

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA
DO TRABALHO**

LETÍCIA SOLIVA

**ANÁLISE DO ACRÉSCIMO DA CARGA DE INCÊNDIO POR
MATERIAIS ABSORVENTES NO ISOLAMENTO DE RUÍDO EMITIDO
POR COMPRESSOR DE AR**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA - PR

2018

LETÍCIA SOLIVA

**ANÁLISE DO ACRÉSCIMO DA CARGA DE INCÊNDIO POR
MATERIAIS ABSORVENTES NO ISOLAMENTO DE RUÍDO EMITIDO
POR COMPRESSOR DE AR**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientadora: Profa. MEng. Luciene F. S. Wiczik.

CURITIBA - PR

2018

LETÍCIA SOLIVA

**ANÁLISE DO ACRÉSCIMO DA CARGA DE INCÊNDIO POR
MATERIAIS ABSORVENTES NO ISOLAMENTO DE RUÍDO
EMITIDO POR COMPRESSOR DE AR**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientadora:

Profª. MEng. Luciene Ferreira Schiavoni Wiczick
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. MEng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2018

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

À minha querida e amada família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu pai, Gilbert Soliva, por ser minha referência de comprometimento, dedicação, trabalho.

À minha mãe, Maria Soliva, por ser minha inspiração de perseverança, coragem, força.

À minha querida irmã, Patrícia Soliva, pelo incentivo, atenção e paciência durante todos os momentos.

Ao meu amor e grande parceiro, Daniel de Bassi Bernardi, pelas contribuições, sugestões e por impulsionar o melhor que posso ser.

À Profa. MEng. Luciene Ferreira Schiavoni Wiczik pelas orientações, pela dedicação e pelo conhecimento compartilhado durante todo o trabalho.

Em especial agradeço à minha família por tudo o que representam para mim, pelo apoio e amor incondicional. Obrigada por sempre se fazerem presentes mesmo distantes.

RESUMO

Ambientes condicionantes de isenção de ruído podem apresentar dificuldades no desempenho de atividades diante da poluição sonora cotidiana. A situação pode ser agravada através da presença de máquinas e equipamentos no entorno do local de trabalho. Existem diversos métodos e materiais que possibilitam atenuação do ruído indesejado. Entretanto o conhecimento técnico sobre a relação entre as características do material e seu comportamento em condições extremas contribuem para o melhor desempenho e redução de riscos. O presente estudo aborda a necessidade de isolamento seguro de ruído em razão do princípio de incêndio gerado pelo uso inadequado de materiais acústicos. A fonte de emissão sonora refere-se a um compressor de ar, que está instalado próximo a uma clínica fonoaudiológica. Esta clínica recentemente sofreu um princípio de incêndio durante a instalação de espumas acústicas em uma das salas de atendimento. O incêndio não teve maiores proporções devido a pouca quantidade de espuma aplicada e à presença ocasional de um profissional treinado, que extinguiu o fogo prontamente. Diante da necessidade de isolamento acústico e da ocorrência de princípio de incêndio na clínica, o presente trabalho aborda a análise do acréscimo de carga de incêndio gerado pela aplicação de espumas acústicas e possíveis medidas para atenuação de ruído apropriadas para o ambiente em questão. Para estabelecer essas medidas foram realizadas medições dos níveis de pressão sonora em todas as salas de atendimento e no compressor de ar. A partir dos resultados pode-se determinar a combinação de materiais absorventes para compor o isolamento acústico.

Palavras-chave: Carga de incêndio. Isolamento acústico. Materiais acústicos. Ruído. Compressor de ar.

ABSTRACT

Noise-depleting environments may present difficulties in carrying out activities in the face of daily noise pollution. The situation can be worsen by the presence of machines and equipment in the workplace surroundings. There are several methods and materials that allow attenuation of unwanted noise. However, the technical knowledge about the relation between material characteristics and its behavior in extreme conditions contributes to the best performance and risk reduction. The present study addresses the need for safe noise isolation due to the fire principle generated by inappropriate use of acoustic materials. The noise source refers to an air compressor, which is installed near a speech-language clinic. This clinic recently suffered a fire during the installation of acoustic foams in one of the treatment rooms. The fire did not have larger proportions due to the small amount of foam applied and the occasional presence of a trained professional, who extinguished the fire promptly. In face of the need for acoustic insulation and the occurrence of fire in the clinic, the present work addresses the analysis of the fire load increase generated by the application of acoustic foams and possible solutions for noise attenuation appropriate to the concerned environment. To establish these measures were carried out measurements of the sound pressure levels in all the meeting rooms and in the air compressor. From the results it is possible to determine the combination of absorbent materials to compose the acoustic insulation.

Key-words: Fire load. Acoustic insulation. Acoustic materials. Noise. Air compressor.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Níveis de pressão sonora em dB x pressão sonora N/m^2	15
Figura 2 – Esquema de possíveis intervenções para controle de ruído.	16
Figura 3 – Comparando: paredes simples, grossa e dupla.....	18
Figura 4 – Exemplos de parede em gesso acartonado.	19
Figura 5 – Detalhes do encontro do piso com a parede.....	20
Figura 6 – Exemplos de tratamento acústico – blindagens, barreiras e amortecedores.	21
Figura 7 – Configuração da clínica fonoaudiológica antes e depois da reforma.....	31
Figura 8 – Compressor de ar.....	31
Figura 9 – Local de instalação do compressor de ar.....	32
Figura 10 – Configuração atual dos ambientes.	32
Figura 11 – Situação pós princípio de incêndio.	33
Figura 12 – Localização dos pontos de isolamento acústico, sala 4.....	34
Figura 13 – Isolamento acústico, sala 4.....	35
Figura 14 – Medidor de pressão sonora utilizado.....	36
Figura 15 – Localização da janela na sala 4.	37
Figura 16 – Níveis de pressão sonora conforme condições de atendimento – sala 1.....	38
Figura 17 – Níveis de pressão sonora conforme condições de atendimento – sala 2.....	38
Figura 18 – Níveis de pressão sonora conforme condições de atendimento – sala 3.....	39
Figura 19 – Níveis de pressão sonora conforme condições de atendimento – sala 4a.	39
Figura 20 – Níveis de pressão sonora conforme condições de atendimento – sala 4b.....	39
Figura 21 – Exemplos de tratamento acústico – blindagem, barreiras, amortecedores.....	41
Figura 22 – Projeção de isolamento acústico para compressor.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de fontes emissoras e seus respectivos valores de intensidade e níveis de pressão sonora.	15
Tabela 2 – Valores médios de coeficientes de absorção acústica.....	24
Tabela 3 – Valores médios de coeficientes de absorção acústica – produtos comercializados.	25
Tabela 4 – Níveis de pressão sonora de compressores de ar, em dB, medidos a 0,9 m de distância.....	42
Tabela 5 – Níveis de pressão sonora do compressores de ar, em dB, medidos a 0,9 m de distância.....	42
Tabela 6 – Valores médios de coeficientes de absorção acústica – produtos comercializados.	45
Tabela 7 – Volume de espuma acústica na clínica fonoaudiológica.	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	CONTEXTO DO TEMA E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	12
1.2	OBJETIVOS.....	13
1.2.1	Objetivo Geral.....	13
1.2.2	Objetivos Específicos.....	13
1.3	JUSTIFICATIVA.....	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1	ACÚSTICA.....	14
2.2	ISOLAMENTO ACÚSTICO.....	17
2.3	ISOLAMENTO ACÚSTICO DA FONTE EMISSORA.....	20
2.4	MATERIAIS ACÚSTICOS.....	23
2.5	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO.....	26
2.6	INCÊNDIO E SUA RELAÇÃO COM OS MATERIAIS.....	28
2.7	CARGA DE INCÊNDIO.....	30
3	METODOLOGIA.....	31
3.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	31
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	34
3.3	INSTRUMENTO E PROCESSO DE COLETA DE DADOS.....	35
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	38
4.1	ANÁLISE DE RESULTADOS RELACIONADOS ÀS MEDIÇÕES DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA.....	38
4.2	PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS PARA ATENUAÇÃO DO RUÍDO.....	40
4.3	ANÁLISE DA PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO NO CENTRO MÉDICO.....	44
4.4	ANÁLISE DA CARGA DE INCÊNDIO RELACIONADA AO ISOLAMENTO ACÚSTICO.....	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
	REFERÊNCIAS.....	50
	APÊNDICE A – DADOS DAS MEDIÇÕES DE NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA DAS SALAS DE ATENDIMENTO.....	53
	ANEXO A – VALORES DE REFERÊNCIA – POTENCIAL CALORÍFICO ESPECÍFICO (HI)	58

ANEXO B – PLANTA BAIXA DO PROJETO TÉCNICO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO.....	59
ANEXO C – REGULAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO.....	62
ANEXO D – REGULAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	66
ANEXO E – TABELA DE CARGAS DE INCÊNDIO ESPECÍFICAS POR OCUPAÇÃO .	67
ANEXO F – TABELA DE EXIGÊNCIAS - EDIFICAÇÕES DE DIVISÃO H-5 E H-6.....	73
ANEXO G – COMPOSIÇÃO MÍNIMA DE BRIGADA DE INCÊNDIO POR PAVIMENTO OU COMPARTIMENTO	74

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO DO TEMA E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A origem de condomínio fechado surgiu em meados do século XVIII com a criação do modelo europeu de Cidade Jardim, que tinha como objetivo separar cidade e campo. Dessa forma originaram-se as primeiras praças residenciais (RAPOSO, 2012, p. 175).

No século XIX surgiu o subúrbio romântico anglo-americano, o qual se aproxima ao modelo de condomínio atual. Esse novo conceito de agrupamento apresentava ainda como características importantes o fato de ser murado e de dispor de portões que limitavam o acesso ao seu interior. Além disso o respectivo espaço era controlado por um só proprietário com capacidade para impor um plano único, assemelhando-se ao que hoje é denominado de síndico (RAPOSO, 2012, p. 188).

A concepção de condomínio, desde a sua origem, estabelece a segregação por grupos homogêneos de forma a setorizar a estrutura urbana e social. (RAPOSO, 2012, p. 179). Os condomínios podem ser tanto verticais quanto horizontais. São classificados como residenciais, comerciais e mistos; os quais são regulamentados pelo Código Civil assim como as regulamentações particulares de cada estabelecimento. Diante de todas as regulamentações existentes, por se tratar em um ambiente onde se habitam diversas pessoas, é inevitável ocorrer divergências. A revista EXAME divulgou em dezembro de 2013 as dez maiores fontes de conflito em condomínio. Dentre elas destaca-se o que popularmente é chamada de barulho.

No caso de um condomínio comercial, mais especificamente de um centro médico, o qual compõe o estudo deste trabalho, o ruído indesejado está presente em uma das clínicas do imóvel. Por se tratar de uma clínica destinada a fonoaudiologia é necessário que o ruído não seja parte integrante deste ambiente, onde são realizados exames de alta complexidade para avaliações auditivas e cognitivas. Para tentar solucionar o problema de ruído, determinou-se colocar placas de espuma em todas as salas de atendimento. Durante o início da aplicação, o trabalhador promoveu um impacto acidental com o interruptor, que provocou uma faísca. A faísca propiciou o princípio de incêndio de toda espuma instalada, assim como em determinados pontos de uma das salas de atendimento. O fogo se alastrou rapidamente pela sala e partes da recepção. Um técnico que estava ocasionalmente no local extingui-o. O princípio de incêndio limitou-se somente a esses ambientes. Não houve alastramento por

demais áreas. Contudo após este episódio fez-se necessária uma análise da relação entre ruído e segurança em toda clínica, assim como os efeitos para os funcionários e pacientes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Correlacionar as variáveis interdependentes, quais sejam, material, ponto de aplicação e isolamento acústico nas salas que apresentem essa necessidade, sem comprometer a qualidade no atendimento e segurança quanto à carga de incêndio.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) avaliar os fatores que ocasionaram o princípio de incêndio do estudo de caso;
- b) analisar o acréscimo de carga de incêndio atribuído pelas espumas acústicas caso todas as salas da clínica tivessem recebido a aplicação do material para isolamento acústico;
- c) avaliar a capacidade e autonomia do centro médico para atender casos semelhantes e/ou até mesmo de maiores proporções;
- d) propor medida de isolamento acústico para atenuação do ruído.

1.3 JUSTIFICATIVA

O estudo de caso possibilita analisar os riscos envolvidos em relação à escolha do material para isolar acusticamente o ambiente sem que haja danos a vida e ao patrimônio. Embora o princípio de incêndio tenha sido de pequeno porte a sua análise tem por finalidade conscientizar todos os condôminos dos riscos envolvidos em seus respectivos estabelecimentos a fim de melhorar tanto a relação de segurança propriamente dita quanto a relação de vizinhança para atenuação dos conflitos entre os envolvidos, neste caso específico, o ruído.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ACÚSTICA

A acústica é a ciência que estuda o som através da sua produção, transmissão e detecção pelo ouvido humano. É dividida entre acústica física e acústica fisiológica ou psicoacústica. A diferença entre elas é que a primeira trata do estudo físico propriamente dito relacionado a vibrações e ondas mecânicas; e a segunda trata da sensação que o som produz nos indivíduos a partir de estímulos sonoros (RUSSO e SANTOS, 1993, p. 43)

Segundo Munhoz et al (2000, p. 2), som, por definição, como fenômeno físico, é a energia vibratória (movimento organizado de moléculas) transmitida por ondas de pressão no ar ou outro meio que o propague (água, pedra, metal). É constituído por frequência, relacionada a sons fortes e fracos, e intensidade, relacionada entre agudo e grave.

Santos e Matos, definem (1999, p. 7):

Intensidade – é a quantidade de energia vibratória que se propaga nas áreas próximas a partir da fonte emissora. Pode ser expressa em termos de energia (watt/m^2) ou em termos de pressão (N/m^2 ou Pascal). Frequência – é representada pelo número de vibrações completas em um segundo, sendo sua unidade de medida expressa em Hertz (Hz).

A intensidade sonora é medida através do nível de pressão sonora (NPS) e nível de intensidade sonora (NIS), ambas adotam o decibel (dB) como unidade de relação logarítmica. O nível de pressão sonora é igual a 20 vezes o logaritmo da pressão sobre uma pressão de referência (P_0) que, no caso, é a menor pressão sonora audível, tomando-se por base um tom de 1.000 Hz (RUSSO e SANTOS, 1997, p. 46). O nível de intensidade sonora é igual a 10 vezes o logaritmo da intensidade sonora representada pela quantidade média de energia transmitida por onda sonora na unidade de tempo, através da unidade de superfície sobre a intensidade de referência (I_0), que para a propagação no ar apresenta valor de 10^{-12} watt/m^2 (SANTOS e MATOS, 1999, p. 10).

Portanto,

$$NPS = 20 \log \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

$$NPI = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2)$$

Para qualificar a representação desses níveis sonoros citados anteriormente tem-se a seguir ilustração e tabela sobre exemplos de emissões sonoras relacionadas a seus respectivos valores quantitativos.

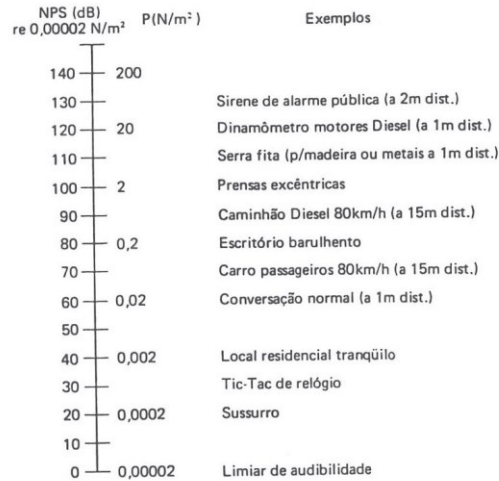


Figura 1 – Níveis de pressão sonora em dB x pressão sonora N/m²

Fonte: Ruído riscos e prevenção (1999).

Tabela 1 – Exemplos de fontes emissoras e seus respectivos valores de intensidade e níveis de pressão sonora.

Intensidade (Watt/m ²)	Nível de Intensidade Sonora (dB)	Exemplos de Fontes Emissoras
10^{-6}	180	-----
10^{-5}	170	Avião a jato com turbina
10^{-4}	160	Avião a jato
10^{-3}	150	Navio acionado por hélice
10^{-2}	140	Navio a turbo propulsão
10	130	Orquestra
1	120	Mecânicas
10^{-1}	110	Piano
10^{-2}	100	Rádio alto volume, grito
10^{-3}	90	Automóvel
10^{-4}	80	
10^{-5}	70	Nível habitual de conversação
10^{-6}	60	
10^{-7}	50	
10^{-8}	40	
10^{-9}	30	Murmúrio ou cochilo
10^{-10}	20	
10^{-11}	10	
10^{-12}	0	Nível de referência do limiar

Fonte: Ruído riscos e prevenção (1999).

Som e ruído podem ser frequentemente utilizadas como palavras sinônimas, mas geralmente som é associado para as sensações prazerosas como música ou fala, e ruído a um som indesejável como buzina, explosão, barulho de trânsito e máquinas. Dessa forma, conforme citado anteriormente, psicoacústica está relacionada à sensação que o som produz nos indivíduos, os julgamentos e impressões que eles emitem ao receberem uma estimulação sonora em seus ouvidos (RUSSO e SANTOS, 1997, p. 43).

Existem muitas formas de reduzir ou até mesmo eliminar ruídos indesejáveis. Dentre essas formas é necessário considerar os três tipos de intervenções para o controle do ruído: intervenção na fonte emissora, intervenção sobre a propagação e intervenção sobre o trabalhador. É importante ressaltar que a maior parte das fontes sonoras produzem simultaneamente ruídos aéreos e ruídos transmitidos por vibrações de sólidos (MATOS e SANTOS, 1999, p. 93). A figura 2 exemplifica o comportamento do ruído de uma máquina que atua tanto de forma direta quanto de forma indireta através do ruído refletido e o ruído transmitido por sólidos.

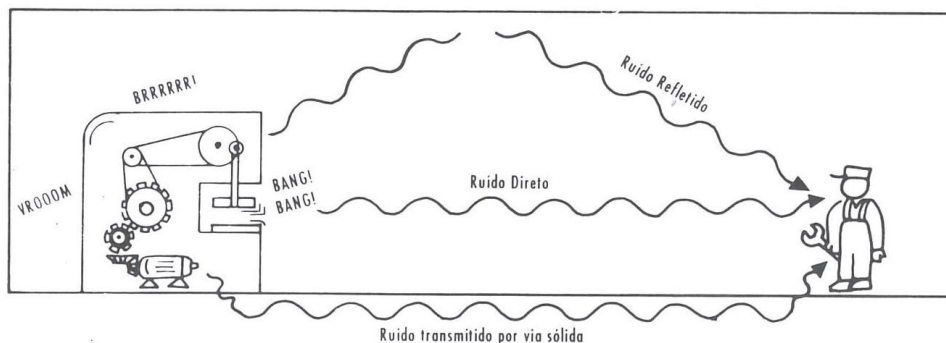


Figura 2 – Esquema de possíveis intervenções para controle de ruído.

Fonte: Ruído riscos e prevenção (1999).

A faixa de frequência captável pelo ouvido humano está situada entre 20 Hz e 20.000 Hz. Entretanto essa faixa está relacionada ao ouvido normal de forma que a percepção dos sons ocorrerá quando as variações de pressão e frequência de propagação dentro de limites compatíveis com as características fisiológicas do ouvido humano (SANTOS e MATOS, 1999, p. 7). As frequências abaixo de 20 Hz são classificadas como infrassons e acima de 20.000 Hz os ultrassons. A legislação brasileira, NR-15/1978, determina a dose de ruído em uma jornada de trabalho de forma a relacionar os limites de tolerância, em dB(A), ao tempo de exposição. Não será abordado neste presente trabalho o estudo de exposição ao ruído no que tange a esfera de preservação auditiva de um determinado trabalhador em ambientes de

altos níveis de pressão sonora, e sim condições ambientais compatíveis as atividades desempenhadas.

O fenômeno de reflexão do som se assemelha ao comportamento da luz que bate em um espelho. A onda não é absorvida pela superfície, sendo refletida de volta para o ambiente com ângulo igual ao ângulo de incidência (VALLE, 2009, p. 77). Muito semelhante a reflexão, a difusão possui o mesmo princípio da reflexão, porém o som ao incidir em uma determinada superfície é espalhado em todas as direções.

Quando se trata de ruído transmitido por via sólida logo associa-se a ruídos gerados por impactos, dentre eles destacam-se: queda de objetos, marteladas, passos, entre outros. Tecnicamente, entende-se por ruído de impacto aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 segundo, a intervalos superiores a 1 segundo (CARVALHO, 2008, p. 35).

Conforme citado anteriormente o som pode ser transmitido de forma direta, refletida, transmitida através do material. Entretanto quando uma onda sonora incide sobre um obstáculo, parte dela é absorvida. A absorção do som está diretamente relacionado ao tipo de material empregado ao ambiente. Se o material é poroso, quanto mais espessa for a camada, mais baixa será a frequência que ele será capaz de absorver (VALLE, 2009, p. 78). Os materiais absorventes são aplicados normalmente em paredes e tetos para diminuir as reflexões sonoras.

O material sobre o qual uma onda sonora incide pode determinar uma boa absorção acústica, ou pode atuar como um bom isolante acústico. No primeiro caso o material retém uma quantidade maior de ondas sonoras, transformando-as em energia térmica. Se o material reflete grande parte da energia sonora incidente, evitando que ela seja transmitida de um meio para o outro, caracteriza-se como um bom isolante acústico. (CARVALHO, 2008, p. 47). O estudo de isolamento acústico é abordado no próximo item do presente trabalho.

2.2 ISOLAMENTO ACÚSTICO

Isolamento acústico é a capacidade de um ambiente fechado (ou semi-fechado) de evitar a passagem de som do interior para fora ou vice-versa (VALLE, 2009, p. 77). Quando se trata de isolamento acústico logo remete-se atenção para o tipo de material empregado e ao tamanho do ambiente ao qual é instalado. Uma alternativa para isolar acusticamente um ambiente do outro é através do tipo de parede. Podem ser divididas, conforme Valle (2009, p.

165) em paredes simples, grossa e dupla; e cada tipo de parede proporciona uma atenuação em dB, ilustrado a seguir.

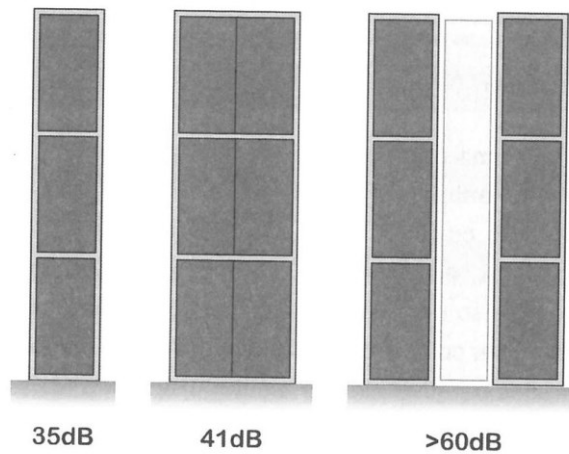


Figura 3 – Comparando: paredes simples, grossa e dupla.

Fonte: Manual prático de acústica (2009).

Entretanto não são todos os ambientes que comportam paredes dessas espessuras ou sistemas mais sofisticados de isolamento acústico. Alto custo, peso na estrutura, falta de espaço são os principais motivos que inviabilizam a instalação desses sistemas. Outra variável a ser considerada, conforme citado anteriormente, é o local que necessita de isolamento acústico. Apartamentos e salas comerciais inviabilizam executar sistemas mais complexos de isolamento acústico por terem seus ambientes definidos e espaços limitados, especialmente no que tange os limites entre um andar e outro. A transmissão sonora além de vias aéreas também ocorrem por vibrações de paredes, lajes e pisos, portas, vidros entre outros. (VALLE, 2009, p. 164).

Existe no mercado algumas alternativas para uma boa atenuação acústica. São materiais relativamente leves e de fácil instalação. Embora não proporcione isolamento elevado conforme os sistemas mais sofisticados, para determinados ambientes são as alternativas mais viáveis de serem instaladas e possibilitam atenuações razoavelmente eficientes. Dentre esses materiais destacam-se: gesso acartonado, madeira (incluindo-se MDF) e chapas cimentas. As divisórias de gesso acartonado consistem em duas ou três folhas, cada uma composta por uma ou mais placas de gesso. Estas placas são fixadas a perfis metálicos próprios, e os espaços entre folhas devem ser preenchidas com lã de vidro/rocha, para melhorar a isolação (VALLE, 2009, p. 174). Desta forma quanto maior o número de folhas e quanto maior a distância entre elas, melhor o isolamento acústico. Em contra partida quanto maior número de materiais empregados maior o custo e redução do espaço. A madeira também pode ser usada para a construção de divisórias acústicas. No entanto, com massa

específica equivalente a cerca de $\frac{1}{4}$ da do gesso, exige espessuras muito maiores para se obter o mesmo resultado (VALLE, 2009, 174). A figura 4 apresenta exemplos de composições de paredes em gesso acartonado e suas respectivas atenuações acústicas.

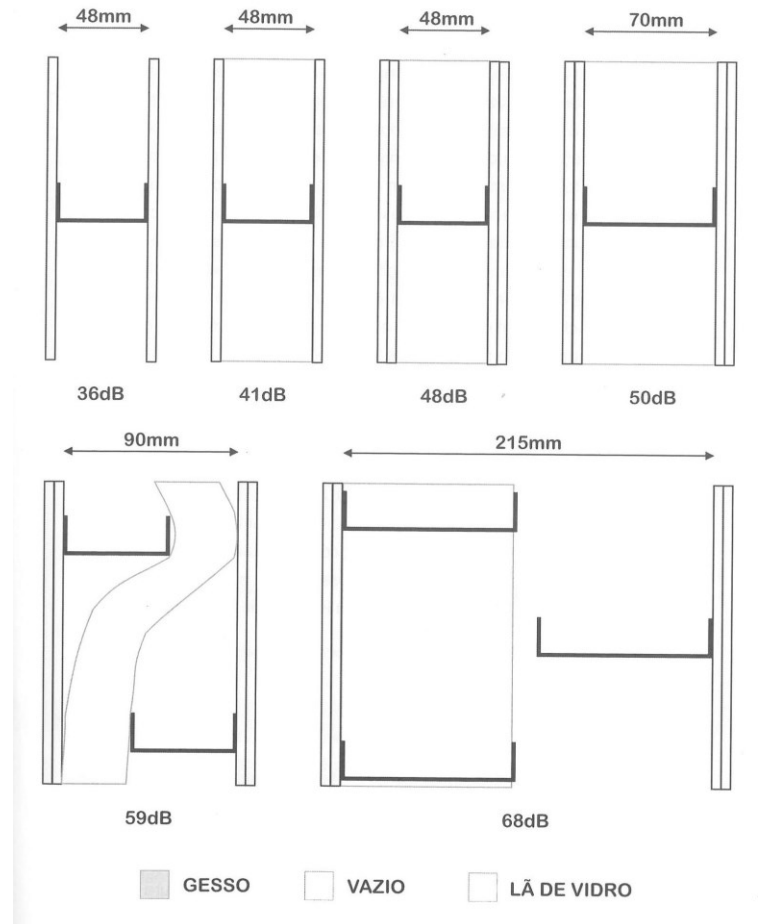


Figura 4 – Exemplos de parede em gesso acartonado.

Fonte: Manual prático de acústica (2009).

Outro detalhe importante é a forma de fixação das paredes em gesso acartonado. Como elas se apoiam geralmente na laje original, é preciso que seus montantes sejam pousados sobre tiras de borracha, de preferência do tipo Neoprene, que não apodrece com o tempo (VALLE, 2009, p. 176). Além disso para evitar a propagação da vibração do piso original para o restante do prédio, e também para não se incomodar com o vizinho debaixo pode-se adicionar o piso flutuante no sistema de isolamento. Se a estrutura do imóvel é forte, pode-se usar uma placa de concreto sobre coxins de borracha ou de fibra. Se há limite de peso como, por exemplo em apartamentos e salas comerciais, é preciso usar materiais mais leves e, neste caso, o mais comum é a madeira (VALLE, 2009, p. 177). Existe no mercado várias opções de materiais para construir um sobrepiso. Dentre eles destacam-se o MDF, chapas de compensado ou *drywall*. Para exemplificar esse modelo de isolamento acústico de piso

acoplado a junção com a parede de gesso acartonado, Valle (2009, p. 177) aderiu a duas chapas de compensado para compor o sobrepiso conforme figura a seguir.

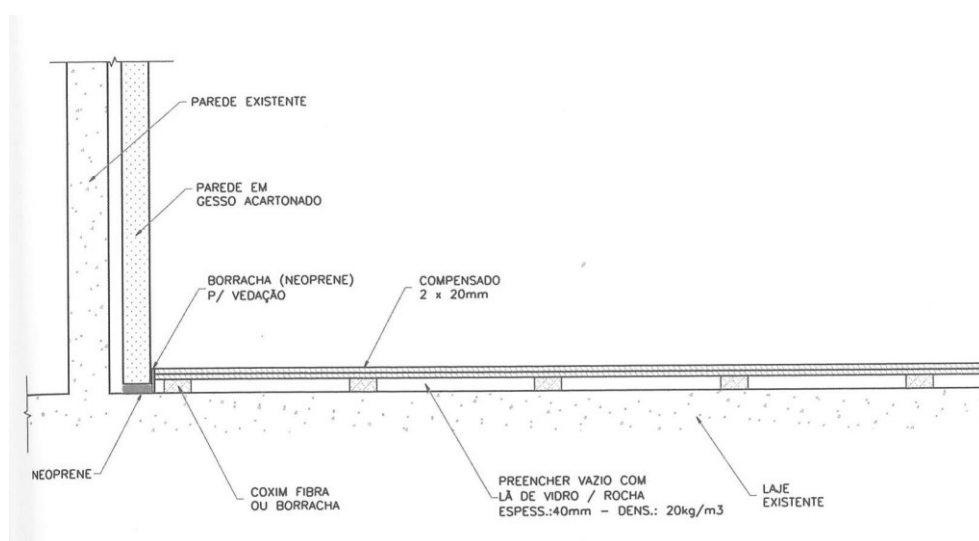


Figura 5 – Detalhes do encontro do piso com a parede.

Fonte: Manual prático de acústica (2009).

Para compor o sistema de isolamento acústico por completo adiciona-se o teto flutuante, que pode ser construído em gesso ou em madeira (ou MDF). Assim como nos elementos anteriores o teto também deve ser desacoplado da estrutura predial. Como as paredes flutuantes não têm, em geral, resistência para suportar o peso do novo teto, ele deverá ficar apoiado nas paredes originais (VALLE, 2009, p. 178). O sistema do teto flutuante é muito semelhante ao do piso flutuante, difere-se em relação a sustentação já que necessita efetuar rasgos na parede original para que os caibros sustentem o novo teto. Em suma, o sistema de isolamento acústico necessita ser completamente vedado, pois o som vaza pelas frestas o que inutiliza em grande parte do trabalho executado e o dinheiro investido. VALLE (2009, p. 180) salienta que uma abertura de menos de 10% pode deixar passar mais de 90% do som.

2.3 ISOLAMENTO ACÚSTICO DA FONTE EMISSORA

Matos e Santos (1999, p. 95) salientam algumas intervenções sobre a fonte emissora nos seguintes aspectos:

- a) aumento da distância da fonte emissora;
- b) redução da concentração das máquinas;
- c) substituição por máquinas mais silenciosas;

- d) alteração no ritmo de funcionamento;
- e) melhoria ou adequação da manutenção preventiva;
- f) alteração na fonte emissora.

Além disso, Matos e Santos (1999, p. 97) destacam intervenções sobre a propagação, quando se trata de vibrações ou oscilações. Esta pode ser causada ou acentuada por um desgaste de partes metálicas, desbalanceamento da máquina ou até mesmo por causa de um parafuso mal apertado. Nestes casos deve-se evitar que a vibração se propague pela estrutura da edificação. Deve-se realizar regularmente melhorias ou adequações da manutenção preventiva, além da fixação adequada da máquina de forma que ela fique estável e muitas vezes recorrer a elementos elásticos isolantes, como, por exemplo, placas de borracha ou molas de aço.

As intervenções sobre a propagação através da blindagem e barreiras, segundo Matos e Santos (1999, p. 99) podem ser exemplificadas conforme figura a seguir:

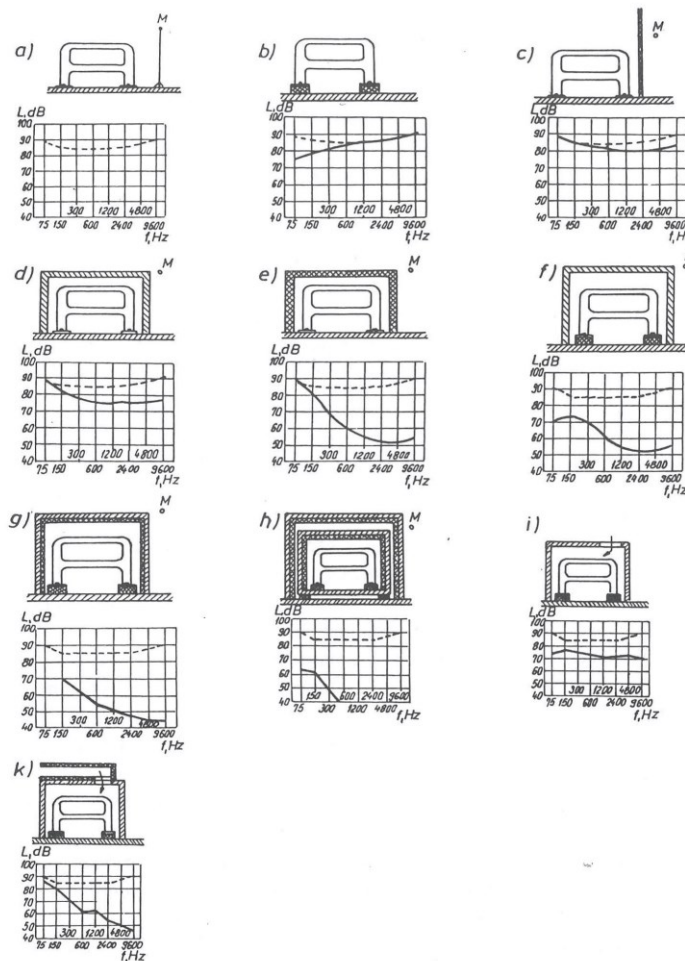


Figura 6 – Exemplos de tratamento acústico – blindagens, barreiras e amortecedores.

Fonte: Ruído riscos e prevenção (1999).

- a) máquina sem tratamento acústico – os níveis de ruído no ponto M variam entre 84 e 90 dB.
- b) montagem de máquina sobre um amortecedor de vibração – há uma redução dos níveis de ruído na frequência próxima a 200 Hz
- c) a colocação de uma simples barreira diminui o ruído de médias e altas frequências
- d) blindagem rígida – há uma redução de maior intensidade começando em frequências mais baixas.
- e) blindagem com isolamento – há uma acentuada diminuição dos níveis de ruído com particular incidência em altas frequências
- f) blindagem rígida e montagem da máquina sobre amortecedor de vibração – nas frequências baixas ocorre uma acentuada atenuação e nas frequências elevadas a atenuação é semelhante ao caso anterior.
- g) blindagem com isolamento e montagem da máquina sobre amortecedores de vibração – o ruído de frequências inferiores a 150 Hz desaparece e a atenuação das frequências elevadas desaparecem e há uma nova atenuação nas baixas frequências.
- h) dupla blindagem com isolamento e montagem antivibratória - os ruídos de frequências elevadas desaparecem e há uma nova atenuação nas baixas frequências.
- i) blindagem com janela e montagem antivibratória – comparando com o exemplo f, verifica-se a grande importância que a janela desempenha na elevação geral dos níveis de ruído de frequências elevadas e a pequena importância nas baixas frequências.
- j) blindagem com janela, com atenuação de ruído e montagem antivibratória – em relação ao caso anterior as frequências elevadas sofreram atenuação bem acentuada.

Ainda segundo Matos e Santos (1999, p. 102) outro ponto importante a ser considerado para blindagem e barreiras acústicas refere-se ao ruído causado pela reverberação, isto é, a reflexão do ruído nas paredes torna-o mais elevado que o próprio ruído da máquina. O nível do ruído ambiente decresce rapidamente quando nos afastamos da máquina, mas a partir de certo ponto permanece constante (Matos e Santos, 1999, p. 102).

Diferentemente sobre o que acontece em campo livre, onde a cada duplicação da distância o ruído diminui em 6 dB(A) (Matos e Santos, 1999, p. 13). Dessa forma deve-se considerar todos os pontos ressaltados neste item além do conhecimento sobre materiais acústicos adequados para cada tipo de necessidade de isolamento, tema abordado no próximo tópico.

2.4 MATERIAIS ACÚSTICOS

Conforme citado no item anterior, lã de vidro e lã de rocha podem compor o sistema de isolamento acústico ao preencher os vazios entre placas fixadas por perfis metálicos, como *drywall*. Apesar de se obter bons resultados em relação a atenuação acústica, existem situações em que não é possível executar sistemas de isolamento citados anteriormente. Apartamentos e salas comerciais possuem espaço reduzido e muitas vezes se torna inviável a construção de sistemas de teto, piso e paredes *drywall* (VALLE, 2009, p. 173). Principalmente se o estabelecimento estiver com todos os móveis planejados no ambiente. Dessa forma recorre-se a determinados materiais acústicos que possam ser aplicados diretamente na parede sem grandes intervenções e perda de espaço.

O material amplamente conhecido é a espuma acústica. Popularmente conhecida como caixa de ovos esta espuma é muito utilizada em ambientes que necessitam de isolamento e tratamento acústico. Entretanto existem dois tipos de espumas acústicas: convencionais e com tratamento antichamas. As espumas de poliuretano convencionais são normalmente utilizadas em móveis e colchões, porém também são utilizadas erroneamente no isolamento acústico de ambientes. De acordo com a reportagem do caderno de ciência da revista Veja de 29 de janeiro de 2013, esta espuma é extremamente inflamável e tóxica quando queima. Inclusive foi esta espuma um dos fatores que ocasionou a tragédia na boate Kiss em Santa Maria (RS) em 2013. Por outro lado, existe no mercado espumas acústicas com tratamento antichamas, as quais atendem aos requisitos estabelecidos conforme Instrução Técnica nº 08/2011 do Corpo de Bombeiros de São Paulo e NBR 9442:1986.

Segundo Valle (2009, p. 217), todos os materiais podem ser acústicos, desde que sejam utilizados da maneira correta. Materiais bons absorventes acústicos são necessariamente macios, porosos ou fibrosos. A escolha de um material fibroso ou poroso é determinado conforme as faixas de frequência (CARVALHO, 2006, p. 55). Além disso cada material possui índices de absorção acústica, que variam conforme a frequência.

Os índices podem variar de 0 a 1 (0% ou 100%) para materiais lisos. Para superfícies em relevo, onde a área em contato com o ar é maior do que a

área ocupada pelo material, o índice pode ultrapassar 100%, como por exemplo no caso das placas onduladas de espuma de poliuretano (Sonex, Sonique, Acoustic Easy, etc.).

Quando um material ou estrutura possui altos índices de absorção (0,6 ou mais) nos graves, é considerado um bom absorvedor de graves. Um material ou estrutura com índices de absorção de 0,95 ou mais nas médias e/ou nas altas frequências é julgado bom absorvedor nessas bandas. Um conjunto de materiais com absorção de 0,6 ou mais nos graves, e 0,95 ou mais nos médios e nos agudos é um bom absorvedor de banda larga (VALLE, 2009, p. 217).

As tabelas 2 e 3 relacionam variados tipos de materiais e seus respectivos valores médios de coeficientes de absorção acústica para frequências de 125, 250, 500, 1.000, 2.000 e 4.000 Hertz.

Tabela 2 – Valores médios de coeficientes de absorção acústica.

Materiais	Frequencia (Hz)					
	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Reboco áspero, cal	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07
Reboco liso	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06
Superfície de concreto	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07
Tapetes de borracha	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10
Taco colado	0,04	0,04	0,06	0,12	0,10	0,17
Tapete de veludo	0,05	0,05	0,10	0,24	0,42	0,60
Chapa leve de lã de madeira, de 25 mm, em parede rígida	0,04	0,13	0,52	0,75	0,61	0,72
Feltro de fibra natural de 5 mm, diretamente na parede	0,09	0,12	0,18	0,30	0,55	0,59
Madeira compensada de 3 mm, a 50 mm da parede, espaço vazio	0,25	0,34	0,18	0,10	0,10	0,06
Lã mineral de 50 mm, coberta de papelão	0,74	0,54	0,36	0,32	0,30	0,17
Vidro plano de 3 – 4 mm com 50 mm de espaço e amortecimento nas bordas	0,23	0,11	0,09	0,01	0,01	0,03
Caixões de chapa perfurada com chapas de feltro de lã de vidro de 30 mm suspensos a 180 mm	0,03	0,43	0,61	0,62	0,85	0,86
Chapa perfurada, forrada de lã na frente 40 – 50 mm de espaço vazio	0,01	0,03	0,10	0,16	0,17	0,20

Fonte: Ruído riscos e prevenção (1999).

Tabela 3 – Valores médios de coeficientes de absorção acústica – produtos comercializados.

Produtos Comercializados*	Frequencia (Hz)					
	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Terma-Mil espessura 30 mm marca: Acustic - Termic	-----	0,48	0,80	1,00	0,97	0,83
Acustic-Mil espessura 25,4mm marca Acustic-Termic	-----	0,24	0,65	0,87	0,99	1,03
Art Custic – Mod 60/65 marca Ar Spuma Ltda.	0,24	0,77	0,63	0,67	0,71	0,83
Eucavid Painel densidade 40 kg/m2 marca Eucatex	0,25	0,48	0,66	0,87	0,94	0,94
Eucavid Painel densidade 30 kg/m2 marca Eucatex	0,23	0,51	0,68	0,87	0,94	0,94
Eucavid Feltro espessura 25 mm marca Eucatex	0,23	0,49	0,58	0,77	0,87	0,92
Eucavid Feltro espessura 50 mm marca Eucatex	0,39	0,70	0,95	0,94	0,96	0,95
Isoacustic marca Eucatex	-----	-----	0,35	0,65	0,77	0,65
Forrovid marca Santa Marina	0,57	0,81	0,64	0,66	0,43	0,25
Therma Kust marca Sta Marina	0,20	0,62	0,99	0,64	0,43	0,27
Pistofibra marca Sta Marina	0,08	0,30	0,67	0,90	0,94	-----
Mini Sonex 20/35 marca Trorion – Illbruck	0,04	0,12	0,28	0,44	0,60	0,73
Mini Sonex 35/35 marca Trorion - Illbruck	0,06	0,20	0,45	0,71	0,95	0,89
Sonex 75 50/75 marca Trorion - Illbruck	0,07	0,32	0,72	0,88	0,97	1,01
Sonex 75 75/75 marca Trorion - Illbruck	0,13	0,53	0,90	1,07	1,07	1,00
Sonex 125 50/125 marca Trorion - Illbruck	0,09	0,32	0,58	0,73	0,88	0,95
Sonex 125 75/125 marca Trorion - Illbruck	0,14	0,55	0,96	1,06	1,02	1,09

* Essas referências foram obtidas através de catálogo de produtos dos respectivos fabricantes.

Fonte: Ruído riscos e prevenção (1999).

2.5 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

De acordo com a NBR 13860:1997, incêndio é o fogo fora de controle. Em sua maioria, inicia-se bem pequeno. O crescimento dependerá: do primeiro item ignizado, das características do comportamento ao fogo dos materiais na proximidade do item ignizado e sua distribuição no ambiente (SEITO, 2008, p. 44). O que difere o porte de cada incêndio é a capacidade de propagação das chamas.

Ainda segundo SEITO (2008, p. 45) o incêndio pode ser dividido em quatro estágios. O primeiro estágio trata-se da ignição, que pode ser dividida entre abrasamento e chameamento. No abrasamento, a combustão é lenta, isento de chama e produz pouco calor. Apesar de lenta, essa combustão pode ter a duração de algumas horas antes do aparecimento de chama. Pode-se destacar alguns exemplos de materiais que queimam por abrasamento, tais como: serragem de madeira, pilhas de sacos de papel ou de fibras naturais, palhas, folhas secas, capim seco e alguns tipos de material sintético expandido (espuma plástica). No chameamento, a forma de combustão é amplamente conhecida, ou seja, com presença de chama e fumaça. O segundo estágio trata-se do crescimento do incêndio, ou seja, ocorre a propagação do fogo para outros objetos adjacentes, e dependendo da proporção, propaga-se para o material da cobertura ou teto. Nessa fase, a temperatura está diretamente relacionada ao desenvolvimento do calor dos materiais em combustão. O terceiro estágio trata-se do incêndio desenvolvido. Nessa fase todos os materiais combustíveis entrarão em combustão, e as temperaturas do ambiente atingirão valores acima de 1.100°C. Além disso, o incêndio irá se propagar por meio das aberturas internas, fachadas e coberturas da edificação. O quarto e último estágio trata-se da extinção do fogo. O incêndio irá diminuir de intensidade e de severidade na proporção que vão se exaurindo os materiais combustíveis.

As incidências, mais frequentes, de incêndios tanto pequenos como grandes são nas edificações. Alguns exemplos de início de ignição são: vazamento de gás de botijões com explosões, curto-circuito em instalação elétricas por excesso de carga, manuseio de explosivos e outros produtos perigosos em locais não adequados, esquecimento de ferro de passar roupa, fogões e eletrodomésticos ligados, entre outros (CARLO, 2008, p. 12). Dessa forma são estabelecidas medidas de proteção contra incêndio, segundo Gill et al. (2008, p. 21) divididas entre: prevenção de incêndio, combate a incêndio, meios de escape, gerenciamento. A prevenção tem como objetivo estabelecer medidas que evitem o surgimento do incêndio. Estas medidas possuem caráter muito particular a cada edifício. Sua concepção e seu

desenvolvimento cabem a uma equipe de profissionais especializados devido ao grande número de aspectos abordados. Pode-se exemplificar como uma dessas medidas o controle dos materiais combustíveis, tanto no aspecto quantitativo quanto armazenamento das fontes de calor (solda, eletricidade, cigarro, entre outros). Além disso um dos pontos fundamentais sobre a prevenção é o treinamento, que possibilita um preparo rápido e preciso em caso de incêndio. A proteção estabelece medidas que dificultem a propagação do incêndio e que também mantenham a estabilidade da edificação. As proteções podem ser divididas entre passivas e ativas. Pode-se destacar como exemplos de medidas de proteção passiva: paredes e portas corta-fogo, diques de contenção, armários e contentores para combustíveis, afastamentos, proteção estrutural, controle dos materiais de acabamentos, entre outros. Sobre exemplos de medidas de proteção ativa, pode-se destacar: sistema de ventilação (triagem) de fumaças e sistemas de chuveiros automáticos (sprinkler). Diante do incêndio formado, tem-se o combate, ou seja, são utilizadas todas as medidas possíveis e relevantes para extinguir o fogo, tais como: equipamentos manuais (hidrantes e extintores), sistemas de detecção e alarmes, sistemas automáticos de extinção, planos de auxílio mútuo (PAM), corpo de bombeiros públicos e privados, condições de acesso à edificação pelo socorro público, reserva de água (e hidrantes públicos), entre outros. A manipulação de equipamentos manuais, hidrantes e extintores, deve ser realizada por pessoas e/ou equipes treinadas para sucesso na operação. Uma outra medida passiva, e também uma das medidas de proteção contra incêndio são os meios de escape. Esta medida tem importância fundamental para a vida humana e por sua ação básica nos trabalhos de resposta e emergência, visto que as equipes de resposta normalmente acessam a edificação e as vítimas por meios de escape. Aliado a esta questão deve-se ter muito bem estruturado o plano de emergência para determinados estabelecimentos. Além disso faz-se necessário o treinamento de equipes para viabilizar o abandono, especialmente em locais de grande público. Por fim, tem-se o gerenciamento, que são todas as medidas administrativas e de dia a dia, como o treinamento e reciclagem de equipes de resposta a emergências, a existência de um plano e um procedimento de emergência, a manutenção dos equipamentos instalados, a adequação dos meios instalados com o risco existente (o qual muitas vezes se altera sem que se efetue a necessária adequação dos meios), entre outros.

2.6 INCÊNDIO E SUA RELAÇÃO COM OS MATERIAIS

As inovações tecnológicas relacionadas a métodos construtivos, equipamentos e materiais têm contribuído tanto para redução de prazo e custo, quanto melhorias no desempenho e funcionalidade na construção civil. Estas inovações proporcionam uma constante mudança no cenário construtivo, principalmente nos padrões estéticos dos empreendimentos, como por exemplo, o crescente número de edificações com fachadas totalmente envidraçadas. Porém esse novo conceito, no Brasil, geralmente não está relacionado à preocupação com os efeitos da implantação de novos materiais.

Além disso, muitos materiais e elementos construtivos são utilizados sem ao menos serem normatizados. Um dos aspectos de suma importância sobre a normatização está relacionado as características de reação ao fogo dos materiais, que podem ser determinadas em laboratório, de modo isolado, mediante condições padronizadas que visam reproduzir determinados momentos de um incêndio (MITIDIERI, 2008, p. 62). O conhecimento técnico do profissional aliado a normatização proporciona a seleção adequada de materiais incorporados aos elementos construtivos ao ponto de se evitar aqueles que se ionizem com facilidade e que tenham capacidade de sustentar a combustão. Martin e Peris (1982, *apud* MITIDIERI, 2008, p. 63) consideram as seguintes variáveis em um material, as quais se interrelacionam diretamente com o fogo:

- a) combustibilidade
- b) poder calorífico
- c) inflamabilidade
- d) propagação de chama
- e) inflamação generalizada
- f) produção de gases nocivos
- g) densidade ótica da fumaça

Combustibilidade, poder calorífico e inflamabilidade podem ser apontadas como características intrínsecas ao material. Segundo Mitidieri (2008, p. 63) a combustibilidade classifica o material por sua capacidade de manter-se em combustão. ISO/GUIDE52/TAG5 (1990, *apud* MITIDIERI, 2008, p. 63) define combustibilidade como a susceptibilidade de um material de se queimar. Martin e Peris (1982, *apud* MITIDIERI, 2008, p. 63) definem poder

calorífico como a quantidade de calor que o material libera por unidade de peso quando submetido a uma combustão completa. Inflamabilidade está relacionada a facilidade de que um material possui de desprender gases que venham ignizar-se em chamas (MARTIN e PERIS, 1982, *apud* MITIDIERI, 2008, p. 63). Dentre as três variáveis citadas, ressalta-se que, o desenvolvimento do fogo é dado em função do poder calorífico dos materiais combustíveis existentes no local, uma vez que a parte do calor liberado na combustão de um material é absorvida novamente pelo fogo e pelos materiais adjacentes inflamados (MITIDIERI, 2008, p. 63).

A propagação de chama está condicionada à incidência e intensidade de radiações externas, à incidência e intensidade de radiações emitidas pela parte já atingida do material e ao calor transmitido por convecção e condução da temperatura (ROSSO, 1975, *apud* MITIDIEDI, 2008, p.63). A posição do material, vertical ou horizontal, determina a velocidade de propagação da chama, sendo menor na posição horizontal. A junção das variáveis propagação de chama e inflamabilidade tem-se a inflamação generalizada chamada de *flash-over*, ou seja, inflamação por toda superfície num mesmo instante. Uma vez atingido o *flash-over* o incêndio está declarado e resta apenas o trabalho de combate por parte dos bombeiros e/ou brigadistas, visando baixar a temperatura com maior rapidez (MITIDIERI, 2008, p. 63).

Durante o processo de propagação de chama, além do fogo propriamente dito, outro agente atua para complementar o risco a vida no local. A emissão de fumaça prejudica a visibilidade, o que interfere tanto na evacuação de pessoas quanto no trabalho do corpo de bombeiros e equipes de resgate. Além disso, os efeitos irritantes da fumaça frequentemente causam sérias lesões, pois por meio de uma ação física ela atua sobre as mucosas, brônquios e particularmente sobre os olhos (MITIDIERI, 2008, p. 63). A densidade ótica da fumaça agregado a produção de gases nocivos geram pânico, inconsciência, intoxicação, queimadura, lesões nas vias respiratórias e em casos extremos, morte.

Diante das possíveis variáveis relacionadas ao material, as quais se interrelacionam ao fogo citadas anteriormente é de suma importância o conhecimento dos materiais que serão empregados e quais funções irão desempenhar. Outro ponto importante está relacionado onde e como os materiais serão instalados e armazenados. Todas essas informações devem ser conhecidas pelos responsáveis do local, assim como serem elaboradas medidas de segurança no caso de foco de incêndio, com o objetivo de limitar o crescimento deste, assim como efetuar o combate de forma rápida e eficaz.

2.7 CARGA DE INCÊNDIO

Ainda sobre a relação entre características do material e suas reações em contato com o fogo é fundamental ressaltar o conceito de carga de incêndio. Segundo a Instrução Técnica n° 14/2011 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, define carga de incêndio como sendo 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. No caso de um edifício típico, a carga de incêndio inclui mobiliário, acabamento interno, acabamento do piso e elementos estruturais (SILVA, 2008, p. 171). Ainda segundo Silva (2008, p. 171) a carga de incêndio é comumente expressa em termos da carga de incêndio específica, definida como o valor da carga de incêndio dividido pela área de piso do espaço considerado, expresso em megajoule (MJ) por metro quadrado (m^2) (INSTRUÇÃO TÉCNICA N° 14, 2011, p. 299). A determinação da carga de incêndio específico é composta por valores relacionados a área do piso do compartimento, massa de cada componente do material combustível e potencial calorífico. A Instrução Técnica n°14 apresenta uma tabela com valores de referência de potencial calorífico específico em MJ/kg, de uma série de materiais (ver Anexo A). O método de cálculo da carga de incêndio específica será apresentado posteriormente em Metodologia.

3 METODOLOGIA

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A clínica fonoaudiológica, objeto de estudo deste trabalho, está localizada em um centro médico no interior de São Paulo. O empreendimento foi construído na década de 70 e atualmente possui 31 salas de atendimento médico e outras atividades relacionadas a saúde. Sua área total é de 2.146,97 m² dividido em térreo, primeiro pavimento e segundo pavimento. A clínica fonoaudiológica está localizada no pavimento térreo e possui área total de 62,80 m² (ver Anexo B).

Apesar de recente, a planta do projeto técnico de proteção contra incêndio (ver anexo B), não condiz com a atual configuração da clínica fonoaudiológica. A fonoaudióloga adquiriu a sala ao lado e realizou reformas para ampliação do estabelecimento. A figura 7 apresenta o *layout* da clínica antes e depois da reforma.

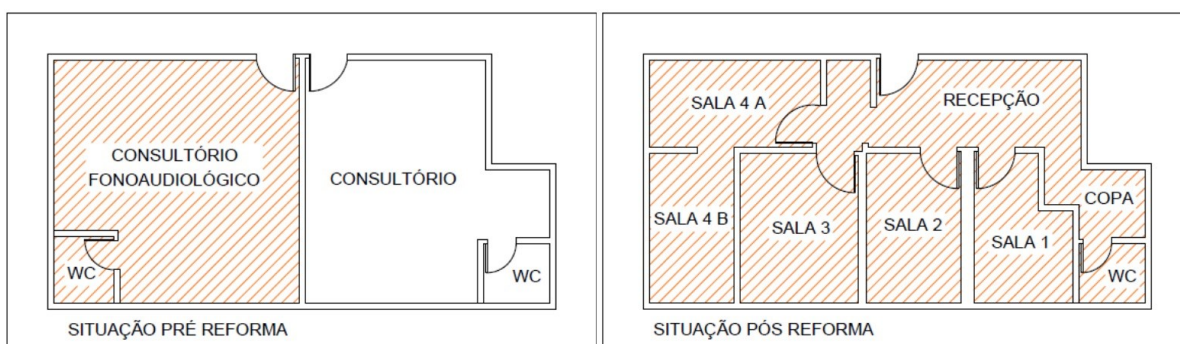


Figura 7 – Configuração da clínica fonoaudiológica antes e depois da reforma.

Fonte: a autora (2018).

Por se tratar de uma clínica fonoaudiológica o nível de pressão sonora deve ser compatível aos exames realizados no estabelecimento. Entretanto, na área externa do empreendimento encontra-se instalado no interior de um compartimento de alvenaria o compressor de ar, modelo Schulz CSL 10 BR/100 de 1,5 kW, conforme figura 8.



Figura 8 – Compressor de ar.

Fonte: Schulz (2018).



Figura 9 – Local de instalação do compressor de ar.

Fonte: a autora (2018).

Além da nova configuração da clínica, destaca-se localização da sala da dentista e o posicionamento do compressor de ar pertencente a profissional dentária. A localização tanto da sala da dentista, quanto o compressor de ar têm implicações para o estudo de caso no presente trabalho, portanto faz-se necessário ambientar a configuração atual dos envolvidos.

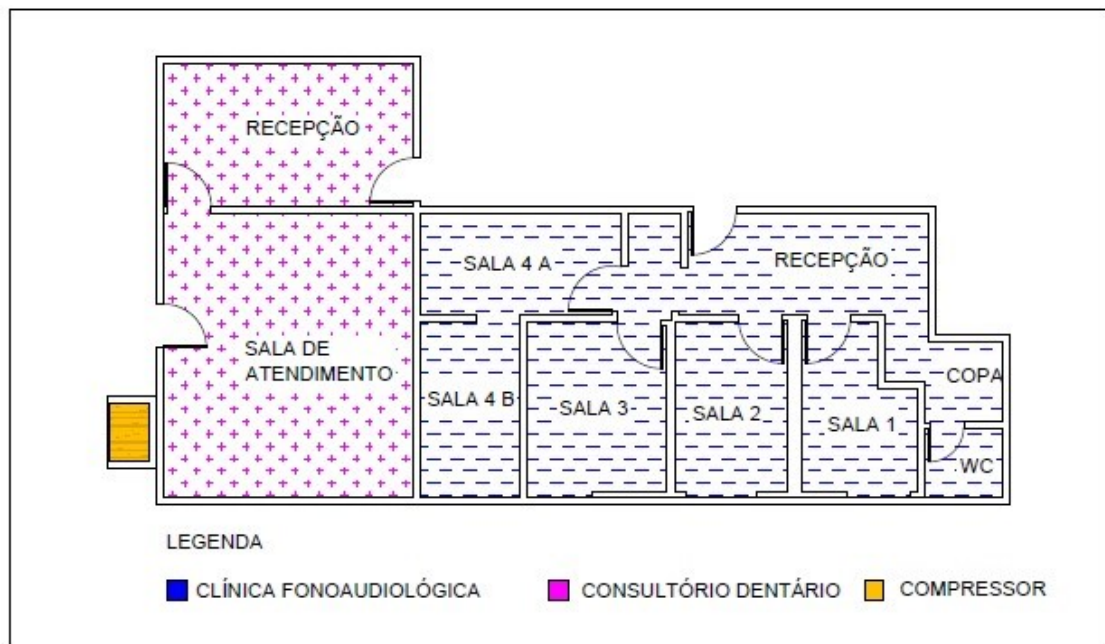


Figura 10 – Configuração atual dos ambientes.

Fonte: a autora (2018).

Diante do ruído indesejado, a fonoaudióloga sugeriu aplicar espumas acústicas comuns no interior da clínica, mais especificamente, nas salas de atendimento. Para esse procedimento foi contratado um trabalhador inexperiente para este tipo de serviço. Os materiais empregados para este fim foram as espumas acústicas comum e adesivo de contato, popularmente conhecido como cola de sapateiro. Para o procedimento o instalador removeu os espelhos dos interruptores e das tomadas para melhor fixação do material. Em determinado

momento durante a aplicação nas paredes de uma das salas o trabalhador bateu no interruptor, o que ocasionou uma faísca. Esta imediatamente iniciou o princípio de incêndio na sala e se alastrou até imediações da recepção. O incidente aconteceu rapidamente o que causou pânico do trabalhador e da fonoaudióloga. No exato momento não havia pacientes, apenas os dois envolvidos e um técnico elétrico, que acabara de chegar ao local. O técnico por possuir treinamento e ser brigadista extinguiu o fogo prontamente. A seguir pode-se observar os danos causados pelo princípio de incêndio na clínica.



Figura 11 – Situação pós princípio de incêndio.

Fonte: a autora (2016).

O princípio de incêndio não tomou proporções maiores, pois a aplicação das espumas limitou-se apenas a uma das quatro salas da clínica. O pronto atendimento do técnico também contribuiu para que o incêndio não se alastrasse ainda mais, além de evitar risco a vida. Não houve feridos nesse incidente, apenas um grande susto e prejuízo patrimonial da clínica, que precisou de reparos e troca de equipamento de refrigeração.

O intuito da colocação das espumas desde o primeiro momento era isolar o ruído proveniente do compressor nas dependências da clínica. Entretanto a espuma comum

empregada não era própria para este feito. Constituída por poliuretano, a espuma é altamente inflamável e propaga o fogo rapidamente, quando não possui tratamento anti-chamas.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O princípio de incêndio ocorrido no consultório teve como aprendizado a conscientização do perigo do uso inadequado de materiais e forma de aplicação para atingir determinado objetivo, no caso, a redução do ruído.

Dessa forma a fonoaudióloga contratou o serviço de uma empresa do ramo de acústica para instalação de isolamento acústico em uma determinada sala de atendimento, pois o ruído ainda atrapalha o bom atendimento e realização de exames. Foram instalados placas de isolamento acústico em uma determinada região de uma das salas e uma parede de *drywall* em outro ambiente da sala, conforme ilustração a seguir.

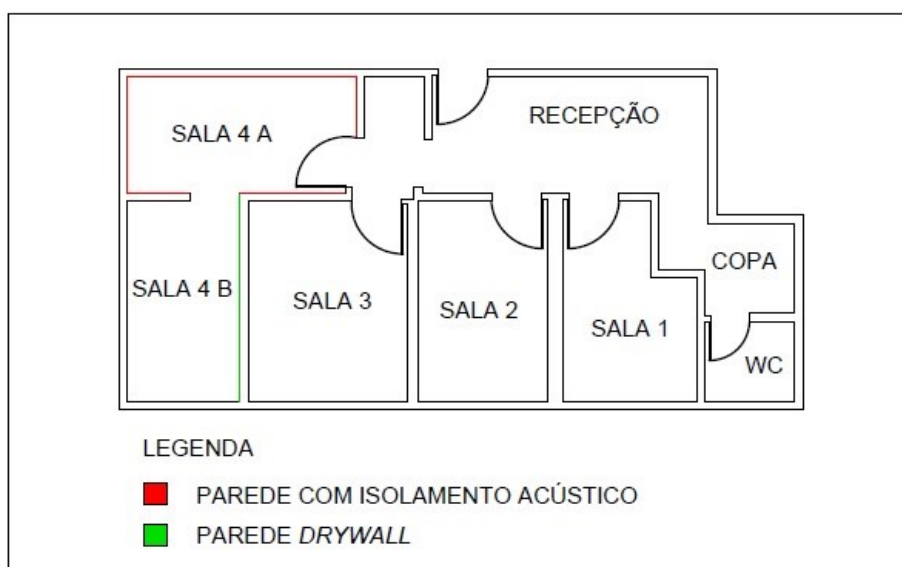


Figura 12 – Localização dos pontos de isolamento acústico, sala 4.

Fonte: a autora (2018).

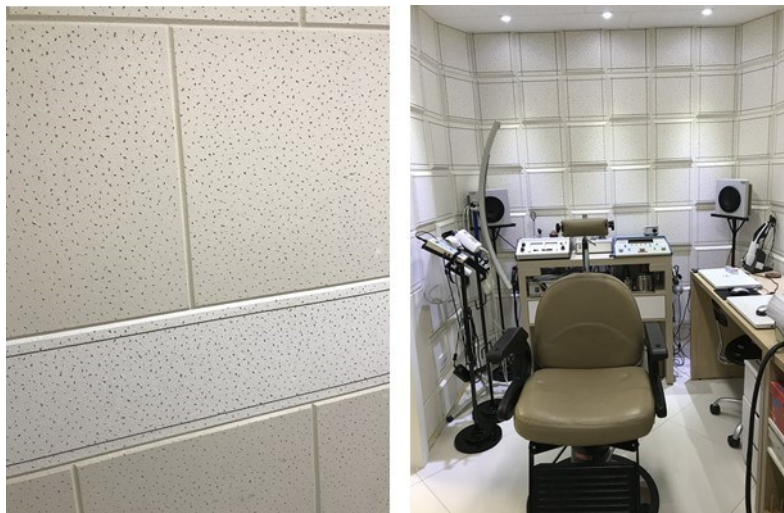


Figura 13 – Isolamento acústico, sala 4.

Fonte: a autora (2018).

O novo isolamento acústico na sala 4 reduziu o ruído, porém não resolveu plenamente o desconforto acústico durante o atendimento. Um dos pontos falhos do isolamento acústico foi provavelmente a escolha do tipo de material e projeto, pois não foi feita medição do nível de pressão sonora no local. Além disso a fonoaudióloga, por insegurança em relação ao princípio de incêndio ocorrido somado ao elevado valor de investimento, não solicitou a instalação em toda sala de atendimento.

Diante da situação exposta é necessário a avaliação do nível de pressão sonora em todas as salas de atendimento, assim como avaliar as condições de isolamento acústico do compartimento de alvenaria onde o compressor está instalado. A partir desses levantamentos e avaliações, agregado às necessidades específicas de conforto acústico da fonoaudióloga para as atividades desenvolvidas no local, pode-se estabelecer medidas para isolamento acústico de forma segura.

3.3 INSTRUMENTO E PROCESSO DE COLETA DE DADOS

Para elaborar a avaliação do nível de pressão sonora da clínica foram consultas as seguintes normas: NBR 10151:2000, NBR 10152:1987 e NR – 15:1978. A NBR 10151:2000 trata sobre os procedimentos a serem adotados para avaliação quantitativa do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade. A NBR 10152:1987 estabelece os valores de nível de pressão sonora por estabelecimento e atividade desempenhada. A NR 15:1978 estabelece os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente e o os limites tolerância para ruídos de impacto.

Para avaliar de forma quantitativa o nível de pressão sonora em cada sala da clínica utilizou-se o medidor de pressão sonora Minipa MSL – 1352.



Figura 14 – Medidor de pressão sonora utilizado.

Fonte: a autora (2018).

O aparelho registra de forma direta o nível de pressão sonora e expressa o resultado em dB (decibel). Os medidores de nível de pressão são dotados de filtros de ponderação, que podem ser divididos em quatro tipos: A, B, C e D. Usualmente utiliza-se o filtro A, o qual apresenta resposta mais próxima do ouvido humano e avalia melhor em que medida a energia sonora distribuída em várias frequências pode ser responsável pela alteração na audição. (SANTOS e MATOS, 1999, p. 18). O medidor utilizado neste trabalho possui filtro de ponderação A e C e fornece resposta de frequência em *Fast* (rápido) e *Slow* (lento). *Fast* ou rápida é usado para medir níveis de ruído que não oscilam muito rapidamente, portanto para ruídos contínuos e também para determinar valores extremos de ruídos intermitentes. *Slow* ou lenta é usado em situações de grande flutuação, para facilitar leitura. Expressa valores médios e é habitualmente usado (SANTOS e Matos, 1999, p. 18).

As medições foram realizadas conforme a NBR 10151:2000, a qual determina:

- a) As medições em ambientes internos efetuadas a distância de no mínimo 1 m de quaisquer superfícies como paredes, teto, pisos e móveis;
- b) Os níveis de pressão sonora em interiores devem ser o resultado da média aritmética dos valores medidos em pelo menos três posições distintas, sempre que possível afastadas entre si em pelo menos 0,5 m;
- c) As medições devem ser efetuadas nas condições de utilização normal do ambiente, isto é, com as janelas abertas ou fechadas de acordo com a indicação do reclamante.

Dessa forma, foram realizadas medições de nível de pressão sonora em todas as salas de atendimento da clínica fonoaudiológica, em três pontos distintos de cada sala, a cada 5 s, em um total de 12 leituras por ponto. A norma orienta que sejam coletadas amostras suficientes para caracterização do ruído, sendo possível envolver uma única amostra ou uma sequência delas. As medições foram realizadas em duas condições usuais de trabalho: ar condicionado ligado e janela fechada; ar condicionado desligado e janela aberta. As portas sempre se mantem fechadas durante atendimento. A sala 4, por possuir janela de difícil acesso, obstruída pela cabine acústica, não será enquadrada na segunda condição de atendimento, pois encontra-se sempre fechada. Portanto a sala 4 é apresentada apenas com a variável relacionada a utilização do ar condicionado.



Figura 15 – Localização da janela na sala 4.

Fonte: a autora (2018).

Também fez-se necessário medir o nível de pressão sonora do equipamento quando acionado. Para a medição do compressor foi utilizado o mesmo aparelho citado anteriormente, próximo a fonte, medido a cada 5 segundos por 12 vezes para seguir o mesmo padrão aplicado dentro das salas. Os resultados estão apresentados conforme tabela 5 do item 4.2.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DE RESULTADOS RELACIONADOS ÀS MEDIÇÕES DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA

Após a medição, os dados foram adicionados a planilha excel para obter os níveis de pressão sonora médio em cada sala de atendimento (ver Apêndice A). Os gráficos comparativos estão divididos por salas e por condições de trabalho, dentre elas:

Condição 1: Ar condicionado ligado, janela fechada e compressor atuante.

Condição 2: Ar condicionado ligado, janela fechada e compressor inativo.

Condição 3: Ar condicionado desligado, janela aberta e compressor atuante.

Condição 4: Ar condicionado desligado, janela aberta, compressor inativo.

Condição 5: Ar condicionado desligado, janela fechada e compressor atuante.

Condição 6: Ar condicionado desligado, janela fechada e compressor inativo.

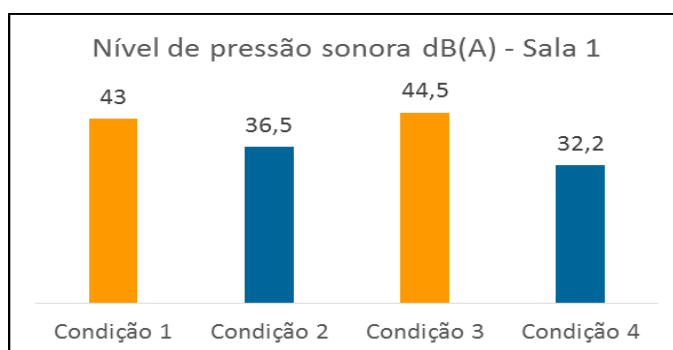


Figura 16 – Níveis de pressão sonora conforme condições de atendimento – sala 1.

Fonte: a autora (2018).

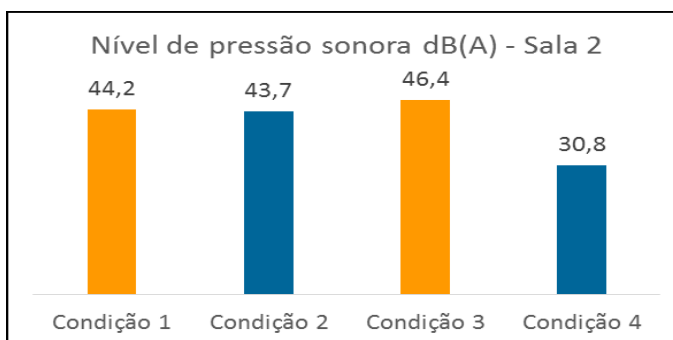


Figura 17 – Níveis de pressão sonora conforme condições de atendimento – sala 2.

Fonte: a autora (2018).

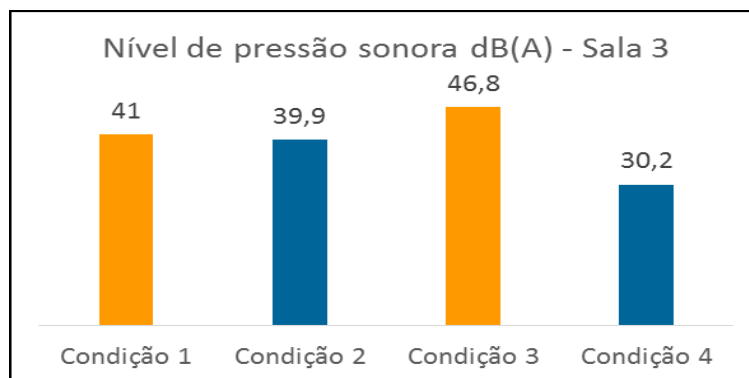


Figura 18 – Níveis de pressão sonora conforme condições de atendimento – sala 3.

Fonte: a autora (2018).

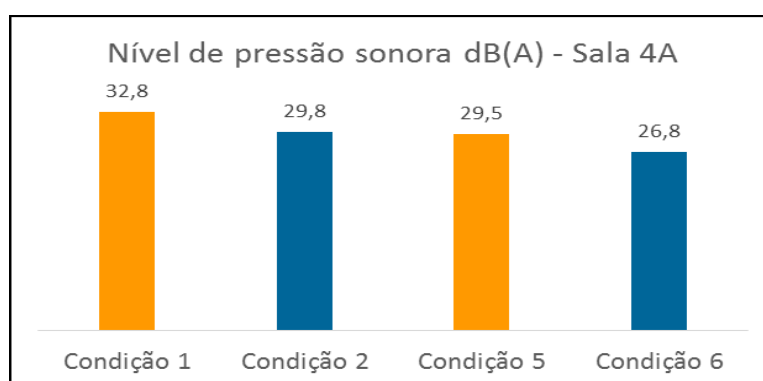


Figura 19 – Níveis de pressão sonora conforme condições de atendimento – sala 4a.

Fonte: a autora (2018).



Figura 20 – Níveis de pressão sonora conforme condições de atendimento – sala 4b.

Fonte: a autora (2018).

Nota-se que a sala 4 está dividida entre “a” e “b”. Conforme ilustrado anteriormente, a sala 4 possui formato em “L”. Durante a medição do nível de pressão sonora, optou-se por dividi-las em duas partes, pois devido a sua estrutura física, os pontos da divisão 4a possuem distância considerável em relação a exposição ao ruído do compressor. Além disso a sala 4 possui na divisão “a” isolamento acústico em todas as paredes, e a sala “b” possui *drywall* em uma determinada parede. De forma geral, a sala 4 possui particularidades em relação às condições de trabalho, pois por não possuir fácil acesso, a janela permanece constantemente

fechada. Diante destas ressalvas a sala em questão possui o menor nível de pressão sonora, já que não recebe o fluxo de ruído transmitido através abertura da janela somado a presença da cabine acústica, a qual ocupa boa parte do ambiente, localizada na divisão b. As outras salas possuem maior nível de ruído quando a janela se mantém aberta e o compressor atuante. O ar condicionado em todas as salas emite ruído significativo, porém pode ser desligado conforme a necessidade do atendimento a qualquer momento. Não é o caso do ruído oriundo do compressor, uma vez que não se sabe quando será reproduzido ou cessará. Esta intermitência de ruído indesejado prejudica o andamento da consulta, uma vez que são atendidos pacientes portadores de deficiência intelectual, bebês, crianças, idosos, os quais necessitam ser avaliados com precisão para obter um diagnóstico de excelência e posteriormente serem tratados de forma eficaz.

De forma geral é notório como o compressor de ar contribui para o elevado nível de pressão sonora. Sem a sua atuação pode-se constatar a redução significativa de valores de dB(A) em todas as salas e em todas as condições de atendimento. Destaca-se a sala 3 como o pior caso. Nela observa-se um aumento do nível de pressão sonora de 30,2 dB (condição 4) para 46,8 dB (condição 3). Dessa forma, com o objetivo de reduzir o impacto do ruído provido pelo compressor e manter o nível de pressão sonora em condições ideais para atendimento, faz-se necessário avaliar alternativas para solucionar esta situação.

4.2 PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS PARA ATENUAÇÃO DO RUÍDO

Diante dos resultados obtidos através das medições dos níveis de pressão sonora, aliado às queixas das profissionais em relação ao ruído do compressor de ar, faz-se necessário prover isolamento acústico eficiente para atender às exigências dos exames realizados na clínica.

Quando compressor não está ativo o atendimento é eficaz tanto para o paciente quanto para a profissional. E sendo o compressor de ar a principal fonte emissora de ruído nas imediações da clínica, pode-se trabalhar com algumas possibilidades de intervenções para controle do ruído indesejado. Como o compressor de ar pertence a profissional vizinha à clínica, a opção pela substituição por outra máquina mais nova e silenciosa não foi acatada, pois não existe interesse de investimento pela proprietária. Uma outra possibilidade para redução do ruído indesejado seria aumentar a distância da fonte emissora. Esta alternativa também foi vetada pela profissional vizinha, pois recentemente solicitou a construção de uma

casa de alvenaria para instalação do compressor e não tem interesse em efetuar novas modificações por questões financeiras.

Com o intuito de isolar o ruído emitido pela fonte sonora, e diante do veto de implantação das possíveis medidas citadas anteriormente, tem-se como próxima alternativa isolar o interior da casa de alvenaria, onde o compressor está instalado. Conforme apresentado em Fundamentação Teórica, alguns exemplos de intervenções sobre a propagação podem ser estabelecidos através da blindagem e barreiras. O funcionamento do compressor envolve entrada e saída de ar, sendo necessário prever uma abertura na blindagem para ventilação. Dessa forma, os exemplos de tratamento acústico que atendem a essa necessidade seriam as intervenções “i” e “k”.

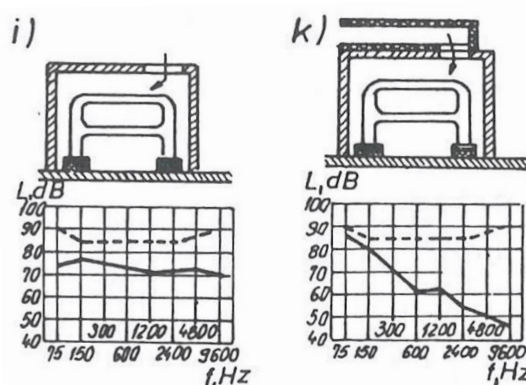


Figura 21 – Exemplos de tratamento acústico – blindagem, barreiras, amortecedores.

Fonte: Ruído, Riscos e Prevenção (1999).

Conforme citado no item 2.2, isolamento acústico, paredes grossas e duplas proporcionam atenuação de ruído superior comparado a paredes simples. A relação entre espessura e atenuação pode ser aprimorada com a aplicação de materiais absorventes entre as duas paredes. Dessa forma ao construir uma parede dupla deve-se colocar entre as duas paredes materiais fonoabsorventes, distribuído de forma homogênea, ocupando o máximo de espaço no compartimento (VALLE, 2009, p. 166). O objetivo desse sistema é enclausurar o ruído propagado pelo compressor de forma que os materiais acústicos o absorvam efetivamente.

Conforme citado no item 2.4, materiais acústicos, a escolha do material absorvente está relacionada com o coeficiente de absorção acústica para cada frequência. De acordo com artigo publicado no *International Journal of Environmental Health Engineering*, Forouharmajd *et al* (2012, p. 3) estabeleceu níveis de pressão sonora, em dB, para diferentes faixas de frequências (Hz) de ruídos emitidos por compressores de diferentes potências (kW), conforme tabela a seguir.

Tabela 4 – Níveis de pressão sonora de compressores de ar, em dB, medidos a 0,9 m de distância.

Frequência (Hz)	Níveis de pressão sonora (dB) x potência do compressor (kW)		
	0,75 – 1,5	2 - 6	7 - 50
31	82	87	92
63	81	84	87
125	81	84	87
250	80	83	86
500	83	86	89
1000	86	89	92
2000	86	89	92
4000	84	87	90
8000	81	84	87
Demais	93	96	99
Curva (A)	91	94	97

Fonte: *International Journal of Environmental Health Engineering*, adaptado (2012).

Conforme descrito no item 3.1 do presente trabalho, a potência do compressor de ar utilizado pela dentista é de 1,5 kW. Dessa forma deve-se atentar aos valores da primeira coluna da tabela 4. Para a medição dos níveis de pressão sonora (item 3.3) obteve-se os seguintes valores, em dB(A), para o compressor:

Tabela 5 – Níveis de pressão sonora do compressores de ar, em dB, medidos a 0,9 m de distância.

Intervalos de medições (s)	Nível de pressão sonora em dB(A)
-	91
5	93
10	91
15	94
20	89
25	89
30	93
35	90
40	91
50	92
55	92
60	91

Fonte: a autora (2018).

O artigo de Forouharmajd *et al* (2012, p. 3) está relacionado à análise de métodos para reduzir a poluição sonora causada por compressores de ar. Foram feitas medições dos níveis

de pressão sonora do compressor com e sem invólucro. Para confinar o compressor foi utilizado chapa de metal forrada com material absorvente (lã mineral). Analisadores de som e vibração foram utilizados pelos autores para obter as características sonoras (Hz x dB) produzidas pelo compressor. Entretanto para a medição do compressor do presente trabalho, não foram utilizados estes equipamentos, somente medidor de nível de pressão sonora, em dB(A).

Dessa forma ao correlacionar as duas tabelas anteriores, pode-se observar que os níveis de pressão sonora, em dB, não apresentam grandes desvios mesmo com mudança de frequência e intervalos de tempo de medição. Sendo assim, para o isolamento acústico do compressor recomenda-se que sejam empregados materiais capazes de atenuar ruídos de altas e baixas frequências. Portanto, uma possível solução para compor o sistema de isolamento proposto, seria a combinação de dois materiais: de alto coeficiente de absorção acústica para frequências baixas, e altos coeficientes para frequências altas. Uma possibilidade, conforme tabela 2 do item 2.4, seria a combinação de feltro de fibra natural de 5 mm, diretamente na parede com lã mineral de 50mm, coberta de papelão denso, conforme figura 22.

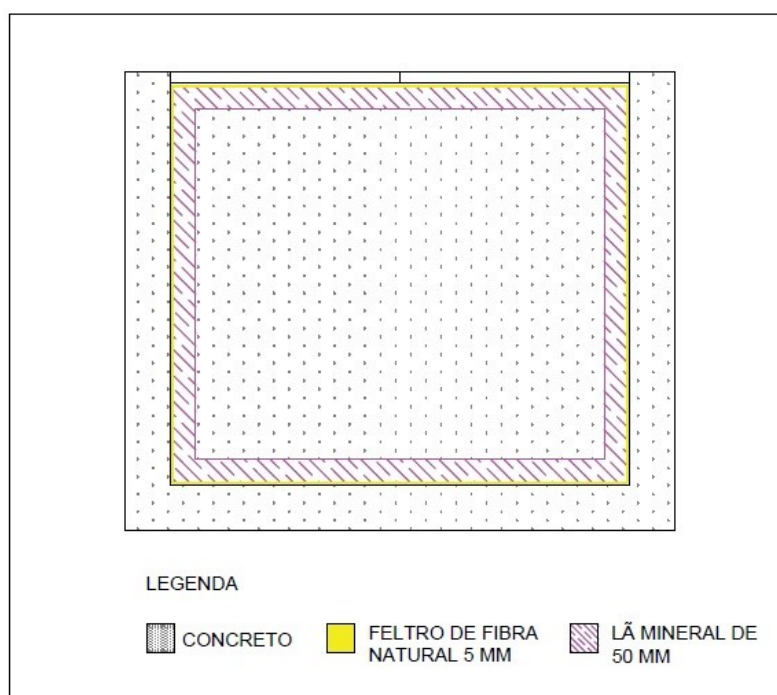


Figura 22 – Projeção de isolamento acústico para compressor.

Fonte: a autora (2018).

4.3 ANÁLISE DA PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO NO CENTRO MÉDICO

Conforme citado anteriormente, a intenção da instalação das espumas acústicas, desde o primeiro momento, tinha como objetivo reduzir e de preferência cessar o ruído indesejado provido pelo compressor de ar pertencente profissional da sala vizinha. O princípio de incêndio foi causado pelo uso de material inadequado somado a inexperiência do trabalhador, aliado a falta de conhecimento dos responsáveis pela clínica sobre o poder de inflamabilidade da espuma acústica. A presença de um profissional gabaritado para extinguir o incêndio foi o fator determinante para que não houvesse uma proporção maior.

Entretanto, para o caso de um incêndio de maior proporção questiona-se a segurança do centro médico bem como suas condições para proteção e combate ao fogo. Dessa forma, após o princípio de incêndio, a síndica foi comunicada sobre a ocorrência e solicitou ao Corpo de Bombeiros a verificação das condições do centro médico em relação a proteção contra incêndio. O centro médico havia sido recentemente reformado, e diante dos últimos acontecimentos a síndica resolveu averiguar, por meio da vistoria do órgão competente, a atual situação do local. As reformas foram estritamente estéticas, de forma que realizaram mudanças na fachada, recepção e área de acesso ao centro médico.

O decreto nº 56.819/2011 determina as exigências, por meio de tabelas, de medidas de segurança contra incêndio conforme a classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação (ver Anexo C). Sendo assim, o centro médico é classificado pelo grupo H, Serviço de Saúde e Institucional, divisão H – 6, clínica e consultório médico e odontológico. O decreto também classifica as edificações quanto à altura por tipo (de I a IV), e também classifica as edificações e áreas de risco quanto à carga de incêndio por riscos baixo, médio e alto (ver Anexo D). Dessa forma, a edificação é classificada como tipo III, edificação baixa-média altura, $6,00\text{ m} < H < 12,00\text{ m}$, risco baixo (até 300 MJ/m^2). A classificação do risco é obtida a partir do conhecimento da carga de incêndio, determinada pela Instrução técnica nº14 (ver Anexo E). Portanto, diante de todas as condições determinadas pelo órgão competente, tem-se todas as exigências de medidas de segurança contra incêndio para a edificação em questão (ver Anexo F). A tabela a seguir é a tabela reduzida das exigências de medidas de segurança do grupo H, divisão H-5 e H-6, para ilustrar especificamente e claramente as atribuições destinadas ao centro médico.

Tabela 6 – Valores médios de coeficientes de absorção acústica – produtos comercializados.

Medidas de segurança contra incêndio	Classificação quanto à altura de $6 < H < 12$ m
Acesso de viatura na edificação	X
Segurança estrutural contra incêndio	X
Compartimentação horizontal	X
Controle de materiais de acabamento	X
Saídas de emergência	X
Brigada de incêndio	X
Iluminação de emergência	X
Alarme de incêndio	X
Sinalização de emergência	X
Extintores	X
Hidrantes e mangotinhos	X

Fonte: Tabela 6H.3 decreto n° 56819/2011, adaptado (2018).

De acordo com a síndica, após a reforma e vistoria dos bombeiros algumas correções foram estabelecidas, sendo elas: a mudança da posição do hidrante na recepção, o recrutamento de brigada de incêndio e a relocação da central de alarme. A ausência de brigada, em incêndios de maiores proporções, teria sido fator determinante na preservação do patrimônio e da vida. A Instrução Técnica n° 17/2014 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, determina a composição mínima da brigada de incêndio por pavimento ou compartimento (ver Anexo G). Sendo a classificação do centro médico, H-6, grau de risco baixo, e conhecido a população fixa por pavimento pode-se estabelecer o número de brigadistas e o seu nível de treinamento. A população fixa por pavimento do centro médico é dividida em: 34 pessoas no pavimento térreo, 26 pessoas no primeiro pavimento e 42 pessoas no segundo pavimento. Conforme estabelecido na Instrução Técnica n° 17, por possuir número superior a 10 pessoas por pavimento, direciona-se a nota 5.

Quando a população fixa de um pavimento, compartimento ou setor for maior que 10 pessoas, será acrescido mais um brigadista para cada grupo de até 20 pessoas para risco baixo, mais um brigadista para cada grupo de até 15 pessoas para risco médio e mais um brigadista para cada grupo de até 10 pessoas para risco alto. (INSTRUÇÃO TÉCNICA N° 17, 2014, p. 434)

Portanto, a brigada deve ser formada por 9 integrantes, com nível de treinamento básico. Os brigadistas devem ser selecionados de acordo com as atribuições estabelecidas pela instrução técnica n°17, além de serem avaliados segundo o conteúdo de cada nível de treinamento. Até o presente momento, segundo a síndica, a brigada está em fase de adaptação, sendo formada por dois dentistas, um médico, dois funcionários do prédio e uma auxiliar de enfermagem, totalizando 6 componentes. Em relação ao alarme de incêndio, “a distância

máxima a ser percorrida por uma pessoa, em qualquer ponto da área protegida até o acionador manual mais próximo, não deve ser superior a 30 metros” (Instrução Técnica nº 19 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, 2011, p. 455). Sendo assim foram instalados centrais de alarme em todos os pavimentos, juntamente aos acionadores manuais do sistema de detecção e alarme e avisador sonoro e visual (com sirene).

4.4 ANÁLISE DA CARGA DE INCÊNDIO RELACIONADA AO ISOLAMENTO ACÚSTICO

A Instrução Técnica nº 14 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, conforme citado no item Fundamentação Teórica do presente trabalho, define os métodos de cálculo para determinação da carga de incêndio, sendo probabilístico e determinístico.

4.3 Método de cálculo probabilístico: é o método de cálculo baseado em resultados estatísticos do tipo de atividade exercida na edificação em estudo. 4.4 Método de cálculo determinístico: é o método de cálculo baseado no prévio conhecimento da quantidade e qualidade de materiais existentes na edificação em estudo. (INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 14, 2011, p. 299)

O método probabilístico é determinado conforme os anexos “a” e “b” da Instrução Técnica citada. O anexo “a” relaciona a carga de incêndio à ocupação determinada pelo Decreto Estadual nº 56.819/11 (ver Anexo C). O anexo “b” trata-se da tabela relacionada a carga de incêndio relativa à altura de armazenamento (depósitos), sendo assim, não possui representatividade no estudo, uma vez que não se aplica este tipo de divisão. Dessa forma, e conforme citado no item anterior deste trabalho, pelo método probabilístico, a clínica possui carga de incêndio igual a 300 MJ/m². O método determinístico é calculado conforme o anexo “c” da IT – 14, método para levantamento da carga de incêndio específica, através da seguinte expressão:

$$q_{fi} = \frac{\sum M_i H_i}{A_f}$$

onde:

q_{fi} - valor da carga de incêndio específica, em megajoule por metro quadrado de área de piso;

M_i - massa total de cada componente (i) do material combustível, em quilograma. Esse valor não pode ser excedido durante a vida útil da edificação exceto quando houver alteração de ocupação, ocasião em que (M_i) deve ser reavaliado;

H_i - potencial calorífico específico de cada componente do material combustível, em megajoule por quilograma

A_f - área do piso do compartimento, em metro quadrado.

O objeto de estudo desse trabalho está relacionado ao incêndio causado na clínica por todos os fatores citados anteriormente, destacando-se a espuma acústica como causa primária. Dessa forma, por meio da expressão do método determinístico, tem-se como objetivo a análise do incremento da carga de incêndio propiciada pela espuma acústica. A Instrução Técnica nº 14 apresenta valores de referência de potencial calorífico específico (H_i) de diversos materiais (ver Anexo A). Sendo a espuma acústica composta por poliuretano, tem-se o valor de referência, H_i , igual a 23 MJ/kg.

Conforme citado, a espuma acústica seria (até ocorrência do princípio de incêndio) aplicada em todas as salas. Sendo uma espuma acústica de densidade 28 kg/m³ e espessura 50 mm, e através do somatório de áreas das paredes de todas as salas, pode-se determinar o volume do material a seguir.

Tabela 7 – Volume de espuma acústica na clínica fonoaudiológica.

Salas	Área de aplicação parede (m ²)	Volume parede (m ³)
Sala 1	20,89	1,04
Sala 2	25,48	1,27
Sala 3	27,44	1,37
Sala 4	48,20	2,41
TOTAL	122,01	6,10

Fonte: a autora (2018).

O volume de 6,10 m³ obtido na tabela anterior, trata-se de uma projeção do total de espumas, caso tivessem sido aplicadas em todas as paredes de todas as salas da clínica. Através da expressão matemática, pode-se obter o valor da massa total de espumas que seriam aplicadas na clínica. Portanto,

$$d = 28 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 6,10 \text{ m}^3$$

$$m = d \times v$$

$$m = 170,8 \text{ kg}$$

Sendo a área total de piso de todas as salas de atendimento de 40,9 m², e conforme a Instrução Técnica nº14, pode-se obter o valor da carga de incêndio proporcionada através das espumas acústicas. Dessa forma, tem-se:

$$m = 170,8 \text{ kg}$$

$$H_i = 23 \text{ MJ/kg}$$

$$A = 40,9 \text{ m}^2$$

$$q_{fi} = \frac{\sum M_i H_i}{A_f}$$

Portanto,

$$q_{fi} = 96,04 \text{ MJ/m}^2$$

Destaca-se que o valor da carga de incêndio específica de 96,04 MJ/m² está relacionado ao incremento proporcionado pelas das espumas acústicas, caso tivessem sido aplicadas em todas as salas. Dessa forma, a classificação de risco da clínica quanto a carga de incêndio seria alterada para risco médio (ver Anexo D). Essa alteração implicaria ao centro médico conceder a autorização para instalação das espumas na clínica, e realizar as alterações necessárias de sistemas de proteção e combate a incêndio para se adequar à nova carga.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O princípio de incêndio foi ocasionado por uma junção de fatores. Dentre eles destacam-se a aplicação de espumas acústicas desprovidas de tratamento antichama por um profissional inexperiente, ausência de avaliação acústica e projeto inadequado para estabelecer medidas de isolamento acústico seguro e eficaz.

Para estabelecer estas medidas deve-se avaliar o nível de pressão sonora tanto no compressor quanto em todas as salas de atendimento, conforme estabelecido pela NBR 10151:2000. A primeira intervenção deve ser realizada diretamente na fonte emissora através de blindagem revestida por materiais absorventes compatíveis a frequência e coeficientes de absorção acústica. Dessa forma evita-se realizar intervenções no interior do empreendimento, assim como preservar acréscimos de carga de incêndio.

Entretanto para situações em que o encapsulamento da fonte emissora de ruído não corresponder acusticamente às necessidades desempenhadas no local deve-se realizar intervenções internas. Para o isolamento acústico interno o sistema de atenuação de ruído mais eficaz é através da construção de paredes de gesso acartonado revestidas por materiais absorventes. Para implantação desta medida deve-se atentar a escolha do material absorvente e seu poder calorífico. Além disso estas intervenções devem estar em conformidade com a Instrução Técnica nº. 14/2011 do Corpo de Bombeiros de São Paulo e o decreto 56.819/2011.

Ressalta-se a importância de profissionais capacitados e habilitados para administrar, gerenciar e executar as funções respectivas às suas áreas de atuação. Para a situação em questão, o princípio de incêndio poderia ser evitado através da atuação do especialista em avaliar os níveis de pressão sonora e determinar o acréscimo de carga de incêndio que o isolamento acústico proporcionaria. E para incidentes de maiores proporções, o projeto de prevenção e combate a incêndio desenvolvido pelo profissional garante eficiência na extinção do fogo, agilidade no resgate às vítimas, redução aos danos patrimoniais e preservação da vida.

O ocorrido na clínica fonoaudiológica proporcionou a conscientização dos profissionais que atuam no centro médico sobre a importância do monitoramento das condições atuais do estabelecimento, assim como efetuar manutenções regulares em todos os sistemas de proteção e combate a incêndio. Uma das medidas estabelecidas foi a formação de brigada de incêndio, que até então não existia no centro médio. Esta brigada é formada pelos próprios condôminos, que realizam reuniões regularmente e atuam conforme determinado pela Instrução Técnica nº. 17/2014 do Corpo de Bombeiros de São Paulo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13860**: Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio, Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação – Referências - Elaboração, Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9446**: Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante, Rio de Janeiro, 1986.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR -15**: Atividades e operações insalubres. 78ª Edição. São Paulo: Atlas, 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR – 23**: Proteção contra incêndios. 78ª Edição. São Paulo: Atlas, 2017.

CARVALHO, Régio Paniago. **Acústica arquitetônica**. 1ª Edição. Brasília: Thesaurus, 2006.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica nº 08**: Resistência ao fogo dos elementos de construção. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica nº 14**: Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica nº 17**: Brigada de incêndio. São Paulo, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica nº 19:** Sistema de detecção e alarme de incêndio. São Paulo, 2011.

EXAME – NEGÓCIOS, ECONOMIA, TECNOLOGIA E CARREIRA. **As 10 maiores fontes de conflito em condomínios.** Disponível em: < <https://exame.abril.com.br/seu-dinheiro/10-maiores-fontes-conflito-condominios-545875/>>. Acesso em: 26 fev. 2018, 19:30.

FONSECA, Nunor. **Introdução a engenharia do som.** 2ª Edição. Lisboa: FCA, 2012.

FOROUHARMAJD, Farhad; NASSIRI, Parvin; MONAZZAM, Mohammad Reza. Noise pollution of air compressor and its noise reduction procedures by using an enclosure. **International Journal of Environmental Health Engineering**, Iran, v.02, n.02, p.1-4, fev. 2012. Disponível em:< <http://www.ijehe.org/article.asp?issn=2277-9183;year=2012;volume=1;issue=1;spage=20;epage=20;aualast=Forouharmajd>>. Acesso em: 23 abr.2018, 21:43.

MUNHOZ, Mário Sérgio Lei; CAOVIALLA, Heloísa Helena; SILVA, Maria Leonor Garcia da; GANANÇA, Maurício Malavasi. **Audiologia clínica 2.** 1ª Edição. São Paulo: Atheneu, 2000.

RAPOSO, Rita. Condomínios fechados, tempo, espaço e sociedade: uma perspectiva histórica. **Revistas eletrônicas da PUC – SP**, São Paulo, v.14, n.27, p.171-196, jan/jun. 2012. Disponível em: < <https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/viewFile/14786/10782>>. Acesso em: 25 fev. 2018, 18:21.

RUSSO, Iêda C. Pacheco; SANTOS, Teresa M. Momensohn dos. **A prática da audiologia clínica.** 4ª Edição. São Paulo: Cortez, 1993.

SANTOS, Ubiratan de Paula; MATOS, Marcos Paiva; MORATA, Thaís Catalani; OKAMOTO, Vilma Akemi. **Ruído riscos e prevenção.** 3ª Edição. São Paulo: Hucitec, 1999.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 56.819, de 10 de março de 2011. Institui o regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco no estado de São Paulo e estabelece outras providências. Disponível em: < <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2011/decreto-56819-10.03.2011.pdf> >. Acesso em 20 fev.2018, 20:45.

SCHULZ. **Produtos**. Disponível em: < <https://www.schulz.com.br/produto/bravo-csl-10br100/>>. Acesso em: 12 mar. 2018, 18:50.

SEITO, Alexandre Itu; GILL, Alfonso Antonio; PANNONI, Fabio Domingos; ONO, Rosaria; SILVA, Silvio Bento da; CARLO, Ualfrido Del; SILVA, Valdir Pignatta e. **A segurança contra incêndio no Brasil**. 1ª Edição. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

VALLE, Sólton do. **Manual prático de acústica**. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Música & tecnologia, 2009.

VEJA. **Poliuretano, um dos vilões do incêndio em Santa Maria**. Disponível em: < <https://veja.abril.com.br/ciencia/poliuretano-um-dos-viloes-do-incendio-em-santa-maria/>>. Acesso em: 04 abr. 2018, 21:38.

APÊNDICE A – DADOS DAS MEDIÇÕES DE NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA DAS SALAS DE ATENDIMENTO

	Níveis de pressão sonora dB(A)			Níveis de pressão sonora dB(A)	
	SALA 1			SALA 1	
	Compressor atuante / sem atendimento			Compressor inativo / sem atendimento	
	Ar condicionado ligado / janela fechada	Ar condicionado desligado / janela aberta		Ar condicionado ligado / janela fechada	Ar condicionado desligado / janela aberta
	PONTO 1			PONTO 1	
	43,3	40,9		37,2	30,4
	42,1	41,4		37,5	29,3
	42,0	44,3		37,1	34,6
	41,8	44,7		37,3	31,1
	42,0	45,1		37,4	30,6
	42,0	41,8		37,3	29,7
	43,0	40,9		38,3	29,9
	42,0	41,4		37,7	31,7
	41,9	42,6		38,1	32,2
	41,6	44,5		39,0	29,9
	41,4	46,0		37,8	32,5
	41,8	47,0		39,1	29,4
Média ponto 1	42,1	43,4	Média ponto 1	37,8	30,9
	PONTO 2			PONTO 2	
	42,2	47,5		39,6	31,1
	41,8	47,3		39,0	29,7
	42,2	46,5		38,1	29,0
	42,1	46,5		38,3	29,3
	42,4	46,5		39,0	30,2
	42,4	44,4		38,5	29,7
	43,4	43,5		38,3	30,2
	42,9	43,8		38,0	45
	42,6	43,5		38,2	36,3
	42,9	35,3		38,6	42,2
	42,6	43,1		38,0	36,9
	42,1	46,4		35,6	31,7
Média ponto 2	42,5	44,5	Média ponto 2	38,3	33,4
	PONTO 3			PONTO 3	
	44,5	49,0		33,6	40,2
	44,4	47,0		33,3	32,3
	44,6	48,6		33,4	31,3
	44,6	46,4		33,4	30,2
	44,2	43,3		33,5	30,7
	44,5	42,9		32,9	31,4
	45,0	46,5		33,3	32,8
	44,9	45,1		34,1	31
	44,5	37,6		32,9	30
	44,4	45,7		33,1	30,9
	44,9	46,8		33,4	32,6
	44,2	48,3		33,0	33,5
Média ponto 3	44,6	45,6	Média ponto 3	33,3	32,2
Nível de pressão sonora médio dB(A)	43,0	44,5	Nível de pressão sonora médio dB(A)	36,5	32,2

	Níveis de pressão sonora dB(A)			Níveis de pressão sonora dB(A)	
	SALA 2			SALA 2	
	Compressor atuante / sem atendimento			Compressor inativo / sem atendimento	
	Ar condicionado ligado / janela fechada	Ar condicionado desligado / janela aberta		Ar condicionado ligado / janela fechada	Ar condicionado desligado / janela aberta
	PONTO 1			PONTO 1	
	42,6	46,6		42,7	32,9
	43,3	43,3		42,6	28,7
	43,3	43,5		42,7	28,8
	43,6	44,5		43,6	31,5
	43,3	45		42,6	29,5
	43,5	46,4		42,6	29,7
	43,3	47,4		42,9	29,5
	43,2	48,8		43,0	30,2
	43,2	49,1		43,2	29
	43,2	47,7		42,4	29,6
	43,0	47,9		43,1	29,5
	42,4	46,6		43,6	29,7
Média ponto 1	43,2	46,4	Média ponto 1	42,9	29,9
	PONTO 2			PONTO 2	
	45,0	46,2		46,3	29,9
	44,9	44,4		45,9	29,4
	45,4	50,2		46,2	30,6
	44,8	49,8		47,0	31,3
	45,0	47,3		45,1	32,2
	45,0	47,8		45,6	33,1
	45,3	48,9		45,1	30,6
	45,2	45		44,0	33,5
	45,0	44,8		44,3	32,8
	44,6	45,3		44,0	32,3
	45,0	45,9		44,2	32,8
	45,0	45,9		43,6	30,9
Média ponto 2	45,0	46,8	Média ponto 2	45,1	31,6
	PONTO 3			PONTO 3	
	45,1	44,8		43,5	29,9
	44,4	48,3		43,6	29,8
	44,4	47,7		43,0	29,9
	44,4	41,5		42,8	30,1
	44,4	44,5		43,3	30,7
	43,8	45		43,0	33
	44,3	48,7		43,1	31,7
	44,2	47		43,2	29,1
	43,8	48,6		42,8	31,8
	44,2	44,9		43,3	33
	44,7	44,2		43,2	30,5
	44,1	47,6		43,1	29,6
Média ponto 3	44,3	46,1	Média ponto 3	43,2	30,8
Nível de pressão sonora médio dB(A)	44,2	46,4	Nível de pressão sonora médio dB(A)	43,7	30,8

	Níveis de pressão sonora dB(A)			Níveis de pressão sonora dB(A)	
	SALA 3			SALA 3	
	Compressor atuante / sem atendimento			Compressor inativo / sem atendimento	
	Ar condicionado ligado / janela fechada	Ar condicionado desligado / janela aberta		Ar condicionado ligado / janela fechada	Ar condicionado desligado / janela aberta
	PONTO 1			PONTO 1	
	42,1	50,1		41,1	29,9
	41,8	45,8		41	30,3
	42,0	47,7		40,9	30,3
	41,5	47,5		41,1	30,4
	41,2	47,9		41,1	30,3
	40,6	48,3		41,2	30,1
	40,7	50,4		41,5	30,1
	41,9	43,9		41,5	30,9
	41,7	47,1		41,9	30,4
	42,2	46,5		41,7	32,5
	42,8	47,5		41,6	32,1
	43,1	50,6		41,7	30,9
Média ponto 1	41,8	47,8	Média ponto 1	41,4	30,7
	PONTO 2			PONTO 2	
	43,1	47,1		41,5	28,8
	42,2	44,2		41,4	29,1
	41,2	48,2		40,9	30,3
	41,4	47,7		40,5	33,1
	40,7	47,1		40,5	29,4
	40,0	42,7		40,2	30,1
	40,3	43,7		40,5	30,3
	41,5	45,8		40,4	30
	41,4	45,9		40,7	29,3
	41,3	47,3		40,9	28,8
	40,9	47,7		39,6	28,1
	41,3	50,8		38,9	29,5
Média ponto 2	41,3	46,5	Média ponto 2	40,5	29,7
	PONTO 3			PONTO 3	
	40,0	49,9		37,8	30,7
	40,9	46,9		38,0	29,6
	41,0	47,3		37,4	30,3
	41,3	47,3		38,0	28,9
	41,5	42,7		38,0	29,4
	41,3	44,1		38,1	29,8
	41,3	45,4		38,1	29,8
	40,8	44,8		37,7	31,5
	40,6	43,3		37,3	30
	39,9	47		37,5	29,6
	39,5	46,9		38,0	30,5
	39,8	47,9		38,8	30,5
Média ponto 3	40,7	46,1	Média ponto 3	37,9	30,1
Nível de pressão sonora médio dB(A)	41,2	46,8	Nível de pressão sonora médio dB(A)	39,9	30,2

	Níveis de pressão sonora dB(A)			Níveis de pressão sonora dB(A)	
	SALA 4A			SALA 4A	
	Compressor atuante / sem atendimento			Compressor inativo / sem atendimento	
	Ar condicionado ligado / janela fechada	Ar condicionado desligado / janela fechada		Ar condicionado ligado / janela fechada	Ar condicionado desligado / janela fechada
	PONTO 1			PONTO 1	
	33	28,1		30,4	27,9
	32,9	29,6		30,3	27
	32,3	30,8		32,2	27,1
	32,6	31,2		31,4	26,5
	35,2	30		31,6	26,6
	35,2	30,1		31,7	27,1
	34,9	29,3		31,6	26,8
	34,1	27,8		31,9	26,3
	33,9	29,8		31,4	26,4
	34,2	30		31,9	26,8
	33,0	28,9		31,7	26,5
	33,6	28,1		31,6	26,7
Média ponto 1	33,7	29,5	Média ponto 1	31,5	26,8
	PONTO 2			PONTO 2	
	33,1	28,1		28,8	26,6
	33,9	27,5		28,3	26,6
	32,7	28		28,9	26,5
	32,9	28,3		28,7	26,5
	33,1	28,3		28,4	26,8
	33,3	30,1		28,5	27,9
	31,8	27,4		28,7	28,1
	32,6	28		29,2	27,4
	30,7	27,9		29,0	26,9
	30,0	27,9		28,8	26,3
	30,6	27,7		28,5	26,4
	31,2	28,2		28,8	26
Média ponto 2	32,2	28,1	Média ponto 2	28,7	26,8
	PONTO 3			PONTO 3	
	31,2	32,6		29,4	26,7
	33,1	29,7		29,3	26,2
	34,9	30,1		29,2	28,3
	34,8	32,4		30,1	27,2
	33,6	31,8		29,3	26,7
	32,6	32,5		29,0	26,6
	31,8	28,8		29,5	26,3
	31,1	29,5		29,3	26,1
	31,5	31		29,0	26,4
	31,7	29,3		29,0	26,7
	32,5	29,8		29,4	27,1
	30,6	32,7		29,3	26,3
Média ponto 3	32,5	30,9	Média ponto 3	29,3	26,7
Nível de pressão sonora médio dB(A)	32,8	29,5	Nível de pressão sonora médio dB(A)	29,8	26,8

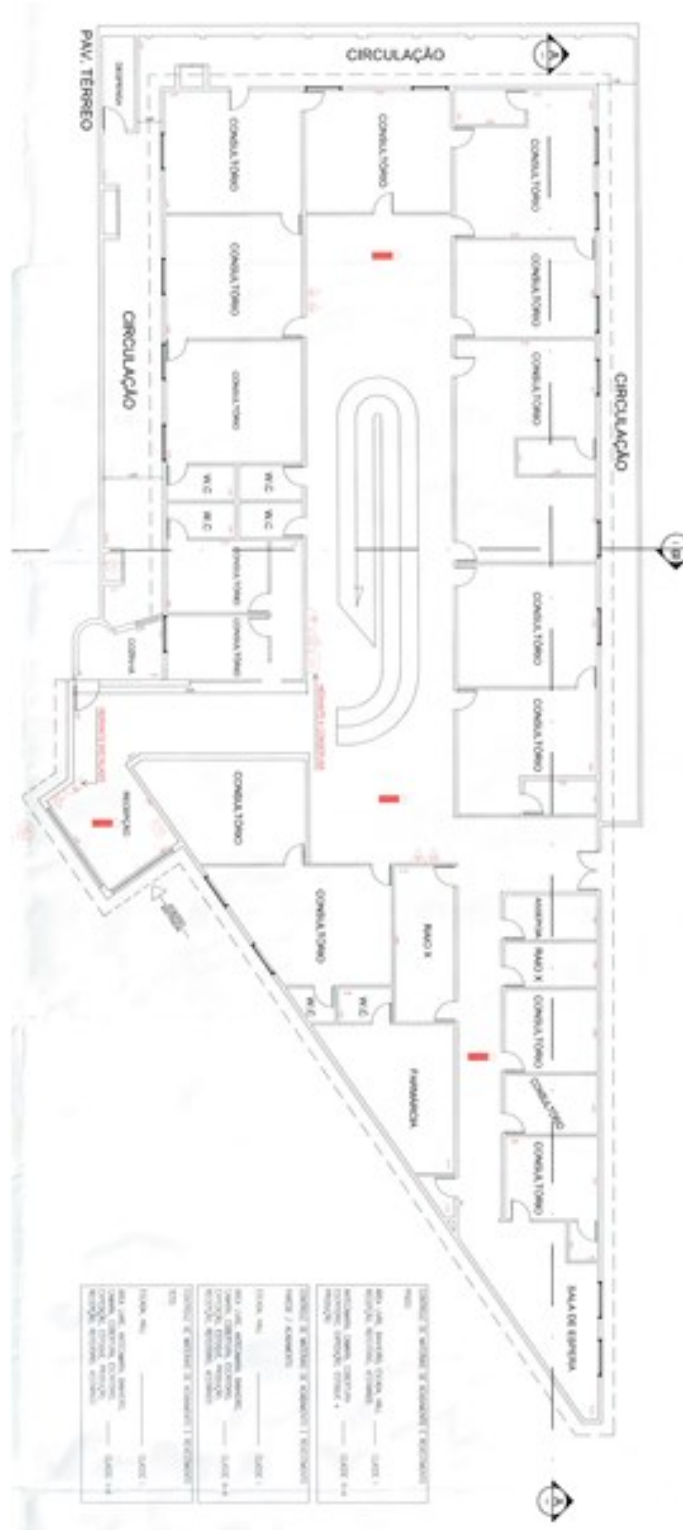
	Níveis de pressão sonora dB(A)			Níveis de pressão sonora dB(A)	
	SALA 4B			SALA 4B	
	Compressor atuante / sem atendimento			Compressor inativo / sem atendimento	
	Ar condicionado ligado / janela fechada	Ar condicionado desligado / janela fechada		Ar condicionado ligado / janela fechada	Ar condicionado desligado / janela fechada
	PONTO 4		PONTO 4		
	44,7	36,7	28,7	27,4	
	46,4	32,3	28,8	26,9	
	47,3	31,8	29,9	27,3	
	46,7	36,7	29,0	27	
	46,9	35	28,4	26,8	
	47,5	34,1	28,6	27,1	
	47,5	36,2	29,5	26,7	
	47,2	38,1	28,5	27	
	46,9	37,2	30,2	27,2	
	48,6	36,4	28,4	27,3	
	48,3	34,5	28,4	27,1	
48,8	32,5	28,5	27,5		
Média ponto 4	47,2	35,1	Média ponto 4	28,9	27,1
	PONTO 5		PONTO 5		
	37,4	36,6	28,0	27,4	
	37,8	41,4	28,3	26,6	
	36,7	38,8	28,2	26,8	
	34,8	45,5	28,9	26,7	
	34,5	36	29,2	26,7	
	36,6	33,6	28,2	26,7	
	34,7	33,8	28,4	26,9	
	33,8	36,2	28,1	27,9	
	38,2	35,8	28,5	26,8	
	39,7	33,6	28,0	26,9	
	39,0	39,3	28,2	26,6	
35,9	37,7	28,4	26,9		
Média ponto 5	36,6	37,4	Média ponto 5	28,4	26,9
	PONTO 6		PONTO 6		
	37,3	34,5	33,8	27,5	
	38,4	36,3	33,3	28,1	
	38,9	36,4	33,0	27,5	
	35,0	34,4	34,3	27,3	
	35,3	36,2	33,9	27,4	
	35,1	34,3	33,2	26,7	
	35,9	32,8	33,0	27,6	
	357,0	32,1	32,4	27,1	
	38,0	34,1	32,5	26,8	
	38,7	33	31,4	27,1	
	37,0	34,5	31,2	26,9	
37,0	34,5	32,0	27,2		
Média ponto 6	63,6	34,4	Média ponto 6	32,8	27,3
Nível de pressão sonora médio dB(A)	49,2	35,6	Nível de pressão sonora médio dB(A)	30,0	27,1

**ANEXO A – VALORES DE REFERÊNCIA – POTENCIAL CALORÍFICO
ESPECÍFICO (HI)**

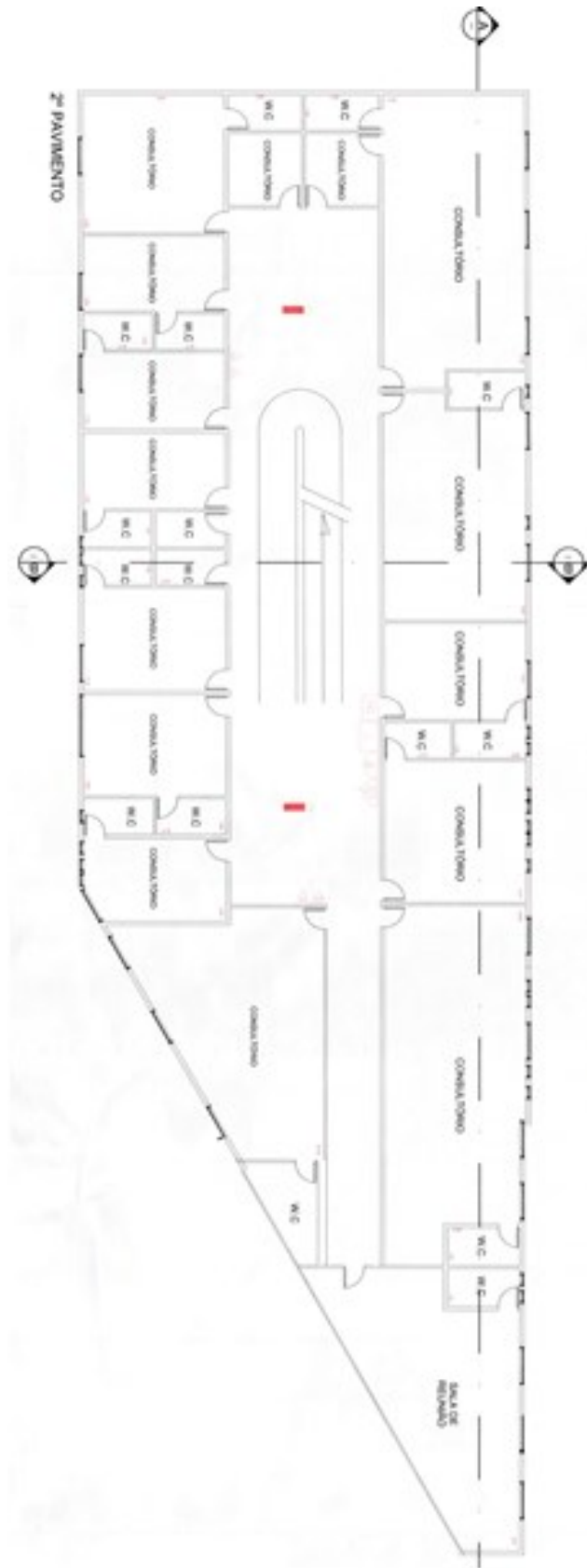
Tipo de material	Hi (MJ/kg)	Tipo de material	Hi (MJ/kg)	Tipo de material	Hi (MJ/kg)
Acetileno	50	Dietilcetona	34	Metano	50
Acetileno dissolvido	17	Dietileter	37	Metanol	19
Acetona	30	Epóxi	34	Monóxido de carbono	10
Acrílico	28	Etano	47	Nafta	42
Açúcar	17	Etanol	26	N-Butano	45
Amido	17	Eteno	50	Nitrocelulose	8,4
Algodão	18	Éter amílico	42	N-Octano	44
Álcool alílico	34	Éter etílico	34	N-Pentano	45
Álcool amílico	42	Etileno	50	Óleo de linhaça	37
Álcool etílico	25	Etino	48	Óleo vegetal	42
Álcool metílico	21	Enxofre	8,4	Palha	16
Benzeno	40	Farinha de trigo	17	Papel	17
Benzina	42	Hexaptano	46	Parafina	46
Celulose	16	Fenol	34	Petróleo	41
Biodiesel	39	Fibra sintética 6,6	29	Plástico	31
Borracha espuma	37	Fósforo	25	Poliacrilonitríco	30
Borracha em tiras	32	Gás natural	26	Policarbonato	29
Butano	46	Gasolina	47	Poliéster	31
Cacau em pó	17	Glicerina	17	Poliestireno	39
Café	17	Gordura e óleo vegetal	42	Poliétileno	44
Cafeína	21	Grãos	17	Polimetilmetacrílico	24
Cálcio	4	Graxa, lubrificante	41	Polióximetileno	15
Carbono	34	Heptano	46	Poliuretano	23
Carvão	36	Hexametileno	46	Polivinilclorido	16
Celulose	16	Hexano	46	Propano	46
Cereais	17	Hidreto de sódio	9	PVC	17
C-Heptano	46	Hidrogênio	143	Resina de fenol	25
C-Pentano	46	Hidreto de magnésio	17	Resina de uréia	21
C-Propano	50	Látex	44	Resina melamínica	18
C-Hexano	46	Lã	23	Seda	19
Chocolate	25	Leite em pó	17	Sisal	17
Chá	17	Linho	17	Tabaco	17
Cloreto de polivinil	21	Linóleo	2	Tolueno	42
Couro	19	Lixo de cozinha	18	Turfa	34
Creosoto/fenol	37	Madeira	19	Ureia (ver também resina de ureia)	9
D-glucose	15	Magnésio	25	Viscose	17
Diesel	43	Manteiga	37		
Dietilamina	42	Polipropileno	43		

Nota: valores de materiais não listados nesta tabela poderão ser apresentados pelo projetista, desde que citada a fonte bibliográfica.

ANEXO B – PLANTA BAIXA DO PROJETO TÉCNICO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO







ANEXO C – REGULAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

TABELA 1

CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO QUANTO À OCUPAÇÃO

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais
		A-2	Habitação multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 leitos
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos, divisão A-3 com mais de 16 leitos
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se <i>apart-hotéis</i> , <i>flats</i> , hotéis residenciais)
C	Comercial	C-1	Comércio com baixa carga de incêndio	Artigos de metal, louças, artigos hospitalares e outros
		C-2	Comércio com média e alta carga de incêndio	Edifícios de lojas de departamentos, magazines, amarelinhos, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros
		C-3	<i>Shopping centers</i>	Centro de compras em geral (<i>shopping centers</i>)
D	Serviço profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), repartições públicas, cabeleireiros, centros profissionais e assemelhados
		D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados
		D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G-4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros, pintura de letreiros e outros
		D-4	Laboratório	Laboratórios de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos, fotográficos e assemelhados
E	Educativa e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados
		E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, natação, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e assemelhados. Sem arquibancadas.
		E-4	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral
		E-5	Pré-escola	Creches, escolas maternas, jardins de infância
		E-6	Escola para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e assemelhados

F	Local de Reunião de Público	F-1	Local onde há objeto de valor inestimável	Museus, centro de documentos históricos, galerias de arte, bibliotecas e assemelhados
		F-2	Local religioso e velório	Igrejas, capelas, sinagogas, mesquitas, templos, cemitérios, crematórios, necrotérios, salas de funerais e assemelhados
		F-3	Centro esportivo e de exibição	Arenas em geral, estádios, ginásios, piscinas, rodeios, autódromos, sambódromos, pista de patinação e assemelhados. Todos com arquibancadas
		F-4	Estação e terminal de passageiro	Estações rodoferroviárias e marítimas, portos, metrô, aeroportos, heliponto, estações de transbordo em geral e assemelhados
		F-5	Arte cênica e auditório	Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão, auditórios em geral e assemelhados
		F-6	Clubes sociais e diversão	Boates, clubes em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais, bingo, bilhares, tiro ao alvo, boliche e assemelhados
		F-7	Construção provisória	Circos e assemelhados
		F-8	Local para refeição	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e assemelhados
		F-9	Recreação pública	Jardim zoológico, parques recreativos e assemelhados
		F-10	Exposição de objetos ou animais	Salões e salas para exposição de objetos ou animais. Edificações permanentes
G	Serviço automotivo e assemelhados	G-1	Garagem sem acesso de público e sem abastecimento	Garagens automáticas, garagens com manobristas
		G-2	Garagem com acesso de público e sem abastecimento	Garagens coletivas sem automação, em geral, sem abastecimento (exceto veículos de carga e coletivos)
		G-3	Local dotado de abastecimento de combustível	Postos de abastecimento e serviço, garagens (exceto veículos de carga e coletivos)
		G-4	Serviço de conservação, manutenção e reparos	Oficinas de conserto de veículos, borracharia (sem recauchutagem). Oficinas e garagens de veículos de carga e coletivos, máquinas agrícolas e rodoviárias, retificadoras de motores
		G-5	Hangares	Abrigos para aeronaves com ou sem abastecimento
H	Serviço de saúde e institucional	H-1	Hospital veterinário e assemelhados	Hospitais, clínicas e consultórios veterinários e assemelhados (inclui-se alojamento com ou sem adestramento)
		H-2	Local onde pessoas requerem cuidados especiais por limitações físicas ou mentais	Asilos, orfanatos, abrigos geriátricos, hospitais psiquiátricos, reformatórios, tratamento de dependentes de drogas, álcool. E assemelhados. Todos sem celas
		H-3	Hospital e assemelhado	Hospitais, casa de saúde, prontos-socorros, clínicas com internação, ambulatórios e postos de atendimento de urgência, postos de saúde e puericultura e assemelhados com internação
		H-4	Edificações das forças armadas e policiais	Quartéis, delegacias, postos policiais e assemelhados
		H-5	Local onde a liberdade das pessoas sofre restrições	Hospitais psiquiátricos, manicômios, reformatórios, prisões em geral (casa de detenção, penitenciárias, presídios) e instituições assemelhadas. Todos com celas

		H-6	Clínica e consultório médico e odontológico	Clínicas médicas, consultórios em geral, unidades de hemodiálise, ambulatórios e assemelhados. Todos sem internação
I	Indústria	I-1	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados apresentam baixo potencial de incêndio. Locais onde a carga de incêndio não chega a 300MJ/m ²	Atividades que utilizam pequenas quantidades de materiais combustíveis. Aço, aparelhos de rádio e som, armas, artigos de metal, gesso, esculturas de pedra, ferramentas, jóias, relógios, sabão, serralheria, suco de frutas, louças, máquinas
		I-2	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados apresentam médio potencial de incêndio. Locais com carga de incêndio entre 300 a 1.200MJ/m ²	Artigos de vidro, automóveis, bebidas destiladas, instrumentos musicais, móveis, alimentos, marcenarias, fábricas de caixas
		I-3	Locais onde há alto risco de incêndio. Locais com carga de incêndio superior a 1.200 MJ/m ²	Atividades industriais que envolvam inflamáveis, materiais oxidantes, ceras, espuma sintética, grãos, tintas, borracha, processamento de lixo
J	Depósito	J-1	Depósitos de material incombustível	Edificações sem processo industrial que armazenam tijolos, pedras, areias, cimentos, metais e outros materiais incombustíveis. Todos sem embalagem
		J-2	Todo tipo de Depósito	Depósitos com carga de incêndio até 300MJ/m ²
		J-3	Todo tipo de Depósito	Depósitos com carga de incêndio entre 300 a 1.200MJ/m ²
		J-4	Todo tipo de Depósito	Depósitos onde a carga de incêndio ultrapassa a 1.200MJ/m ²
L	Explosivo	L-1	Comércio	Comércio em geral de fogos de artifício e assemelhados
		L-2	Indústria	Indústria de material explosivo
		L-3	Depósito	Depósito de material explosivo
M	Especial	M-1	Túnel	Túnel rodoviário e marítimo, destinados a transporte de passageiros ou cargas diversas
		M-2	Líquido ou gás inflamáveis ou combustíveis	Edificação destinada a produção, manipulação, armazenamento e distribuição de líquidos ou gases inflamáveis ou combustíveis
		M-3	Central de comunicação e energia	Central telefônica, centros de comunicação, centrais de transmissão ou de distribuição de energia e assemelhados
		M-4	Propriedade em transformação	Locais em construção ou demolição e assemelhados
		M-5	Silos	Armazéns de grãos e assemelhados
		M-6	Terra selvagem	Floresta, reserva ecológica, parque florestal e assemelhados

		M-7	Pátio de contêineres	Área aberta destinada a armazenamento de contêineres
--	--	-----	----------------------	--

Nota: Edificações não enquadradas nesta Tabela devem observar o artigo 14 deste Regulamento

ANEXO D – REGULAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

TABELA 2

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 Mediamente Alta	$23,00 \text{ m} < H \leq 30,00$ m
VI	Edificação Alta	Acima de 30,00 m

TABELA 3

CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO QUANTO À CARGA DE INCÊNDIO

Risco	Carga de Incêndio MJ/m ²
Baixo	até 300MJ/m ²
Médio	Entre 300 e 1.200MJ/m ²
Alto	Acima de 1.200MJ/m ²

ANEXO E – TABELA DE CARGAS DE INCÊNDIO ESPECÍFICAS POR OCUPAÇÃO

Para a classificação detalhada das ocupações (Divisão), consultar a Tabela 1 do Decreto Estadual nº56.819/11 – Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (qfi) em MJ/m ²
Residencial	Alojamentos estudantis	A-3	300
	Apartamentos	A-2	300
	Casas térreas ou sobrados	A-1	300
	Pensionatos	A-3	300
Serviços de hospedagem	Hotéis	B-1	500
	Motéis	B-1	500
	Apart-hotéis	B-2	500
*Comercial varejista, Loja *Ver item 5.1.2	Açougue	C-1	40
	Animais ("pet shop")	C-2	600
	Antiguidades	C-2	700
	Aparelhos eletrodomésticos	C-1	300
	Aparelhos eletrônicos	C-2	400
	Armarinhos	C-2	600
	Armas	C-1	300
	Artigos de bijouteria, metal ou vidro	C-1	300
	Artigos de cera	C-2	2100
	Artigos de couro, borracha, esportivos	C-2	800
	Automóveis	C-1	200
	Bebidas destiladas	C-2	700
	Brinquedos	C-2	500
	Calçados	C-2	500
	Couro, artigos de	C-2	700
	Drogarias (incluindo depósitos)	C-2	1000
	Esportes, artigos de	C-2	800
	Ferragens	C-1	300
	Floricultura	C-1	80
	Galeria de quadros	C-1	200
	Joalheria	C-1	300
	Livrarias	C-2	1000
	Lojas de departamento ou centro de compras (shoppings)	C-2/ C-3	800
	Materiais de construção	C-2	800
	Máquinas de costura ou de escritório	C-1	300
	Materiais fotográficos	C-1	300
	Móveis	C-2	400
	Papelarias	C-2	700
	Perfumarias	C-2	400
	Produtos têxteis	C-2	600
	Relojoarias	C-2	500
	Supermercados (vendas)	C-2	600
	Tapetes	C-2	800
	Tintas e vernizes	C-2	1000
Verduras frescas	C-1	200	
Vinhos	C-1	200	
Vulcanização	C-2	1000	

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (qfi) em MJ/m ²
Serviços profissionais, pessoais e técnicos	Agências bancárias	D-2	300
	Agências de correios	D-1	400
	Centrais telefônicas	D-1	200
	Cabeleireiros	D-1	200
	Copiadora	D-1	400
	Encadernadoras	D-1	1000
	Escritórios	D-1	700
	Estúdios de rádio ou de televisão ou de fotografia	D-1	300
	Laboratórios químicos	D-4	500
	Laboratórios (outros)	D-4	300
	Lavanderias	D-3	300
	Oficinas elétricas	D-3	600
	Oficinas hidráulicas ou mecânicas	D-3	200
	Pinturas	D-3	500
	Processamentos de dados	D-1	400
Educacional e cultura física	Academias de ginástica e similares	E-3	300
	Pré-escolas e similares	E-5	300
	Creches e similares	E-5	300
	Escolas em geral	E-1/E-2/E-4/E-6	300
Locais de reunião de Público	Bibliotecas	F-1	2000
	Cinemas, teatros e similares	F-5	600
	Circos e assemelhados	F-7	500
	Centros esportivos e de exibição	F-3	150
	Clubes sociais, boates e similares	F-6	600
	Estações e terminais de passageiros	F-4	200
	Exposições	F-10	Adotar Anexo B ou C
	Igrejas e templos	F-2	200
	Lan house, jogos eletrônicos	F-6	450
	Museus	F-1	300
	Restaurantes	F-8	300
Serviços automotivos e assemelhados	Estacionamentos	G-1/G-2	200
	Oficinas de conserto de veículos e manutenção	G-4	300
	Postos de abastecimentos (tanque enterrado)	G-3	300
	Hangares	G-5	200
Serviços de saúde e Institucionais	Asilos	H-2	350
	Clínicas e consultórios médicos ou odontológicos	H-6	300
	Hospitais em geral	H-1/H-3	300
	Presídios e similares	H-5	200
	Quartéis e similares	H-4	450
	Veterinárias	H-1	300

Ocupação/Us	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (qfi) em MJ/m ²
*Industrial *Ver item 5.1.2	Aparelhos eletroeletrônicos, fotográficos, ópticos	I-2	400
	Acessórios para automóveis	I-1	300
	Acetileno	I-2	700
	Alimentação (alimentos)	I-2	800
	Aço, corte e dobra, sem pintura, sem embalagem	I-1	40
	Artigos de borracha, coriça, couro, feltro, espuma	I-2	600
	Artigos de argila, cerâmica ou porcelanas	I-1	200
	Artigos de bijuteria	I-1	200
	Artigos de cera	I-2	1000
	Artigos de gesso	I-1	80
	Artigos de madeira em geral	I-2	800
	Artigos de madeira, impregnação	I-3	3000
	Artigos de mármore	I-1	40
	Artigos de metal, forjados	I-1	80
	Artigos de metal, fresados	I-1	200
	Artigos de peles	I-2	500
	Artigos de plásticos em geral	I-2	1000
	Artigos de tabaco	I-1	200
	Artigos de vidro	I-1	80
	Automotiva e autopeças (exceto pintura)	I-1	300
	Automotiva e autopeças (pintura)	I-2	500
	Aviões	I-2	600
	Balanças	I-1	300
	Barcos de madeira ou de plástico	I-2	600
	Barcos de metal	I-2	600
	Baterias	I-2	800
	Bebidas destilada	I-2	500
	Bebidas não alcoólicas	I-1	80
	Bicicletas	I-1	200
	Brinquedos	I-2	500
	Café (inclusive torrefação)	I-2	400
	Caixotes barris ou <i>pallets</i> de madeira	I-2	1000
	Calçados	I-2	600
	Carpintarias e marcenarias	I-2	800
	Cera de polimento	I-3	2000
	Cerâmica	I-1	200
	Cereais	I-3	1700
	Cervejarias	I-1	80
	Chapas de aglomerado ou compensado	I-1	300
	Chocolate	I-2	400
Cimento	I-1	40	
Cobertores, tapetes	I-2	600	
Colas	I-2	800	
Colchões (exceto espuma)	I-2	500	

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (qfi) em MJ/m ²
Industrial *Ver item 5.1.2	Condimentos, conservas	I-1	40
	Confeitarias	I-2	400
	Congelados	I-2	800
	Cortiça, artigos de	I-2	600
	Couro, curtume	I-2	700
	Couro sintético	I-2	1000
	Defumados	I-1	200
	Discos de música	I-2	600
	Doces	I-2	800
	Espumas	I-3	3000
	Estaleiros	I-2	700
	Farinhas	I-3	2000
	Feltros	I-2	600
	Fermentos	I-2	800
	Ferragens	I-1	300
	Fiações	I-2	600
	Fibras sintéticas	I-1	300
	Fios elétricos	I-1	300
	Flores artificiais	I-1	300
	Fornos de secagem com grade de madeira	I-2	1000
	Forragem	I-3	2000
	Frigoríficos	I-3	2000
	Fundições de metal	I-1	40
	Galpões de secagem com grade de madeira	I-2	400
	Galvanoplastia	I-1	200
	Geladeiras	I-2	1000
	Gelatinas	I-2	800
	Gesso	I-1	80
	Gorduras comestíveis	I-2	1000
	Gráficas (empacotamento)	I-3	2000
	Gráficas (produção)	I-2	400
	Guarda-chuvas	I-1	300
	Instrumentos musicais	I-2	600
	Janelas e portas de madeira	I-2	800
	Joias	I-1	200
	Laboratórios farmacêuticos	I-1	300
	Laboratórios químicos	I-2	500
	Lápis	I-2	600
	Lâmpadas	I-1	40
	Latas metálicas, sem embalagem	I-1	100
	Laticínios	I-1	200
Malas, fábrica	I-2	1000	
Malharias	I-1	300	
Máquinas de lavar de costura ou de escritório	I-1	300	
Massas alimentícias	I-2	1000	

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (qfi) em MJ/m ²
Industrial *Ver item 5.1.2	Mastiques	I-2	1000
	Matadouro	I-1	40
	Materiais sintéticos	I-3	2000
	Metalúrgica	I-1	200
	Montagens de automóveis	I-1	300
	Motocicletas	I-1	300
	Motores elétricos	I-1	300
	Móveis	I-2	600
	Olarias	I-1	100
	Óleos comestíveis e óleos em geral	I-2	1000
	Padarias	I-2	1000
	Papéis (acabamento)	I-2	500
	Papéis (preparo de celulose)	I-1	80
	Papéis (procedimento)	I-2	800
	Papelões betuminados	I-3	2000
	Papelões ondulados	I-2	800
	Pedras	I-1	40
	Perfumes	I-1	300
	Pneus	I-2	700
	Produtos adesivos	I-2	1000
	Produtos de adubo químico	I-1	200
	Produtos alimentícios (expedição)	I-2	1000
	Produtos com ácido acético	I-1	200
	Produtos com ácido carbônico	I-1	40
	Produtos com ácido inorgânico	I-1	80
	Produtos com albumina	I-3	2000
	Produtos com alcatrão	I-2	800
	Produtos com amido	I-3	2000
	Produtos com soda	I-1	40
	Produtos de limpeza	I-3	2000
	Produtos graxos	I-2	1000
	Produtos refratários	I-1	200
	Rações balanceadas	I-2	800
	Relógios	I-1	300
	Resinas	I-3	3000
	Resinas, em placas	I-2	800
	Roupas	I-2	500
	Sabões	I-1	300
	Sacos de papel	I-2	800
	Sacos de juta	I-2	500
Serralheria	I-1	200	
Sorvetes	I-1	80	
Sucos de fruta	I-1	200	

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (qfi) em MJ/m ²
Industrial *Ver item 5.1.2	Tapetes	I-2	600
	Têxteis em geral (tecidos)	I-2	700
	Tintas e solventes	I-3	4000
	Tintas e vernizes	I-3	2000
	Tintas látex	I-2	800
	Tintas não inflamáveis	I-1	200
	Transformadores	I-1	200
	Tratamento de madeira	I-3	3000
	Tratores	I-1	300
	Vagões	I-1	200
	Vassouras ou escovas	I-2	700
	Velas de cera	I-3	1300
	Vidros ou espelhos	I-1	200
	Vinagres	I-1	80
	Vulcanização	I-2	1000

ANEXO F – TABELA DE EXIGÊNCIAS - EDIFICAÇÕES DE DIVISÃO H-5 E H-6

Grupo de ocupação e uso	GRUPO H – SERVIÇOS DE SAÚDE E INSTITUCIONAL											
	Divisão	H-5 (presídios...)						H-6 (clínicas...)				
Medidas de Segurança contra Incêndio	Classificação quanto à altura (em metros)						Classificação Quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Horizontal (áreas)	-	-	-	-	-	-	X ⁶	X ⁶	X ⁶	X ⁷	X ⁷	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	X	X	X	-	-	-	X ^{8,9}	X ³	X ¹⁰
Controle de Materiais de Acabamento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X ⁴	X	X	X	X	X	X ⁴
Plano de Emergência	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
Brigada de Incêndio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Deteção de Incêndio	-	X ¹	X ¹	X ¹	X ¹	X ¹	X ²	X ²	X ²	X ²	X ²	X
Alarme de Incêndio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X
Controle de Fumaça	-	-	-	-	-	X ⁵	-	-	-	-	-	X ⁵

NOTAS ESPECÍFICAS:

- 1 – Para a Divisão H-5, as prisões em geral (Casas de Detenção, Penitenciárias, Presídios etc.) não é necessário detecção automática de incêndio. Para os hospitais psiquiátricos e assemelhados, prever detecção em todos os quartos;
- 2 – Somente nos quartos, se houver;
- 3 – Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio e chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações;
- 4 – Deve haver Elevador de Emergência para altura maior que 60 m;
- 5 – Acima de 60 metros de altura;
- 6 – Pode ser substituída por sistema de chuveiros automáticos;
- 7 – Pode ser substituída por sistema de detecção de incêndio e chuveiros automáticos;
- 8 – Pode ser substituída por sistema de detecção de incêndio e chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações;
- 9 – Deverá haver controle de fumaça nos átrios, podendo ser dimensionados como sendo padronizados conforme ITCB-15;
- 10 – Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio e chuveiros automáticos, até 60 metros de altura, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações, sendo que para altura superior deve-se, adicionalmente, adotar as soluções contidas na ITCB-09.

NOTAS GERAIS:

- a – As instalações elétricas e o SPDA devem estar em conformidade com as normas técnicas oficiais;
- b – Para subsolos ocupados ver Tabela 7;
- c – Observar ainda as exigências para os riscos específicos das respectivas Instruções Técnicas.

**ANEXO G – COMPOSIÇÃO MÍNIMA DE BRIGADA DE INCÊNDIO POR
PAVIMENTO OU COMPARTIMENTO**

Grupo	Divisão	Descrição	Exemplos	Grau de risco	População fixa por pavimento ou compartimento						Nível do treinamento (Anexo B)
					Até 2	Até 4	Até 6	Até 8	Até 10	Acima de 10	
A – Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas ou não), condomínios horizontais etc.	Baixo	Isento						Isento
	A-2	Habitação multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral	Baixo	80% dos funcionários da edificação mais um brigadista (morador ou funcionário) por pavimento. (nota 7)						Básico
	A-3	Habitação coletiva (nota 8)	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas etc. (capacidade máxima: 16 leitos)	Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Básico
B - Serviço de hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos e divisão A3 com mais de 16 leitos	Médio	1	2	3	4	4	(nota 5) e (nota 14)	Intermediário
	B-2	Hotel residencial (nota 9)	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, hotéis residenciais)	Médio	1	2	3	4	4	(nota 5) e (nota 14)	Intermediário
C – Comercial	C-1	Comércio	Açougue, artigos de bijuteria, metal ou vidro, automóveis, ferragens, floricultura, material fotográfico, verduras e vinhos	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
	C-2	Comércio	Edifícios de lojas de departamentos, drogarias, tintas e vernizes, magazines, galerias comerciais, mercados, supermercados	Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário
				Alto	2	2	3	4	5	(nota 5)	Intermediário
C-3	Shopping Centers (nota 10)	Centro de compras em geral (shopping centers)	Médio	2	4	5	6	8	(nota 5)	Intermediário	

Grupo	Divisão	Descrição	Exemplos	Grau de risco	População fixa por pavimento ou compartimento						Nível do treinamento (Anexo B)
					Até 2	Até 4	Até 6	Até 8	Até 10	Acima de 10	
D - Serviço profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), centros profissionais etc.	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
				Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário
	D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados	Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Básico
	D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros etc.	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
				Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário
	D-4	Laboratório	Laboratórios de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos, fotográficos e assemelhados	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
Médio				2	3	4	5	6	(nota 5)	Intermediário	
E - Educacional e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados	Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário (nota 13)
	E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas etc.	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Intermediário (nota 13)
	E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, academia, ginástica, esportes coletivos (outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia etc.	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Intermediário (nota 13)
	E-4	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral	Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário (nota 13)
	E-5	Pré-escola	Creches, escolas maternas, jardins-de-infância etc.	Baixo	2	4	6	8	8	80% da população fixa (nota 15)	Intermediário (nota 13)
	E-6	Escola para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e assemelhados	Baixo	2	4	6	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Intermediário (nota 13)

Grupo	Divisão	Descrição	Exemplos	Grau de risco	População fixa por pavimento ou compartimento						Nível do treinamento (Anexo B)
					Até 2	Até 4	Até 6	Até 8	Até 10	Acima de 10	
F - Local de reunião de público	F-1	Local onde há objeto de valor inestimável	Museus, centro de documentos históricos, bibliotecas e assemelhados	Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Básico
				Alto	2	2	3	4	5	(nota 5)	Intermediário
	F-2	Local religioso e velório	Igrejas, capelas, sinagogas, mesquitas, templos, cemitérios, crematórios, necrotérios, salas de funerais etc.	Baixo	2	3	4	5	6	(nota 5)	Básico
	F-3	Centro esportivo e de exibição	Estádios, ginásios e piscinas com arquibancadas, rodeios, academias, autódromos, sambódromos e arenas (edificações permanentes)	Baixo	2	3	4	5	6	(nota 5)	Básico
	F-4	Estação e terminal de passageiro	Estações rodoferroviárias e marítimas, portos, metrô, aeroportos, heliponto, estações de transbordo etc.	Baixo	2	3	4	5	6	(nota 5)	Básico
	F-5	Artes cênicas e auditório	Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão, auditórios em geral etc.	Médio	2	3	4	5	6	(nota 5)	Intermediário
	F-6	Clube social e diversão	Boates, clubes, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais, bingo, bilhares, tiro ao alvo, boliche etc.	Médio	2	3	4	5	6	(nota 5)	Intermediário
	F-7	Construção provisória	Circos, rodeios, sambódromos, arenas, boates, etc (edificações provisórias)	Médio	2	3	4	5	6	(nota 5)	Intermediário
	F-8	Local para refeição	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e assemelhados	Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Básico
F-9	Recreação pública	Jardim zoológico, parques recreativos e assemelhados (edificações permanentes)	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico	

Grupo	Divisão	Descrição	Exemplos	Grau de risco	População fixa por pavimento ou compartimento						Nível do treinamento (Anexo B)
					Até 2	Até 4	Até 6	Até 8	Até 10	Acima de 10	
F - Local de reunião de público	F-10	Exposição de objetos e animais	Salas de exposição de objetos e animais, <i>show-room</i> , galerias de arte, planetário etc. (edificações permanentes)	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
				Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário
				Alto	2	2	3	4	5	(nota 5)	Intermediário
G - Serviço automotivo	G-1	Garagem sem acesso de público e sem abastecimento	Garagens automáticas	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
	G-2	Garagem com acesso de público e sem abastecimento	Garagens coletivas sem automação, em geral, sem abastecimento (exceto veículos de carga e coletivos)	Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Básico
	G-3	Local dotado de abastecimento de combustível	Postos de abastecimento e serviço, garagens (exceto veículos de carga e coletivos)	Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Básico
	G-4	Serviço de conservação, manutenção e reparos	Oficinas de conserto de veículos, borracharia (sem recauchutagem), oficinas e garagens de veículos de carga e coletivos etc.	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
	G-5	Hangares	Abrigos para aeronaves com ou sem abastecimento	Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Básico
	G-6	Marinas, iates-clubes e garagens náuticas.		Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Básico
Médio				2	3	4	5	6	(nota 5)	Intermediário	
Alto				2	4	5	6	8	(nota 5)	Avançado	

Grupo	Divisão	Descrição	Exemplos	Grau de risco	População fixa por pavimento ou compartimento						Nível do treinamento (Anexo B)
					Até 2	Até 4	Até 6	Até 8	Até 10	Acima de 10	
H - Serviço de saúde e institucional	H-1	Hospitais veterinários e assemelhados	Hospitais, clínicas e consultórios veterinários e assemelhados (inclui-se alojamento com ou sem adestramento)	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
	H-2	Locais onde pessoas requerem cuidados especiais por limitações físicas ou mentais	Asilos, orfanatos, abrigos geriátricos, hospitais psiquiátricos, reformatórios, tratamento de dependentes etc. (todos sem celas)	Médio	2	4	5	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Intermediário
	H-3	Hospital e assemelhado (nota 11)	Hospitais, casa de saúde, prontos-socorros, clínicas com internação, ambulatórios e postos de atendimento de urgência, postos de saúde etc.	Baixo	2	3	4	5	6	(nota 5)	Intermediário
	H-4	Repartição pública, edificações das forças armadas e policiais	Edificações do Executivo, Legislativo e Judiciário, tribunais, cartórios, quartéis, delegacias, postos policiais etc.	Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário (nota 13)
	H-5	Local onde a liberdade das pessoas sofre restrições	Hospitais psiquiátricos, manicômios, reformatórios, prisões (casa de detenção, penitenciárias, presídios) etc. (todos com celas)	Baixo	2	4	5	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Básico
	H-6	Clínica e consultório médico e odontológico	Clinicas médicas, consultórios em geral, unidades de hemodiálise, ambulatórios etc. (todos sem internação)	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
I - Indústria	I-1, I-2, I-3	Indústria	Fábricas e atividades industriais em geral	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Intermediário (Nota 12)
				Médio	2	4	4	5	6	(nota 5)	Intermediário
				Alto	2	4	5	7	8	(nota 5)	Avançado
J - Depósito	J-1	Depósitos de material incombustível	Edificações sem processo industrial que armazenam tijolos, pedras, areias, metais e outros materiais incombustíveis (todos sem embalagem)	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
	J-2, J-3, J-4	Depósitos	Depósitos em geral	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Intermediário
				Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário
				Alto	2	4	5	6	8	(nota 5)	Avançado

Grupo	Divisão	Descrição	Exemplos	Grau de risco	População fixa por pavimento ou compartimento						Nível do treinamento (Anexo B)
					Até 2	Até 4	Até 6	Até 8	Até 10	Acima de 10	
L - Explosivos	L-1	Comércio	Comércio em geral de fogos de artifício e assemelhados	Baixo	2	4	5	8	6	80% da população fixa (nota 15)	Intermediário
				Médio	2	4	5	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Intermediário
				Alto	2	4	5	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Avançado
	L-2	Indústria	Indústria de material explosivo	Baixo	2	4	5	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Avançado
				Médio	2	4	5	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Avançado
				Alto	2	4	5	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Avançado
	L-3	Depósito	Depósito de material explosivo	Baixo	2	4	5	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Avançado
				Médio	2	4	5	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Avançado
				Alto	2	4	5	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Avançado
M - Especial	M-1	Túnel	Túnel rodoviário, destinados a transporte de passageiros ou cargas diversas	Baixo	2	3	4	5	6	(nota 5)	Avançado
				Médio	2	4	5	6	8	(nota 5)	Avançado
				Alto	2	4	5	6	8	(nota 5)	Avançado
	M-2	Líquidos inflamáveis, gás inflamáveis ou combustível	Edificação destinada à produção, manipulação, armazenamento e distribuição de líquidos ou gases combustíveis e inflamáveis	Baixo	2	4	5	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Avançado
				Médio	2	4	5	6	8	80% da população fixa (nota 15)	Avançado
				Alto	2	4	6	8	10	80% da população fixa (nota 15)	Avançado

M-3	Central de comunicação e energia	Central telefônica, centros de comunicação, centrais de transmissão ou de distribuição de energia e assemelhados	Baixo	2	3	4	6	6	(nota 5)	Intermediário
			Médio	2	4	5	6	8	(nota 5)	Intermediário
			Alto	2	4	6	8	10	(nota 5)	Avançado
M-4	Propriedade em transformação	Locais em construção ou demolição e assemelhados	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
			Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Básico
			Alto	2	2	3	4	5	(nota 5)	Básico
M-5	Silos	Armazéns de grãos e assemelhados	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
			Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário
			Alto	2	2	3	4	5	(nota 5)	Avançado
M-6	Terra selvagem	Floresta, reserva ecológica, parque florestal e assemelhados	Baixo	2	3	4	5	6	(nota 5)	Básico
			Médio	2	4	5	6	8	(nota 5)	Intermediário (nota 13)
			Alto	2	4	6	6	8	(nota 5)	Avançado
M-7	Pátio de contêineres	Área aberta destinada a armazenamento de contêineres	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
			Médio	2	3	4	5	6	(nota 5)	Intermediário (nota 13)
			Alto	2	4	5	7	8	(nota 5)	Avançado

NOTAS:

- 1) A definição do número mínimo de brigadistas por setor/pavimento/compartimento deve prever os turnos, a natureza de trabalho e os eventuais afastamentos, sendo que a previsão de brigadistas contempla todas as atividades existentes na edificação, ou seja, se durante o período noturno funcionar alguma atividade deve ser previsto o número mínimo de brigadistas.
- 2) A composição da brigada de incêndio deve levar em conta a participação de pessoas de todos os setores, sendo que caso haja diversos turnos de serviço, o número mínimo de brigadistas deve ser calculado em função da população fixa do turno, ou seja, se durante o período diurno a população fixa for de 80 funcionários, calcula o número de brigadistas para essa quantidade de funcionários e, se durante o período noturno a população fixa for de 20 funcionários, calcula o número de brigadistas somente para essa quantidade de funcionários. (ver exemplo A)
- 3) Os bombeiro civil podem ser considerados na composição da brigada de incêndio da planta, desde que atendam aos parâmetros estabelecidos nesta II.
- 4) A planta que não for enquadrada em nenhuma das divisões previstas neste anexo deve ser classificada por analogia com o nível de risco mais próximo.
- 5) Quando a população fixa de um pavimento, compartimento ou setor for maior que 10 pessoas, será acrescido mais um brigadista para cada grupo de até 20 pessoas para risco baixo, mais um brigadista para cada grupo de até 15 pessoas para risco médio e mais um brigadista para cada grupo de até 10 pessoas para risco alto (ver exemplo B).
- 6) Quando em uma planta houver mais de uma classe de ocupação, o número de brigadistas é determinado levando-se em conta a classe de ocupação do maior risco. O número de brigadista só é determinado por classe de ocupação, se as unidades forem compartimentadas ou os riscos forem isolados. (ver exemplos C e D).
- 7) Na divisão A-2, funcionário por pavimento deve ser pessoa que desenvolva suas atividades em apartamento, por exemplo, empregada doméstica.
- 8) Na divisão A-3, a população fixa com idade acima de 60 anos e abaixo de 18 anos não é considerada no cálculo.
- 9) Na divisão B-2, somente os funcionários da planta são considerados na composição da brigada de incêndio.
- 10) No cálculo de estabelecimentos que possuam diversas atividades, todas estas atividades devem ser consideradas para efeito de cálculo do número de brigadistas, salvo se houver compartimentação ou isolamento de risco. (ver exemplo E).
- 11) Na divisão H-3, UTIs, centros cirúrgicos e demais locais definidos como risco alto no plano de emergência, toda população fixa deve fazer parte da