ser melhorado, acrescentando mais placas ou lã mineral no seu interior. O desempenho acústico é dado em dB (decibéis).

Os sistemas construtivos em drywall para uso interno podem ser caracterizadas por planos lisos e sem juntas aparentes, em situações retas ou curvas, horizontais ou inclinadas.

Os sistemas drywall oferecem vários benefícios, entre eles a redução de peso tornando a construção mais leve. A seguir, outros exemplos dos benefícios entre a utilização de paredes convencionais e drywall.



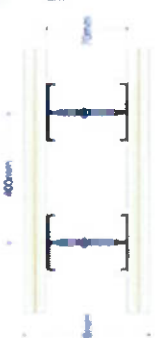
Tabela 27 – Comparação entre paredes em Drywall e alvenaria convencional

Alvenaria	Drywall	Vantagens da parede em Drywall
		Redução do volume de material transportado vertical e horizontalmente na obra.
		Facilidade nas instalações evitando quebras em função dos vazios.
		Mínimo desperdício e retrabalho.
		Flexibilidade nos lay-outs.
		Economia com mão-de-obra.

Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006)

Assim, verificamos também que as paredes em Drywall demonstram menor peso por m^2 otimizando o dimensionamento das estruturas e fundações. Uma parede simples pesa em torno de 25 Kg/m^2 .

Especificamos neste estudo, as paredes Placostil, que são paredes em Drywall que possuem as seguintes especificações, tais como mostra a nomenclatura a seguir:

Parede Placostil® 73 / 48 / 600 - 1ST 12,5 / 1ST 12,5					
	73	48	600	1ST 12,5	1ST 12,5
	Espessura total da parede em mm.	Espessura da estrutura em mm.	Espaçamento eixo a eixo dos montantes em mm.	Quantidade e tipo de placa em um dos lados da estrutura.	Quantidade e tipo de placa no outro lado da estrutura.
Parede Placostil® 140 / 48 / 600 - DE - 1ST 12,5 / 1RU 12,5 - LM*					
	140	48	600	DE	1ST 12,5 / 1RU 12,5
	Espessura total da parede em mm.	Espessura da estrutura em mm.	Espaçamento eixo a eixo dos montantes em mm.	Dupla estrutura. Quantidade e tipo de placa em um dos lados da estrutura.	Quantidade e tipo de placa no outro lado da estrutura.
Parede Placostil® 120 / 70 / 400 - MD - 2ST 12,5 / 2ST 12,5					
	120	70	400	MD	2ST 12,5 / 2ST 12,5
	Espessura total da parede em mm.	Espessura da estrutura em mm.	Espaçamento eixo a eixo dos montantes em mm.	Montante duplo. Quantidade e tipo de placa em um dos lados da estrutura.	Quantidade e tipo de placa no outro lado da estrutura.

LM* La mineral = 18 - la de rocha ou LV - la de vidro. Espessura usual: 50mm - Densidade usual: $R = 25 \text{ kg/m}^3$ / $L/V = 16 \text{ kg/m}^3$

Figura 22 – Paredes Placostil: Nomenclatura
Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

Para efeito de especificações das paredes dos sistemas Placostil, as referências abaixo ilustram composições cujos dados são apresentados na tabela em seguida.

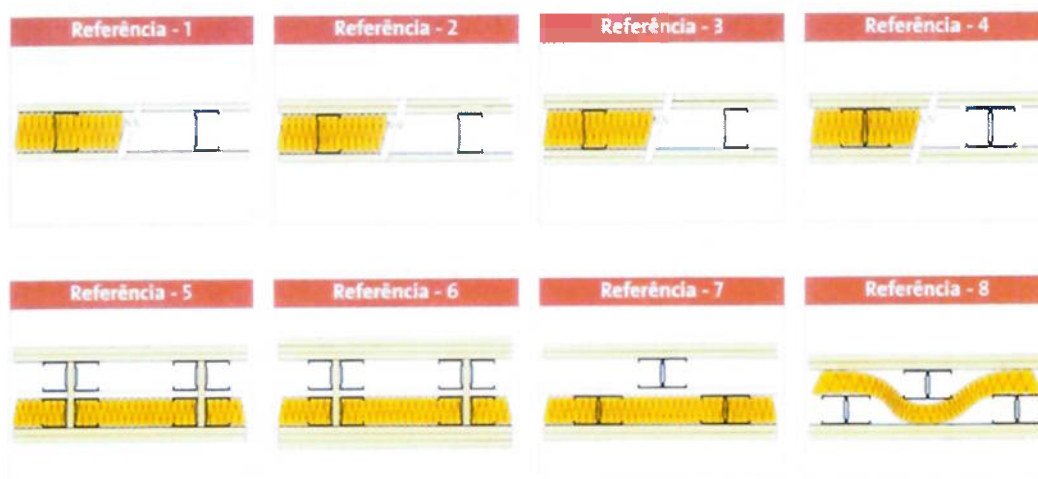


Figura 23 – Paredes Placostil: Referências

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

Tabela 28 – Definição da composição da parede Placostil

Altura máx. (m)	Resistência ao fogo				Isolamento acústico				peso kg/m2	Especificação	Ref. N.º
	Placa ST ou Ru		Placa RF		Ensaio sem Lm	dB	Ensaio com LM				
	Min	Ensaio	Min	Ensaio							
5	60	8624063(2)	120	8624063(2)	44	estimativa	50	estimativa	46	120/70/400-MD- 2ST12,5/2ST12,5	4

Fonte: Manual de Projetos de sistemas Drywall (2006).

No que concerne aos procedimentos de montagem da paredes Placostil, observamos os seguintes andamentos:

1. Marcação e aplicação das guias: marcar no piso a espessura da parede, destacando a localização dos vãos das portas. Fixar as guias superior e inferior a cada 0,60m no máximo, com pistola e pino de aço, parafuso e bucha, prego de aço ou cola. Na junção das paredes em “T” ou “L”, deixar entre as guias um intervalo para a passagem das placas de fechamento de uma das paredes, no piso e no teto
2. Colocação dos montantes: fixar os montantes de partida nas paredes laterais, a cada 0,60m no máximo. Os montantes são cortados com 8 a 10mm a

menos que o pé-direito medido e são encaixados nas guias. O espaçamento entre os montantes deve ser 0,60m ou 0,40m, respeitados os valores limites de altura. Quando os montantes são duplos (posicionados um contra o outro) devem ser solidarizados entre eles a cada 0,40m, com parafusos TRPF 13.

3. Com os montantes M48, M70 e M90, é possível reconstituir um tubo retangular com encaixe dos montantes e obter assim a resistência de um montante duplo. Esta disposição permite reforçar os montantes que vão receber os batentes das esquadrias.
4. Outra forma de aumento dos montantes é feita com peças auxiliares (guias) abraçadas a estes. O transpasse deve ser no mínimo de 0,30m para cada lado da emenda e fixado com 4 parafusos de cada lado.

Os desenhos a seguir mostram de forma mais clara os exemplos aqui fixados:

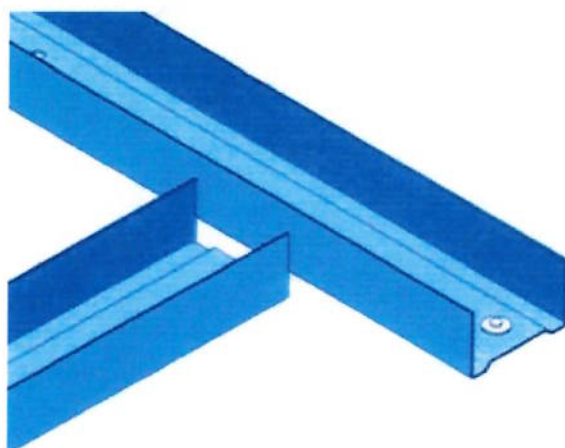


Figura 24 – Fixação das guias

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação



Figura 25 – Montantes são encaixados nas guias

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

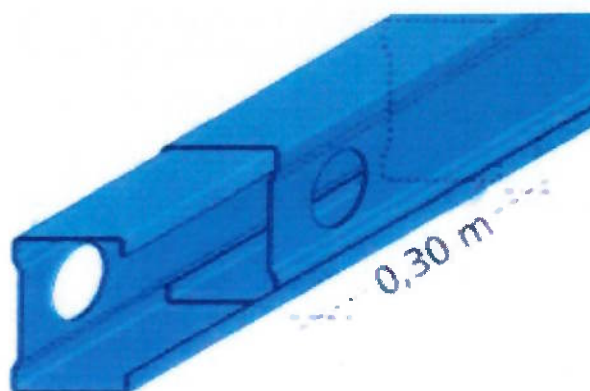


Figura 26 – Reforço de montante por encaixe
 Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

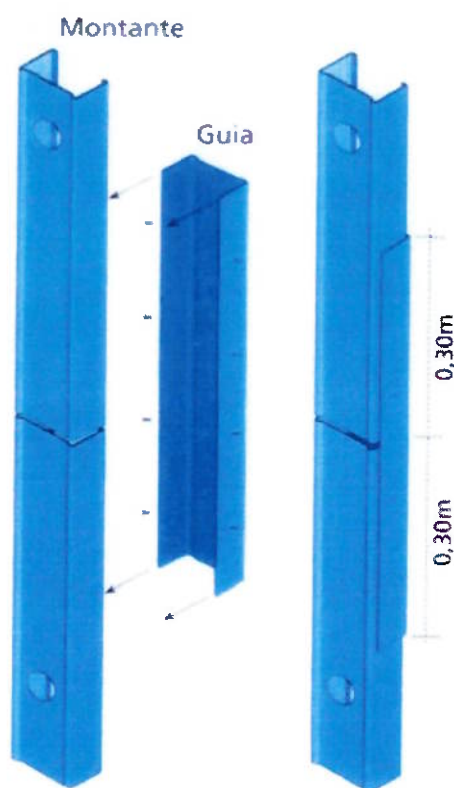


Figura 27 – Reforço de montante com guias
 Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

No caso do tratamento das juntas entre placas o que se vê é que esta etapa é de suma importância na instalação com gesso, e o tratamento é feito utilizando massas, fitas e cantoneiras especiais.

Deve ser executada de forma consistente para assegurar, ao longo da vida útil do edifício, a continuidade mecânica entre as placas garantindo uma superfície única e sem fissuras. Elas contribuem para a performance da obra: resistência mecânica, proteção ao fogo e isolamento acústico.

As imagens a seguir mostram como deve ser o procedimento para o tratamento das juntas. Primeiramente ocorre o emassamento das juntas para uniformização das superfícies das placas.



Emasse generosamente o rebaixo entre as placas (1ª camada de colagem da fita).

Figura 28 – Tratamento de juntas: 1º passo

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

Em seguida, a aplicação da fita para evitar fissuras entre as portas de gesso.



Aplique a fita com a marca Placo voltada para a massa, sobre o eixo da junta

Figura 29 – Tratamento de juntas: 2º passo

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

O terceiro passo é incorporar a fita na massa para consolidar a junta.



Comprima a fita sem exagero a fim de evitar a saída total da massa. Uma falha de massa pode causar uma colagem defeituosa da fita e uma bolha.

Figura 30 – Tratamento de juntas: 3º passo

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

O quarto passo é a aplicação da segunda camada de massa após a secagem da primeira camada, recobrimo parafusos, deixando um aspecto de superfície acabada.

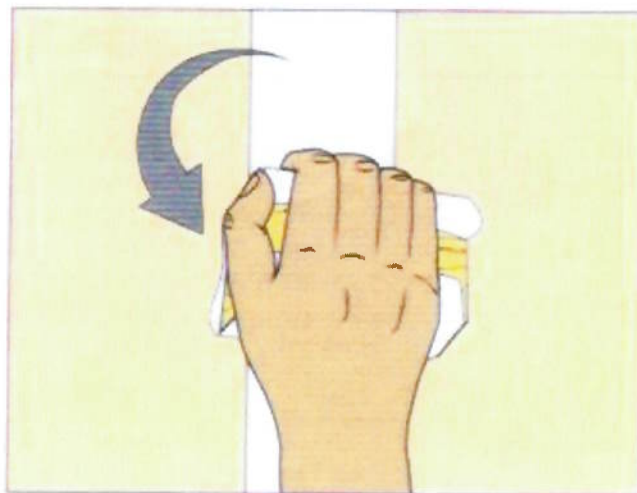


Recobrimento da fita (2ª camada de colagem), passe ao mesmo tempo a massa sobre as cabeças dos parafusos. Após a secagem da 1ª camada, recubra a junta com uma 2ª camada de acabamento mais larga, 2 a 5 cm do que o rebaixo.

Figura 31 – Tratamento de juntas: 4º passo

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

Após a secagem da segunda camada de massa, aplicar a lixa para nivelar e tirar ondulações da superfície.

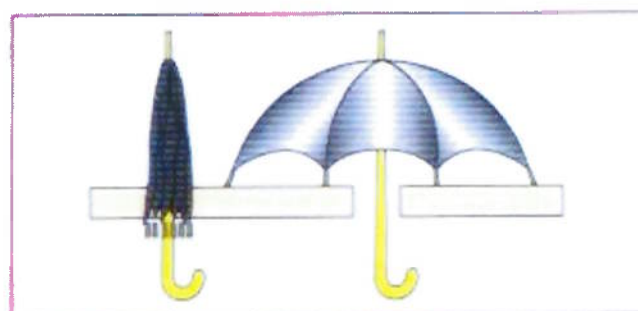


Após a total secagem da última camada de massa, a junta deve ser cuidadosamente lixada com a lixa aplicada sobre um taco de madeira, garantindo um lixamento nivelado, sem ondulações, eliminando as imperfeições e as rebarbas do rejuntamento.

Figura 32 – Tratamento de juntas: 5º passo

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

Para assegurar uma fixação sólida nos Sistemas Placostil é necessário utilizar buchas apropriadas que distribuem as cargas (como a ação de um guarda-chuva) melhorando o seu desempenho.



Ação de um guarda-chuva

Figura 33 – Fixação nas paredes: ação de um guarda-chuva

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

Quanto à fixação de peças na parede, recomendam-se os seguintes parâmetros:



Figura 34 – Bucha sem apoio

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação



Figura 35 – Fixação diretamente na placa de gesso

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

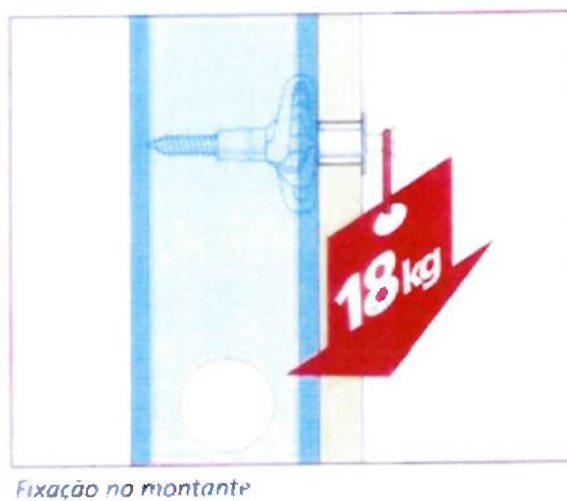
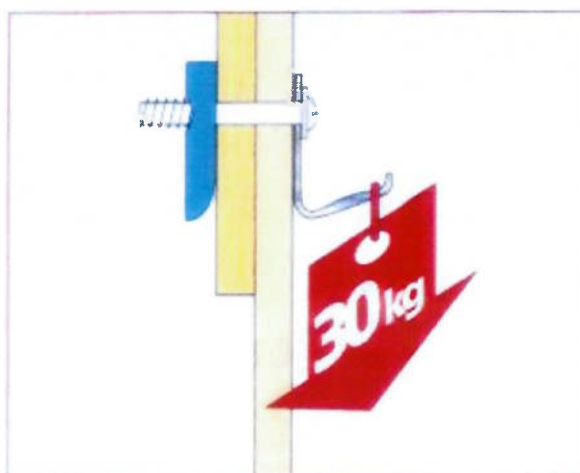


Figura 36 – Fixação no montante

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação



Fixação no reforço de madeira ou metálico

Figura 37 – Fixação no reforço de madeira ou metálico

Fonte: Sistemas Placostil – Manual de Especificação e Instalação

Assim, para pendurar peças na parede, algumas observações devem ser feitas:

- Até 10 kg: aplicar os pontos de fixação diretamente na placa de gesso. Utilizar buchas plásticas ou metálicas, de expansão ou basculante.
- Até 18 kg: aplicar os pontos de fixação sobre os montantes das paredes. Utilizar buchas metálicas basculantes.
- Até 30 kg: para fixar cargas de até 30 kg, como por exemplo, bancadas, lavatórios, armários, devem ser previstos reforços em madeira ou metálicos, que serão incorporados à estrutura da parede.
- Para todos os casos é preciso respeitar um espaçamento mínimo de 0,40m entre as buchas.

Diante das informações aqui descritas, iniciaremos no tópico a seguir uma discussão sobre assunto por meio de uma análise prática, onde se realizou uma pesquisa descritiva sobre os pontos fortes e os pontos fracos da utilização de paredes em Drywall e Alvenaria Convencional.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do estudo aqui proposto, utilizamos como metodologia a pesquisa bibliográfica, citada anteriormente. Porém, para que alcançássemos o objetivo do estudo, realizamos também uma pesquisa descritiva, por meio de uma análise de campo dos requisitos que envolvem o processo de desenvolvimento e execução de uma parede em Drywall e Alvenaria Convencional.

Com isto, foi possível levantarmos as informações que demonstrassem os benefícios deste tipo de proteção contra o fogo. Assim, será descrito um projeto de compartimentação com Alvenaria Convencional e Drywall, para uma construção comercial, por meio da exposição de plantas e cálculos.

Componentes do “design da pesquisa”:

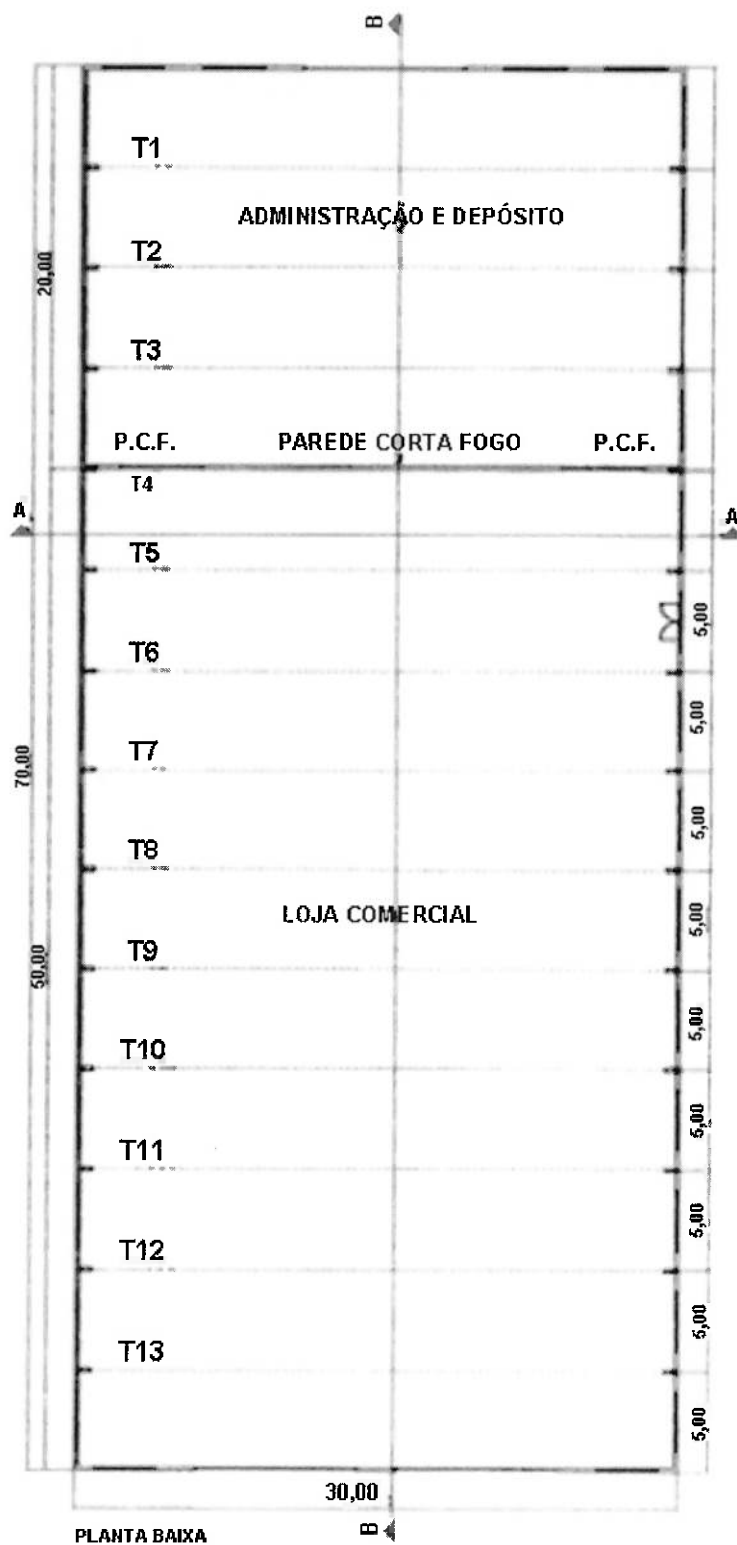
1. Questão de estudo: desenvolvimento de uma pesquisa para analisarmos a importância das paredes de Drywall no cenário da segurança contra incêndio.
2. Proposições orientadoras do estudo: a pesquisa iniciou-se devido a falta de referências técnicas sobre a composição de paredes em Alvenaria convencional e Drywall. Neste sentido, viu-se a necessidade de embasar a pesquisa com um projeto que mostre a viabilidade técnica, financeira e de segurança.
3. Unidade de análise: a análise foi desenvolvida frente a um projeto verídico executado para uma determinada empresa do ramo de Construção, que necessitava da implantação de sistemas de segurança em sua estrutura predial.
4. O projeto: o projeto demonstrado a seguir, viabiliza uma obra de construção de paredes corta-fogo na empresa. Porém, seu diferencial está no fato de que esta apresenta em sua estrutura os componentes das paredes em Drywall, que estão se estabelecendo no mercado como um meio viável e de baixo custo para a construção de sistemas de segurança contra incêndio.
5. A pesquisa foi elaborada com base no relatório de ensaio dos materiais utilizados conforme n.º 988.277-203 do IPT – Instituto de Pesquisas

Tecnológicas, de acordo com o Corpo de Provas: Parede Plascotil, com espessura de 120/70/620 – 2RFBR 12,5 / 2 RFBR 12,5.

6. Os resultados foram obtidos de acordo com o teste de Resistência ao Fogo, conforme requisitos estabelecidos pela NR 10636. A aplicação de paredes de Drywall na composição das paredes de compartimentação tem sido aceita pelo Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, mediante apresentação do relatório de ensaio, elaborado pelo IPT, que informa a resistência ao fogo, mantendo-se a estabilidade, estanqueidade e isolamento térmico em relação ao tempo de exposição ao fogo.
7. A aprovação é realizada mediante a “Aprovação da Vistoria do Corpo de Bombeiros” (AVCB), por meio de relatório de ensaio, e com a apresentação da ART (Aprovação de Responsável Técnico).

Assim, mostra-se a seguir as plantas do projeto de construção das paredes em Alvenaria convencional e Drywall.

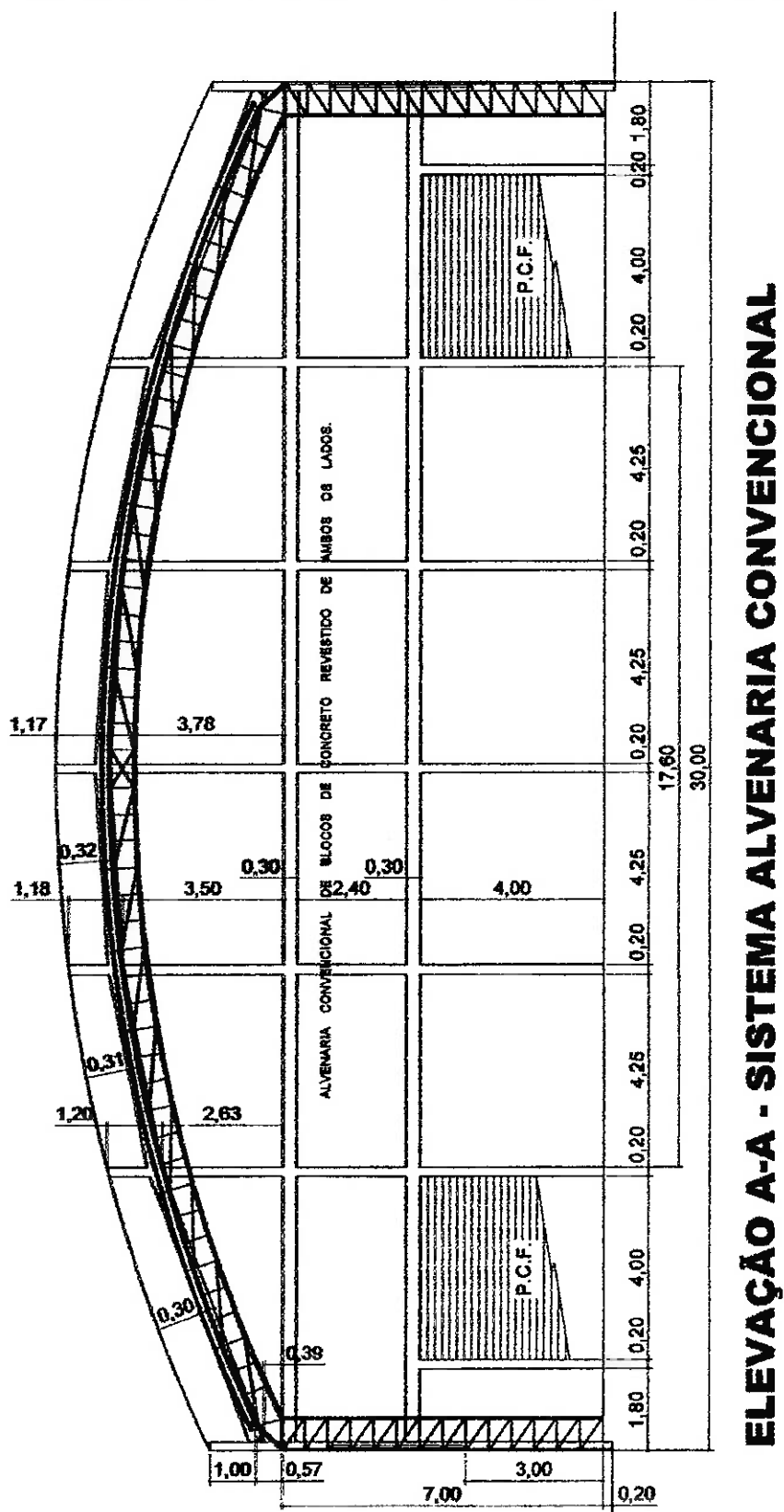
Planta 01 – FACHADA DA EMPRESA



Planta do Prédio Comercial térreo, com área de construção de 2.100m² de altura, sendo área da loja de 1.500m², e a área do depósito de 600m².

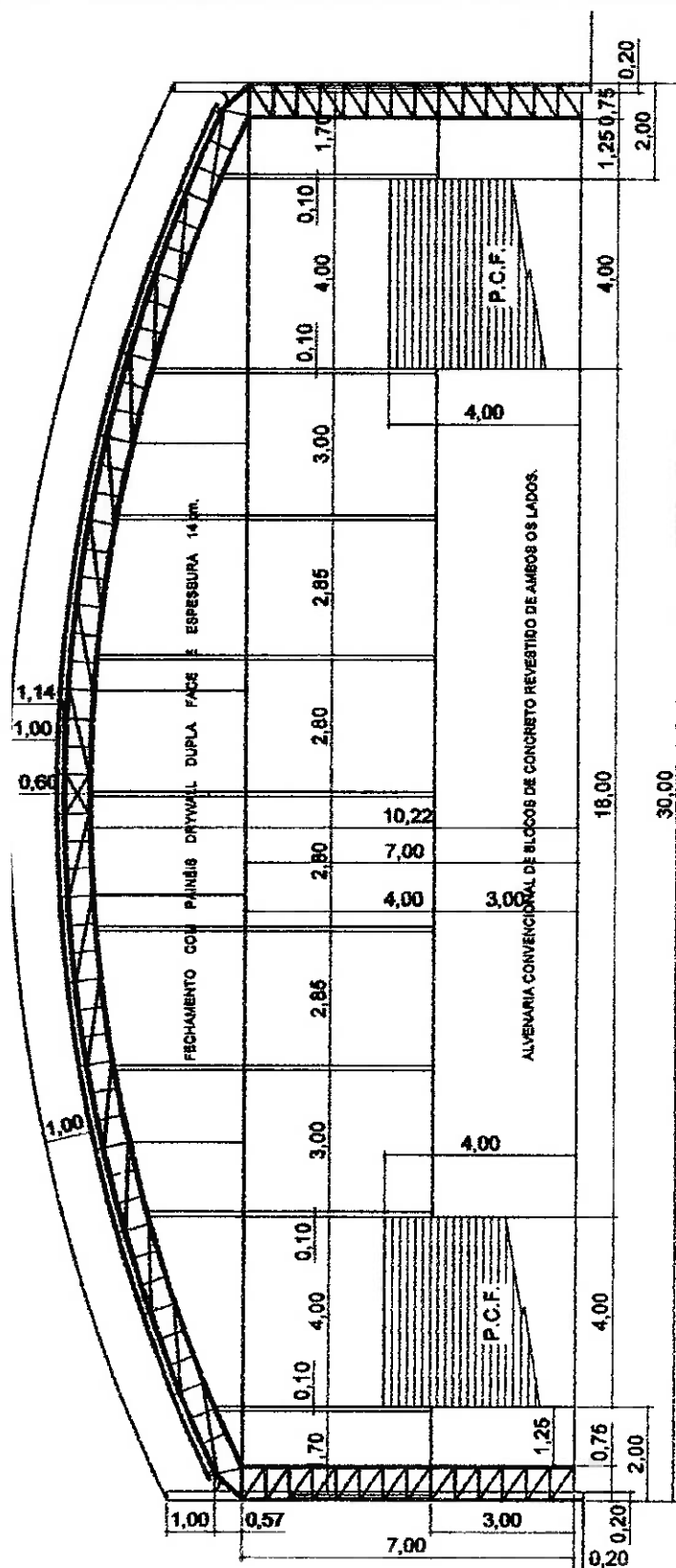
A separação é através do compartimento horizontal, composta também pela porta corta-fogo (PCF).

Planta 02 – SISTEMA DE ALVENARIA CONVENCIONAL



Projeto estrutural em concreto com fechamentos em alvenaria convencional. Vista da parede com pilares, vigas, alvenaria convencional, portas corta-fogo (PCF), e estrutura da cobertura.

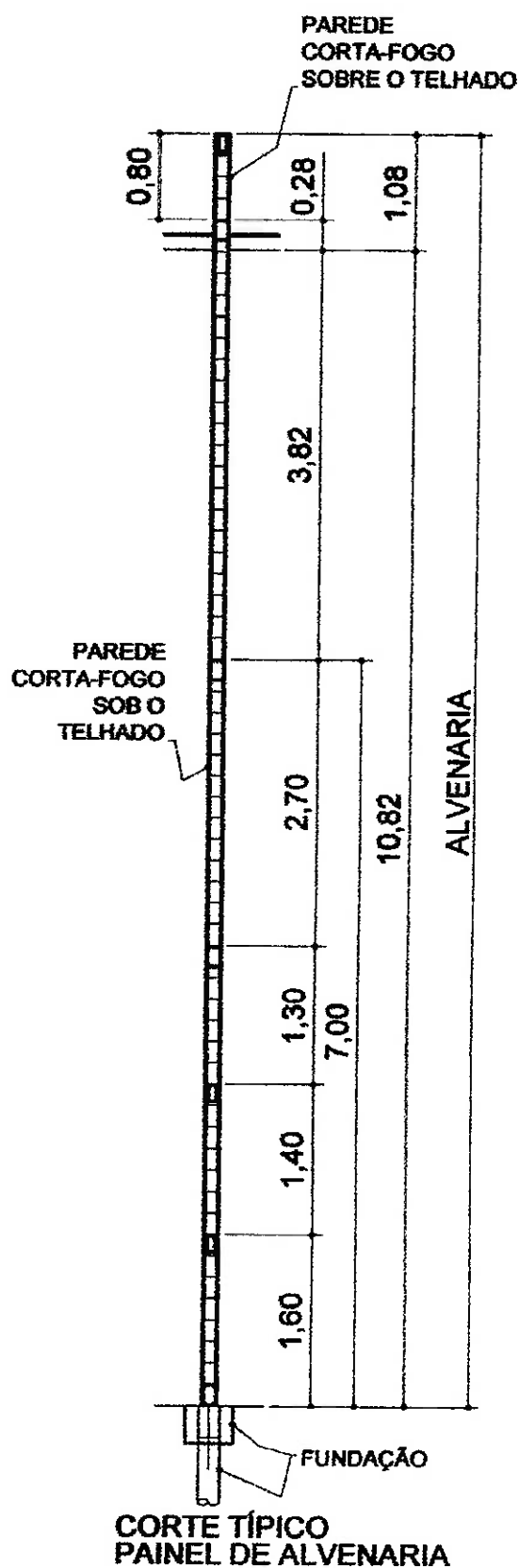
Planta 03 – SISTEMA DE ALVENARIA COM PAREDES DE DRYWALL



ELEVAÇÃO A-A - SISTEMA ALVENARIA + DRYWALL

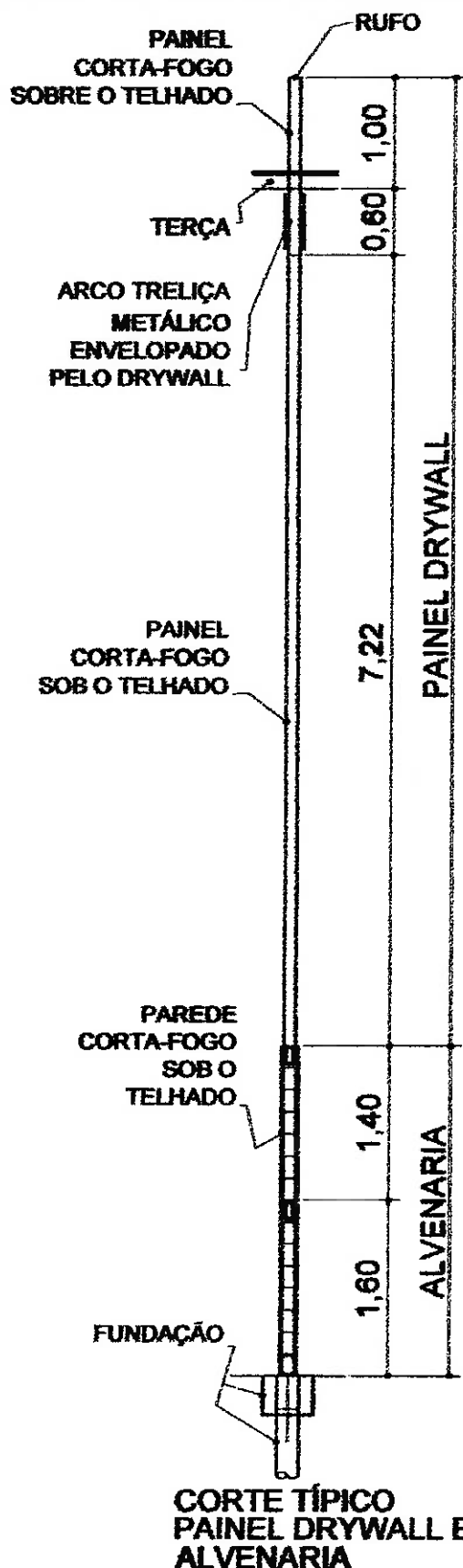
Vista da parede de compartimentação, projetadas com pilares, vigas, alvenaria convencional, até 3,0 m de altura. Acima montagem de dois painéis de drywall. Portas corta-fogo (PCF) e estrutura da cobertura.

Planta 04 – CORTE PAINEL DRYWALL E ALVENARIA



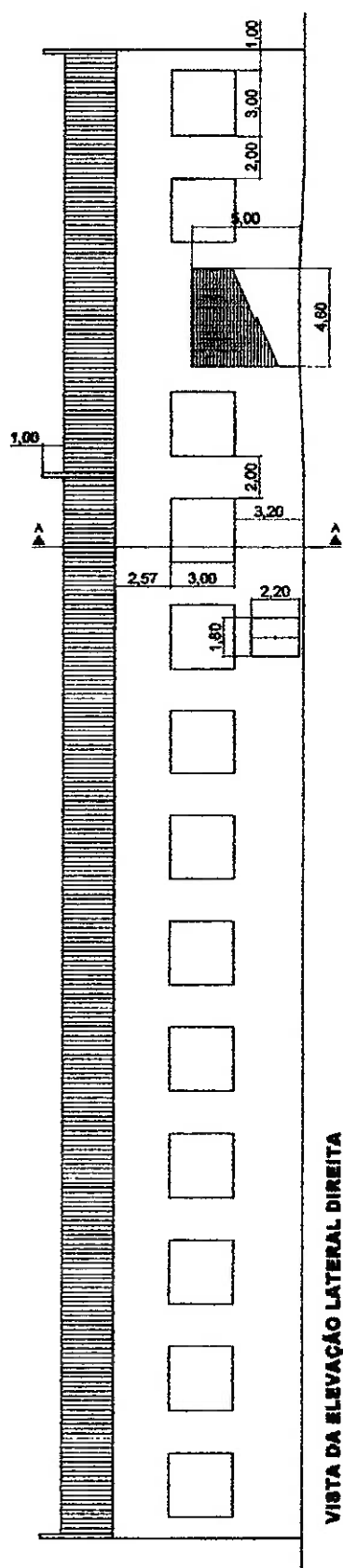
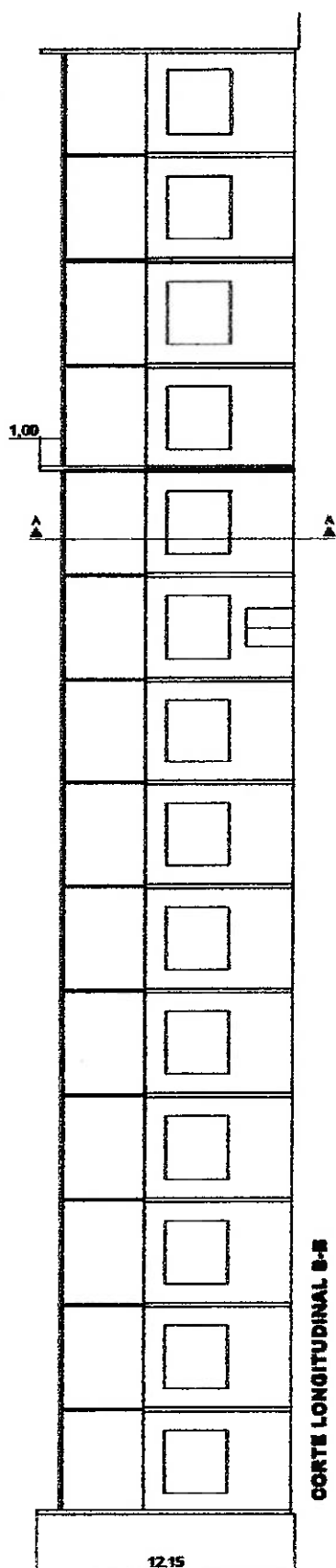
Esses cortes indicam as alturas das alvenarias e trechos das áreas em Drywall, que foram calculados para o estudo proposto (modelo 1 e modelo 2).

Planta 05 – CORTE PAINEL DE ALVENARIA

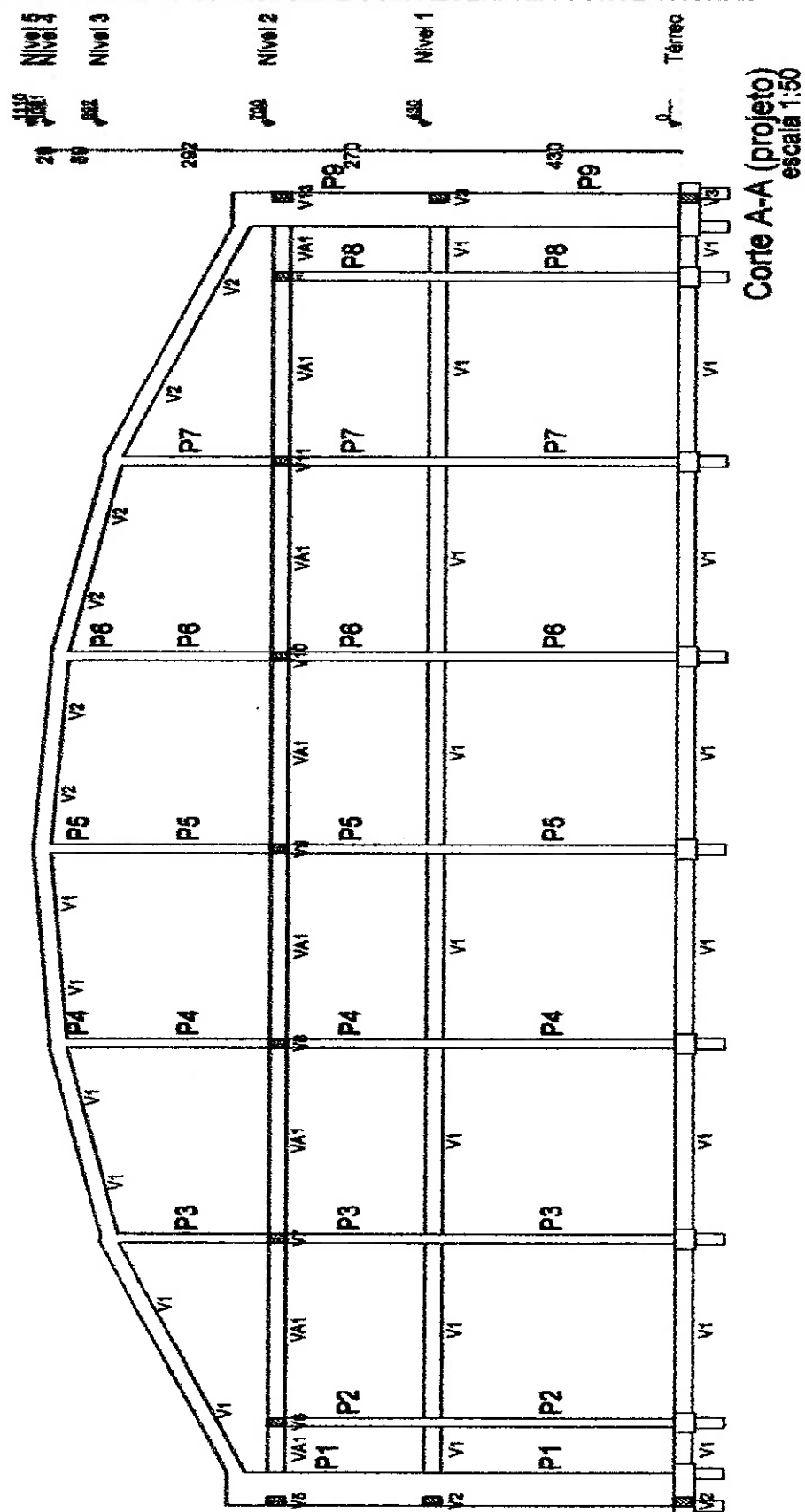


Esses cortes indicam as alturas das alvenarias e trechos das áreas em Drywall, que foram calculados para o estudo proposto (modelo 1 e modelo 2).

**Planta 06 – CORTE INTERNO LONGITUDINAL DO PRÉDIO E VISTA DO PRÉDIO
COMERCIAL POR FORA**



Planta 07 – PROJETO ESTRUTURAL COM ALVENARIA CONVENCIONAL



Vista frontal da parede de compartimentação horizontal. Projeto da estrutura de concreto, e composta das placas de fundação, pilares e vigas. Esse projeto é necessário para garantir a estabilidade da parede. Volume do Concreto 13m³, forma de madeira com área de 185 m², aço com peso de 600 kgs.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto apresentado no tópico anterior exemplificou o desenvolvimento de uma compartimentação de uma construção comercial, com paredes que obedecem a critérios de TRRF (tempo de resistência ao fogo).

Um dos principais aspectos da motivação deste estudo foi estabelecer um estudo de caso comparando-se as duas técnicas, por meio de um levantamento das características que possam ser diagnosticadas e aplicadas de forma pratica sem perder o cumprimento as exigências da regulamentação contra incêndio.

Outro aspecto importante é que os conhecimentos nas definições das soluções técnicas permeiam por diversos aspectos e óticas por exemplo, profissionais de arquitetura, estrutura, instalações hidráulicas, elétrica, isolamento térmico, portas, vedadores corta fogo portanto muitas variáveis nem sempre convergentes e conclusivas para utilização da melhor técnica com objetivo de cumprir as determinações de projeto, análise dos custos, segurança dos trabalhadores e segurança da edificação.

Na pratica o que se vê atualmente, são diversos questionamentos em relação a aplicabilidade da proposta certa para a situação especifica.

Assim, a pesquisa aqui teve o intuito de identificar a necessidade do desenvolvimento constante de novos materiais aprofundando os estudos e observando através dos parâmetros e ensaios executados oportunidades de melhorar e reduzir os riscos dos usuários e facilitar o combate ao fogo.

No estudo de caso descrito, foi utilizado como exemplo os seguintes parâmetros e condições para análise:

- a) Dados prédio comercial com $A = 30 \times 70 \text{ m} = 2100 \text{ m}^2$
- b) Construção em concreto armado, cobertura metálica, telhas metálicas e fechamentos em alvenarias com blocos de vedação.
- c) Altura com pé direito de 10,82 m
- d) Altura dos pilares 7,0 m
- e) Fachadas com caixilhos de ferro com vidro laminado

- f) Instalação das portas de emergência para o salão comercial e depósito separadas.
- g) Parede de compartimentação composto de estrutura de concreto com fundações; pilares vigas e fechamento dos vãos com alvenaria de bloco de concreto de 14 x 19 x 39 cm revestida nas duas faces com argamassa de cimento e areia com espessura de 1,5cm cada; foi prolongada $h = 1,0$ m acima do topo da fachada. Essa solução foi adotada para toda a superfície $A = 277\text{m}^2$ (modelo 1).
- h) Parede de compartimentação composta de estrutura de concreto com fundações, pilares, vigas e fechamento dos vãos com alvenaria de bloco de concreto de 14 x 19 x 39 cm revestida nas duas faces com argamassa de cimento e areia com espessura de 1,5 cm cada. Essa solução foi adotada para a superfície do piso até $H = 3,0\text{m}$ e superior com aplicação de painéis drywall espessura = 140 mm , montantes metálicos 90 mm e chapas duplas de 12,5mm de cada lado com RF resistência ao fogo, foi prolongada $H = 1,0$ m acima do topo da fachada. Essa solução é composta com alvenaria convencional e Drywall com altura de 277m^2 .

Ambos os modelos apresentam as portas corta fogo na análises de projeto

Portanto, podemos chegar as seguintes conclusões:

a) Para as paredes construídas em alvenaria convencional $H = 10,82$ m

Foram calculadas utilizando-se as seguintes quantidades de materiais

Concreto $V = 13 \text{ m}^3$

Forma de madeira $A = 185 \text{ m}^2$

Armação de Aço CA 50 $A = 600 \text{ kgs}$

Blocos de vedação $A = 277 \text{ m}^2$

Argamassa de assentamento $A = 544 \text{ m}^2$ (cimento e areia)

Tempo de execução da construção: 35 dias

Custo total (material + mão de obra) =

R\$ 45.212,48 sem custos de BDI da Construtora

b) Para as paredes construídas em alvenaria convencional até H = 3,0 m e aplicação de drywall até H = 10,82 m

Concreto 6 m³

Forma de madeira A = 80 m²

Armação de Aço CA 50 A = 230 kgs

Blocos de vedação A = 54 m²

Argamassa de assentamento A = 108 m²

Painéis de drywall A = 223 m²

Tempo de execução da construção: 20 dias

Custo total (material + mão de obra) =

R\$ 35.325,96 sem custos de BDI da Construtora

As tabelas e os gráficos a seguir demonstram com mais clareza as diferenças entre custo e tempo de execução, entre as paredes Drywall e Convencional, e as paredes sem aplicação de Drywall.

Tabela 29 – Custos de uma compartimentação de alvenaria convencional e drywall

A		UNID	QUANT	MAT + MO	
1	Paredes Compartimentação Alvenaria com Drywall	UNID	QUANT	MAT	35.325,96
1,1	FUNDAÇÕES				1.100,00
1.1.1	CONCRETO ARMADO	m	44,00	25,00	1.100,00
1.2	BLOCO DE FUNDAÇÃO, VIGAS , PILARES CONCRETO				5.546,00
1.2.1	CONCRETO	m ³	6,00	325,00	1.950,00
1.2.2	FORMA	m ²	80,00	30,00	2.400,00
1.2.3	ARMAÇÃO CA 50 A	kg	230,00	5,20	1.196,00
1.3	ALVENARIA BLOCO DE 14 X 19 X39 CM				1.350,00
1.3.1	ALVENARIA BLOCO DE 14 X 19 X39	M ²	54,00	25,00	1.350,00
1.4	ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO CIMENTO E AREIA				555,12
1.4.1	CHAPISCO	M ²	108,00	1,42	153,36
1.4.2	EMBOÇO 1,5 CM	M ²	108,00	3,72	401,76
1.5	ANDAIME TUBULARES LOCAÇÃO MÊS	VB	1,00	300,00	300,00
1.6	PAINEIS DE DRYWALL				
1.6.1	MATERIAIS E ACESSORIOS	M ²	223,00	70,00	15.610,00
2	Paredes de Compartimentação Alvenaria Convencional	UNID	QUANT	MO	10.864,84
2.1	FUNDAÇÕES				880,00
2.1.1	CONCRETO ARMADO	m	44,00	20,00	880,00

continua

2.2	BLOCO DE FUNDAÇÃO , VIGAS , PILARES DE CONCRETO				3.055,00
2.2.1	CONCRETO	m ³	6,00	80,00	480,00
2.2.2	FORMA	m ²	80,00	25,00	2.000,00
2.2.3	ARMAÇÃO CA 50 A	kg	230,00	2,50	575,00
2.3	ALVENARIA BLOCO 14 X 19 X 39 CM				810,00
2.3.1	ALVENARIA BLOCO DE 14 X 19 X 39	m ²	54,00	15,00	810,00
2.4	ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO CIMENTO E AREIA				1.509,84
2.4.1	CHAPISCO	m ²	108,00	2,16	233,28
2.4.2	EMBOÇO	m ²	108,00	11,82	1.276,56
2.5	ANDAIMES TUBULARES	VB	1,00	150,00	150,00
2.6	PAINEIS DE DRYWALL				
2.6.1	MATERIAL E ACESSORIOS	m ²	223,00	20,00	4.460,00

Tabela 30 – Custos de uma compartimentação em alvenaria convencional

2	Paredes de Compartimentação Alvenaria Convencional	UNID	QUANT	MAT + MO	45.212,48
		UNID	QUANT	MAT	24.767,56
2,1	FUNDAÇÕES				1.100,00
2.1.1	CONCRETO ARMADO	m	44,00	25,00	1.100,00
2.1.2					-
2.2	BLOCO DE FUNDAÇÃO , VIGAS , PILARES DE CONCRETO				12.895,00
2.2.1	CONCRETO	m ³	13,00	325,00	4.225,00
2.2.2	FORMA	m ²	185,00	30,00	5.550,00
2.2.3	ARMAÇÃO CA 50 A	kg	600,00	5,20	3.120,00
2,3	ALVENARIA BLOCO 14 X 19 X 39 CM				6.925,00
2.3.1	ALVENARIA BLOCO DE 14 X 19 X 39	M ²	277,00	25,00	6.925,00
2.4	ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO CIMENTO E AREIA				2.847,56
2.4.1	CHAPISCO	M ²	554,00	1,42	786,68
2.4.2	EMBOÇO	M ²	554,00	3,72	2.060,88
2.5	ANDAIMES TUBULARES	VB	1,00	1.000,00	1.000,00
2	Paredes de Compartimentação Alvenaria Convencional	UNID	QUANT	MO	20.444,92
2,1	FUNDAÇÕES				880,00
2.1.1	CONCRETO ARMADO	m	44,00	20,00	880,00
2.2	BLOCO DE FUNDAÇÃO , VIGAS , PILARES DE CONCRETO				7.165,00
2.2.1	CONCRETO	m ³	13,00	80,00	1.040,00
2.2.2	FORMA	m ²	185,00	25,00	4.625,00
2.2.3	ARMAÇÃO CA 50 A	kg	600,00	2,50	1.500,00
2,3	ALVENARIA BLOCO 14 X 19 X 39 CM				4.155,00
2.3.1	ALVENARIA BLOCO DE 14 X 19 X 39	m ²	277,00	15,00	4.155,00
2.4	ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO CIMENTO E AREIA				7.744,92
2.4.1	CHAPISCO	m ²	554,00	2,16	1.196,64
2.4.2	EMBOÇO	m ²	554,00	11,82	6.548,28
2.5	ANDAIMES TUBULARES	VB	1,00	500,00	500,00

Gráfico 01 – Tempo de execução da obra

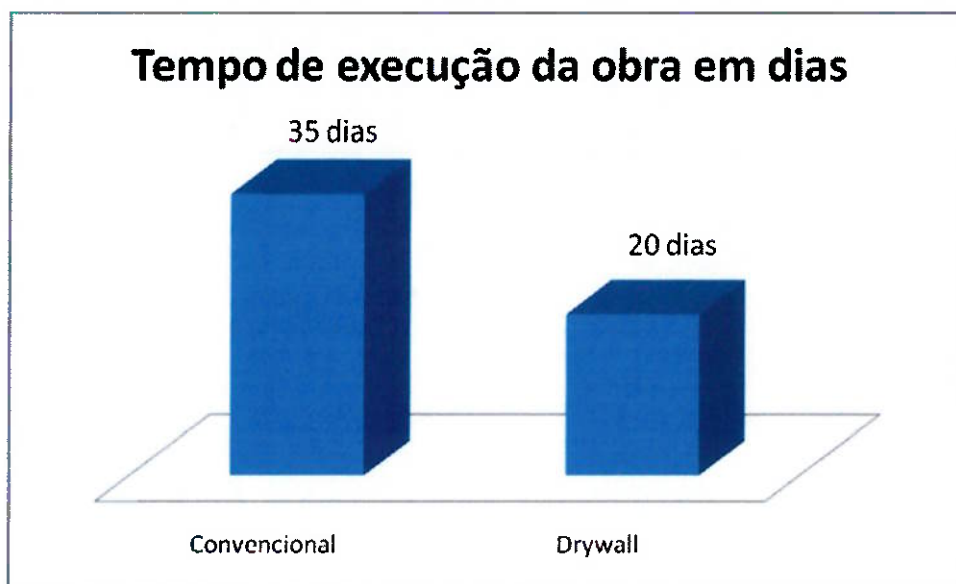
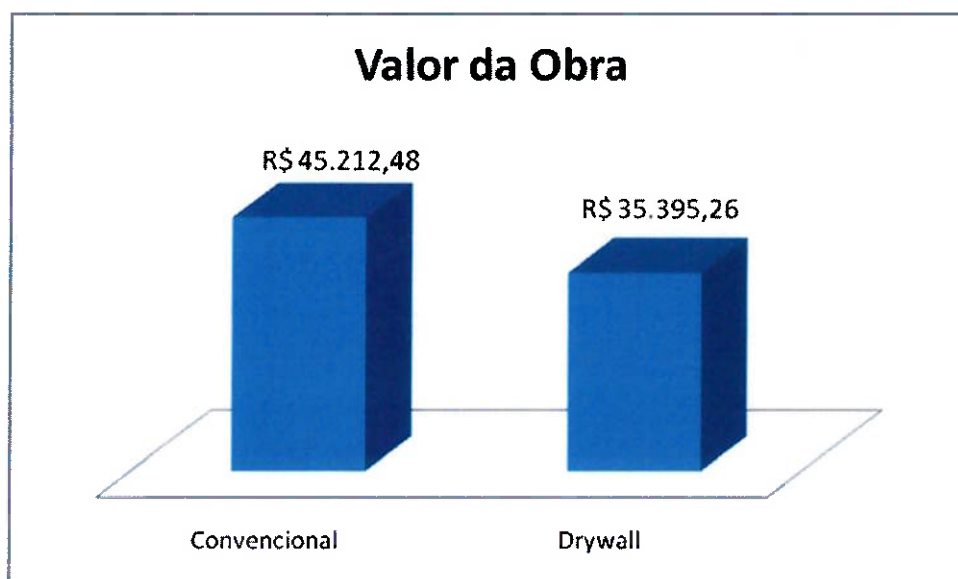


Gráfico 02 – Custos da obra



Compartimentação com paredes de Drywall

As semelhanças entre os modelos podem ser observadas da seguinte forma:

- Utilização em áreas internas
- Tempo de resistência ao fogo ambos 120 minutos
- Manter a integridade estrutural

- Corta fogo – atende aos critérios de estabilidade, estanqueidade e isolamento térmico
- Para chamas – atende aos critérios de estabilidade e estanqueidade.

Os pontos fortes dos sistemas de construção convencional são os seguintes:

- Para utilização em áreas com necessidade de isolação de som apresenta alta reflexão.
- Estabilidade: Maior resistência ao impacto de carga com massa de 25 kgs
- Estanqueidade: evita a passagem de chamas e gases quentes por trincas ou aberturas
- Mantêm a integridade estrutural mesmo em caso de colapso da estrutura com tempo de resistência ao fogo de 120 min
- Não apresenta material combustível em sua composição
- Resistência a compressão 2,5 MPA
- Maior absorção de água media 10%
- Vida útil maior de 20 anos
- Isolamento térmico satisfatório: apenas se não tiver aumento de temperatura media superior a 140°C na face não exposta.
- Índice de perda: geração de resíduos 8% classificação dos resíduos classe A podem ser reutilizados ou reciclados.
- Tem resistência para suportar portas de correr ou de abrir pesadas sem se deteriorar.

Quanto aos pontos fracos podemos perceber:

- Maior custo de fundação devido ao maior peso
- Maior custo do acabamento
- Necessitam de chapisco, emboço e reboco que totalizam 1,5 cm

- Maior quantidade de ferro, tecnologia menos sustentável

Os pontos fortes de um sistema de construção misto, isto é, de Alvenarias até a Altura de 3,0 m e instalação de painéis Drywall são:

- Melhor custo por m² (redução de 21,86% dos materiais e mão de obra, para o estudo proposto)
- Menor peso por m² (bloco de vedação = 174 kgs / painéis drywall = 42 kgs) redução 75,79%
- Menor tempo na execução das montagens rendimento próximo a 43%
- Instalações hidráulicas, elétricas, podem ser executadas em conjunto com a montagem das estruturas portanto menor retrabalho e desperdício.
- Melhor isolamento termoacustico $R_w = 63 \text{ db}$ / $R_w = 46 \text{ db}$ para convencional
- Com aplicação de manta com lã de vidro a redução é aproximadamente 10 db
- Adaptações fáceis para varias estruturas metálicas de madeira em concreto pois são montagens de painéis .
- Redução dos volumes dos materiais transportados vertical e horizontalmente na obra.
- Mínimo desperdício e retrabalho com flexibilidade no atendimento as mudanças de layout
- Ganho na área útil em um prédio devido a espessura total ser de 120 mm / 170 mm convencional
- Isolamento térmico atende as normas desde que estruturadas com montantes de 900 mm que é nossa base de calculo e não ultrapassem a temperatura máxima de 225° c
- Utilização de menos mão de obra
- Requer menor fundação e baldrame dependendo da altura nem precisa de fundação
- Acabamento melhor e de menor custo

- Vida útil de 20 anos: de acordo com a NBR 15575 (Edifícios Habitacionais de até 5 pavimentos de 12/05/2008), e de acordo com o boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, e do Departamento de Engenharia de Construção Civil e DRYWALL associação Brasileira dos Fabricantes de chapas, há registros de obras executadas com mais de 30 anos de existência com desempenho satisfatório.

Quanto aos pontos fracos do Drywall:

- Precisa de reforço na estrutura de aço para ser utilizado em grandes alturas .
- Permite arrombamento e invasão no outro ambiente
- Não é recomendada aplicação em áreas externas
- Não tem função estrutural
- Não é recomendada a aplicação em ambientes úmidos constantemente.

Neste sentido, podemos concluir que as paredes convencionais, com aplicação de Drywall possuem muito mais vantagens do que as convencionais o que torna-se um índice fortíssimo de que a mesma deve ser incluída nas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros, como um meio viável, com o maior custo benefício que o mercado atual pode oferecer.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho objetivou analisar a importância da segurança contra incêndios em áreas comerciais, demonstrando a importância da compartimentação horizontal como forma de prevenção.

Enfatizou-se que as compartimentações horizontais sempre foram utilizadas como forma de impedir a propagação do incêndio, porém suas especificações técnicas, exigidas tanto pela ABNT quanto pelo Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, citam apenas as paredes em alvenaria convencional.

O foco deste estudo foi justamente demonstrar que paredes de Compartimentação em Drywall podem ser mais econômicas, duráveis e de fácil manuseio e aplicação, observando todas as especificações no que se refere ao impedindo da propagação do fogo.

O objetivo da compartimentação apresentados durante o desenvolvimento deste estudo mostra-se presente em diversas literaturas assim como nas legislações em vigor no Brasil, apresentando regras específicas para a construção de uma parede com critérios Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF), estanqueidade, estabilidade, controle do risco na propagação do incêndio, separação entre edifícios, carga de incêndio que depende da severidade do incêndio.

Assim, realizamos uma análise sobre as paredes de compartimentação em Drywall, onde realizamos uma pesquisa levantando conceitos, técnicas de montagem, manutenção, componentes do sistema, acessórios, sempre com o objetivo de demonstrarmos as características deste tipo de material, e as diversas possibilidades que ele oferece.

Tal conceito foi levantado justamente para podemos prever que, as paredes de compartimentação em Drywall devem ser inseridas nas normas específicas brasileiras, uma vez que apresenta diversos benefícios.

Na legislação brasileira atual, os processos ensaiados não mencionam Drywall com alvenaria convencional, somente as convencionais com tijolos e

concreto, o que indica a necessidade do desenvolvimento de um estudo sobre o tema para uma futura inserção deste diferencial nas Instruções Técnicas atuais.

Alguns códigos internacionais incluem a proteção do meio ambiente dentre as funções de compartimentação do incêndio, limitando a emissão de poluentes dos produtos e subprodutos da combustão para a atmosfera.

Este projeto levantou todos os dados técnicos de materiais, mão-de-obra, tempo de execução e custos, o que possibilitou definirmos que as paredes de compartimentação com aplicações em Drywall realmente são mais viáveis financeiramente, isso sem contar os benefícios de segurança que oferece.

Diante do exposto, podemos concluir que é de extrema importância que haja uma avaliação de todos os materiais que são utilizados na construção, pois envolve variáveis que estão diretamente associadas aos fatores que definem o risco de incêndio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) , Componentes Construtivos estruturais – Determinação da Resistência ao Fogo – NBR 5628 : 2001

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) , Acessórios destinados à Porta corta fogo para saída de emergência – Requisitos NBR 13768 : 1996

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos das edificações. NBR 14432. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) Portas e vedadores corta fogo com núcleo de madeira para isolamento de riscos em ambientes comerciais e industriais.NBR 11711 : 2001

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) dimensionamento de estruturas de aço de estruturas mistas aço – concreto em situação de incêndio NBR 14323 : 1999

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo. (ABNT) NBR 10636 : 1985

ALTERNATIVAS Tecnológicas para Edificações. Volume 1. Editora PINI. São Paulo: Pini, 2008.

A SEGURANÇA contra incêndios no Brasil. Coordenação de Alexandre Itiu Seito, et. al. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

GUIA DA CONSTRUÇÃO. Custos, suprimentos e soluções. São Paulo: PINI, Fevereiro de 2010.

INSTRUÇÃO TÉCNICA nº. 07/2004. Separação entre Edificações (Isolamento de Risco) Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública Polícia Militar do Estado de São Paulo Corpo de Bombeiros.

INSTRUÇÃO TÉCNICA nº. 08/2001. Segurança Estrutural nas Edificações: Resistência ao fogo dos elementos de construção. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública Polícia Militar do Estado de São Paulo. Corpo de Bombeiros.

INSTRUÇÃO TÉCNICA nº. 09/2004. Compartimentação Horizontal e Compartimentação Vertical. Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública Polícia Militar do Estado de São Paulo Corpo de Bombeiros.

INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 14/01 , Carga de incêndio nas Edificações e Áreas de Risco . Secretaria de estado dos Negócios da Segurança Pública – Polícia Militar do Estado de São Paulo – Corpo de Bombeiros

INSTRUÇÃO TÉCNICA nº 11/01 , Saídas de Emergência em Edificações , Secretaria de Estado dos Negócios da Segurança Pública – Polícia Militar do Estado de São Paulo – Corpo de Bombeiros

MANUAL DE PROJETOS DE SISTEMAS DRY WALL: Paredes, forros e revestimentos. Editora PINI, 2006.

MALHOTRA, H. L. **Proposed code for Fire Safety in Buildings for the State of Sao Paulo**. Radlett (U. K.): AGNICONSLT, 1993.

ROSSO, T. **Incêndios e Arquitetura**. São Paulo: FAUUSP, 1975.

SISTEMAS PLACOSTIL. **Manual de especificação e instalação**. São Paulo: PLACO, Agosto de 2009.

SILVA, V. P. **Estruturas de aço em situação de incêndio**. Reimpressão. São Paulo: Zíгурate, 2004.

SILVA, V. P. **Estruturas de aço em situação de incêndio**. São Paulo: PEF-EPUSP, 1997. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

TRIA, Ltda. **Grupo PROJAR**, SGPS, 2010.