



FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS: PROJETO DE ARQUITETURA HOTELEIRA COM ÊNFASE EM ACÚSTICA

MOMBACH, Vania Cristine.¹

RABEL, Cezar.²

RESUMO

O aumento dos níveis de poluição sonora nos centros urbanos, o aprimoramento da legislação e o crescente grau de exigência de pessoas que demandam projetos arquitetônicos com cuidados acústicos, em busca de conforto, sigilo, privacidade e sossego em seus lares e empresas, são desafios cada vez mais frequentes aos profissionais da arquitetura e urbanismo, e justificam o desenvolvimento deste estudo, cujo assunto é o projeto de arquitetura hoteleira e o tema é o conforto acústico na arquitetura hoteleira. O problema da presente pesquisa explora as estratégias projetuais possíveis de serem adotadas para edificação de hotéis acusticamente confortáveis e a hipótese investigada é de que a adoção de parâmetros presentes nas normativas de isolamento e condicionamento acústico são estratégias válidas para angariar conforto acústico para edificações do setor hoteleiro. A proposição de estratégias de tratamento acústico na elaboração projetual de um hotel é o objeto deste estudo, tendo como objetivos específicos a revisão bibliográfica acerca da acústica nas edificações; a identificação da legislação vigente acerca do tema; o mapeamento dos ambientes ruidosos; e a elaboração de proposta projetual com estratégias de isolamento e condicionamento acústico adequados à hotelaria. A metodologia adotada será a pesquisa bibliográfica, cujo intuito é apresentar conceitos de acústica arquitetônica, as estratégias de isolamento e condicionamento e aspectos da acústica na arquitetura hoteleira. Ao fim deste estudo será possível aferir se a adoção de parâmetros presentes nas normativas de isolamento e condicionamento acústico são ou não são estratégias válidas para garantir conforto acústico em edificações do ramo hoteleiro.

PALAVRAS-CHAVE: Conforto, Acústica, Isolamento, Condicionamento, Hotelaria.

1. INTRODUÇÃO

O assunto da presente pesquisa é o projeto de arquitetura hoteleira e o tema é o conforto acústico na arquitetura hoteleira.

A justificativa para este estudo se dá tendo em vista que, com o crescimento das cidades, a poluição sonora tornou-se um dos mais sérios problemas urbanos, sendo hoje um dos principais desafios da gestão ambiental, uma vez que constitui uma questão de saúde pública (Murgel, 2007).

Ressalta-se assim, a importância sócio econômica do presente estudo, destacando-se que, a exposição a níveis elevados de ruído por longos períodos, impacta na qualidade de vida pessoal e profissional e pode levar ao desenvolvimento de sérios problemas de saúde.

Esses problemas, de acordo com Croce (2019, *apud* CAMARA, 2020, p.35), ‘em virtude das reações fisiológicas associadas à exposição, podem estar relacionados a doenças cardiovasculares,

¹Discente: Vania Cristine Mombach. E-mail:vcmmombach@minha.fag.edu.br

²Docente: Professor do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário FAG, mestre em Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo pela UEM (Universidade Estadual de Maringá). E-mail: rabel@fag.edu.br



efeitos psicossociais generalizados, redução do desempenho e da atenção, além de aumento do comportamento agressivo’.

Um ambiente ruidoso causa desconforto e a falta de cuidado com a acústica é notada, enquanto um local com tratamento acústico adequado tem uma atmosfera confortável, tranquila e harmoniosa, onde as pessoas permanecem por mais tempo sem ao mesmo se aperceberem.

A acústica de qualidade é imperceptível e seu estudo se justifica pelo impacto social e econômico.

Como justificativa profissional, destaca-se que, no ramo da hotelaria, além de experiências marcantes, o conforto é um dos itens essenciais para garantir a satisfação e fidelização dos hóspedes, que poderão também influenciar novos clientes. “Todos nós sabemos que a era digital empoderou ainda mais os consumidores, que agora são formadores de opinião que influenciam, de maneira decisiva, a escolha de outros clientes”, afirma Silveira, CEO da Foco Multimídia [2021,p.1].

Para proporcionar uma estadia sem incômodos, CARUY (2016) afirma que privacidade e tranquilidade são itens primordiais – e alcançar esses dois quesitos passa necessariamente por garantir uma boa qualidade acústica ao estabelecimento. Essa constatação enaltece a importância do presente estudo, em seu caráter profissional.

A justificativa acadêmica para a elaboração do presente estudo é ratificada pelo compilado bibliográfico que objetiva embasar trabalhos acadêmicos futuros.

O problema da presente pesquisa explora quais estratégias projetuais podem ser adotadas para edificação de hotéis acusticamente confortáveis.

A hipótese investigada, a qual será confirmada ou refutada, é de que a adoção de parâmetros presentes nas normativas de isolamento e condicionamento acústico como paredes duplas, materiais absorventes, pisos flutuantes, forros duplos e esquadrias acústicas, são algumas das estratégias válidas para angariar conforto acústico para edificações do setor hoteleiro.

Este estudo, baseado em pesquisas bibliográficas, objetiva a proposição de estratégias de tratamento acústico na elaboração projetual de um hotel. Para isso, os passos a serem seguidos serão a revisão bibliográfica acerca da acústica nas edificações, a identificação da legislação vigente, o mapeamento de ambientes ruidosos e, por fim, a elaboração de proposta projetual com estratégias de isolamento e condicionamento acústico.



A fundamentação teórica contempla a exposição de conceitos inerentes ao som e à acústica ambiental e arquitetônica, as estratégias de tratamento acústico classificadas em isolamento e condicionamento, bem como trata de aspectos da acústica inerentes especificamente à arquitetura hoteleira.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo serão abordados conceitos inerentes à acústica ambiental e arquitetônica fundamentados na bibliografia de Eduardo Murgel, Régio Paniago Carvalho, Sólon do Valle, Inara Pagnussat Camara, Thaís Bacchi, Sólon do Valle, bem como nas ponderações de profissionais da área da hotelaria como Carlos G. Caruy, Leonardo Silveira e Juliana Nakamura e nas matérias publicadas na web pela empresa portuguesa Soprema Group, no *blog* da Saint-Gobain e no *E-book* Acústica de *Roofstop* disponibilizado pela Scala Acústica.

2.1 CONCEITOS

Para o correto diagnóstico e definição de estratégias de tratamento acústico dos ambientes, é necessário entender os conceitos e o comportamento do som, que serão abordados nos itens abaixo.

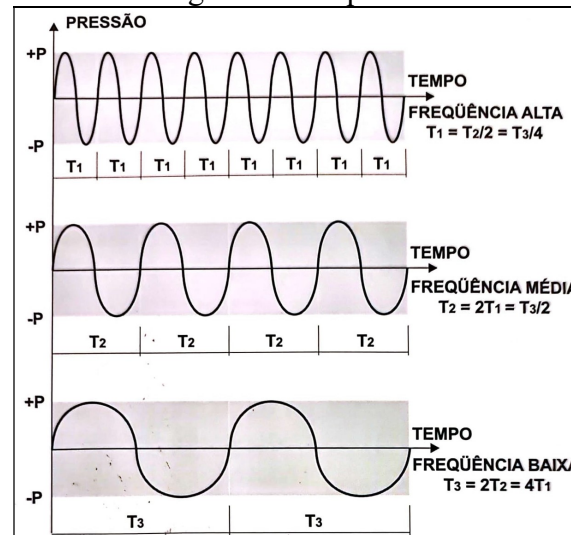
2.1.1 O som

Acerca do som, além do conceito, tratar-se-á da frequência, amplitude, intensidade e pressão sonora.

Carvalho (2010) denomina o som, como toda vibração ou onda mecânica gerada por um corpo vibrante, possível de ser detectada pelo ouvido humano.

Exercida uma pressão, explica Carvalho (2010), em um meio elástico ocorrem oscilações cíclicas de pressão/depressão, em intervalos de tempo maiores ou menores. A frequência é o número de oscilações (ou ciclos) por unidade de tempo (período). Destarte, a frequência é inversamente proporcional ao período (em segundos): $f=1/T$ e é expressa em ciclos por segundo ou Hertz, como demonstra a Figura 1.

Figura 1 - Frequência



Fonte: Carvalho, 2010, p. 26

A amplitude, explana Bacchi (2021), é o máximo valor atingido pela onda sonora no eixo vertical (crista ou vale) em um período, é a grandeza responsável pelo volume do som. Já a intensidade, continua Bacchi, é a energia transmitida pelo som, em watt/m², e reduz proporcionalmente ao quadrado da distância - duplicando a distância em relação à fonte, o som diminui 4 vezes.

Amplitude e Intensidade (ou Pressão Sonora) são diretamente proporcionais (aumentam ou decaem na mesma proporção).

Pressão Sonora é a pressão emitida pela energia sonora, exercida em determinados pontos do ambiente. Bacchi (2021) esclarece que o nível de pressão sonora é uma relação logarítmica entre a pressão efetiva de um som no ambiente e uma pressão sonora de referência, expresso em dB (decibel) pela fórmula:

$$NPS = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

P = pressão sonora sendo medida

P_0 = pressão sonora de referência

NPS = o valor medido (em decibéis – dB) quando um

Fonte: Bacchi (2021, p.14)

sonômetro é colocado em um campo sonoro.

O ouvido humano é capaz de ouvir entre 20Hz e 20kHz. Valle (2009), separa as frequências de áudio em três importantes grupos:



- graves, ou frequências baixas, de 20Hz até 200Hz;
- médios, ou frequências médias, de 200Hz até 6kHz
- agudos, ou frequências altas, de 6kHz até 20kHz.

A voz do homem tem frequência que varia entre 100 Hz e 200Hz e a da mulher, entre 200 Hz e 400 Hz. Portanto, a voz do homem costuma ser grave, ou grossa, enquanto a da mulher costuma ser mais aguda, ou fina, explica Bacchi (2021).

Concluindo a abordagem relativa ao som, na sequência serão explorados conceitos inerentes à acústica.

2.1.2 Acústica

Na temática da acústica, será abordado seu conceito, a velocidade do som, reflexão, dissipação e propagação, níveis de ruído e tratamento acústico.

A acústica é a ciência que estuda o som e sua propagação, que pode ocorrer em meios líquidos, gasosos ou sólidos e a sua relação com o indivíduo, define Remorini (2018), *apud* Camara (2020).

O som se propaga em velocidade diretamente proporcional à densidade do meio, à temperatura e à umidade, afirma Carvalho (2010).

Bacchi (2021), explica que, no nível do mar e a 15°C, o som se propaga no ar a 343m/s, na água a 1.410m/s, na madeira a 3.900m/s, no aço a 4.950m/s e no tijolo, a 3.600m/s.

Quando uma onda sonora atinge um obstáculo, parte da energia incidente é refletida, parte é dissipada pelo obstáculo, transformando-se em energia calorífica ou mecânica e o restante, atravessa o referido obstáculo, passando para o outro lado, transmitindo-se através do meio adjacente, explica Bacchi (2021). Em superfícies planas, os ângulos dos raios incidentes e refletidos são iguais em uma mesma superfície, independentemente de sua natureza.

A propagação de energia sonora pode se dar pelo ar, ruído aéreo, que se propaga principalmente pelas aberturas (portas, janelas e frestas); bem como pela estrutura, ruído de vibração ou ruído de impacto, gerado por via sólida e transmitido através das tubulações e da estrutura da edificação, explica Camara (2020).



Bacchi (2021) define o ruído como sons sem harmonia, uma mistura de sons cujas frequências diferem entre si por um valor inferior ao que o ouvido pode distinguir. Som desagradável ou indesejável.

Já para Camara (2020), ruído acústico é uma mistura de sons ou sensações sonoras que interferem de forma negativa na compreensão de uma informação, podendo causar desconforto e até sérios problemas de saúde.

Camara (2020, p. 35), classifica o ruído em contínuo, intermitente ou de impacto:

Um ruído pode ser do tipo contínuo é aquele que não varia durante um certo período de tempo, como um motor de automóvel ou máquina em operação; pode ser intermitente, quando tem variações de intensidade, como o trânsito de uma cidade ou uma britadeira em operação; ou ainda de impacto, quando o som é muito intenso em um curto período de tempo, como o disparo de arma de fogo, uma explosão ou um desabamento.

Para hotéis, a NBR 10.152 (ABNT, 1987) estabelece que os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico nos apartamentos devem ficar entre 35 e 45 dB (decibels), nos restaurantes e salas de estar entre 40 e 50 dB, e na portaria, recepção e circulação entre 45 e 55 dB.

Tratar acusticamente um ambiente, revela Carvalho (2010), consiste basicamente em dar-lhe boas condições de audibilidade através das absorções acústicas e/ou em função da geometria interna; bloquear os ruídos externos; bem como bloquear os ruídos produzidos no recinto de tal forma que não perturbem o entorno.

Segundo a norma da ABNT, NBR 12179 (ABNT, 1992), isolamento acústico é o processo pelo qual se procura evitar a penetração ou a saída, de ruídos ou sons, em um determinado recinto. Já o condicionamento acústico, de acordo com a mesma norma, é o processo pelo qual se procura garantir em um recinto o tempo ótimo de reverberação e, se for o caso, também a boa distribuição do som.

O tempo que a energia sonora permanece no ambiente, depois de cessada a emissão pela fonte, é o chamado tempo de reverberação. Se é muito longo, pode ocorrer sobreposição de sons e, se é muito curto, se torna ininteligível para quem está distante da fonte. Por isso, esclarece Camara (2020), existe o tempo de reverberação ótimo, específico para cada ambiente, levando em consideração seu volume e o tipo de uso.

Finalizando o presente item, serão abordadas na sequência as estratégias de tratamento acústico.



2.2 ESTRATÉGIAS DE TRATAMENTO ACÚSTICO

Neste item serão abordadas as estratégias de isolamento e de condicionamento acústico.

2.2.1 Isolamento

Além do conceito de isolamento, neste item será versado acerca das vias de transmissão sonora.

Isolar acusticamente um recinto consiste em bloquear os ruídos externos a patamares compatíveis com a atividade a ser desenvolvida em seu interior. O isolamento também bloqueia os ruídos produzidos no interior do ambiente, a níveis compatíveis com as normas pertinentes (Carvalho, 2010).

Sintetizando, do Valle (2009) afirma que o isolamento consiste em não deixar passar o som de dentro para fora, nem de fora para dentro de um ambiente.

Todos os tipos de aberturas, portas, janelas, frestas, comprometem o isolamento acústico de um ambiente e precisam ser isolados e possuir técnicas de minimização de entrada ou saída de ruídos indesejados, afirma Camara (2020).

“Os sons gerados no ar são aqueles produzidos dentro da massa de ar ambiente e que se transmitem, integralmente, através desse meio elástico, até os nossos ouvidos” (SILVA, 2005, p.100 *apud* Bacchi, 2021, p.29).

Além da via aérea de transmissão sonora, há também a via estrutural, que, de acordo com do Valle (2009) é transmitida pela vibração das paredes, lajes e outros pisos, portas leves e vidros. Até o solo pode transmitir vibração de veículos pesados e as paredes produzir ruídos do impacto da chuva e do vento.

Do Valle (2009) afirma ainda que, a transmissão de ruído estrutural pode ser modal, isto é, a estrutura predial pode entrar em sintonia com alguma frequência de áudio, surgindo pontos de amplitude máxima e mínima.

As técnicas de isolamento contemplam paredes duplas e triplas, piso flutuante, teto flutuante, portas e janelas acústicas, obstrução de dutos e canaletas, os quais serão tratados na sequência.

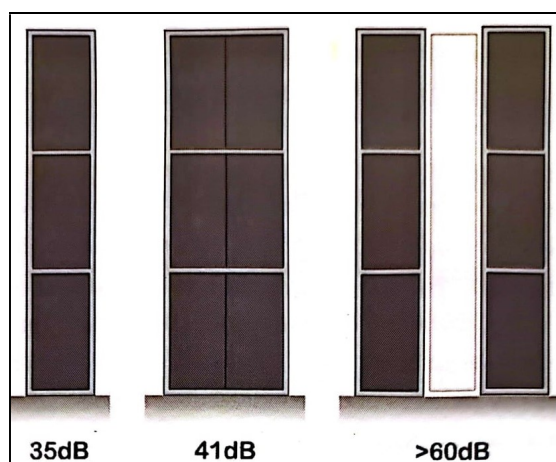
2.2.1.1 Paredes duplas e triplas

No presente item são apresentados autores como Bacchi e do Valle, que explicam a lei da massa e o funcionamento das paredes duplas e triplas.

De acordo com a Lei da Massa ou das Densidades, quanto mais pesado for o material (parede), mais isolará e cada vez que dobrarmos o seu peso, aumentaremos cerca de 5 dB de isolamento ou atenuação sonora, explica Bacchi (2021). Em termos práticos, gasta-se o dobro do material, tem-se uma parede super espessa e o isolamento só reduz em torno de 5 dB.

Temos outras alternativas, como a combinação de painéis leves, afastados, que podem inclusive garantir melhores resultados, com a mesma espessura, é o chamado massa-mola-massa, ou seja, ao diminuirmos a continuidade estrutural transmissora da energia sonora ou preenchermos o espaço de ar, ou vazio, com um material absorvente, como lã (de vidro, de rocha ou de pet), poderemos conseguir, ainda, melhores resultados Bacchi (2021, p.31).

Figura 2 – Comparando: paredes simples, grossa e dupla



Fonte: Valle, 2009, p.165

Distâncias de 10cm funcionam bem, muito melhor do que uma parede grossa, explica do Valle (2009), como pode ser observado na Figura 2. Paredes com esse tipo de construção excedem facilmente 50dB de atenuação de graves. “Essa técnica pode se repetir, criando paredes triplas ou ainda maiores, com desempenho extremamente bom, embora a custo de mais espaço”, justifica do Valle (2009, p.167).

É essencial não permitir que a vibração de uma folha passe para a outra, sob pena de comprometer o desempenho do conjunto pelo contato mecânico, principalmente das baixas frequências. Durante as obras, exemplifica do Valle (2009), é preciso ter muito cuidado para que



objetos ou massa de cimento ou de gesso não caíam entre as paredes duplas, formando um elo sólido de acoplamento para vibrações.

2.2.1.2 Piso flutuante

Neste item serão abordados o ruído de impacto e a forma de tratamento sob os conceitos e orientações de Bacchi e do Valle.

Sons de impacto provenientes de arraste de móveis, vibração de equipamentos como bombas, geradores, motores de elevadores, casa de máquinas de piscinas, são comuns em edifícios, afirma Bacchi (2021).

Para isolar esse tipo de som utiliza-se o piso flutuante, explica Bacchi (2021), um sistema composto por um material resiliente entre a laje e o piso acabado para interromper a propagação do som pela estrutura.

A obra começa com a construção de uma sobrelaje, exemplifica do Valle (2009), apoiada na original sobre molas ou coxins elásticos, e reforça, “esta sobrelaje em hipótese alguma poderá encostar nas paredes originais” (do Valle, 2009, p.169).

2.2.1.3 Teto flutuante

Neste item, do Valle esclarece, de forma simples, as formas de construção de um teto flutuante.

O teto flutuante pode ser construído em gesso, em madeira ou MDF. Do Valle (2009) explica que o teto deve ser mecanicamente desacoplado da estrutura predial e as duas maneiras de se fixar o teto flutuante são: apoiado nas paredes ou pendurado na laje original.

Para construir o teto flutuante apoiado nas paredes, do Valle explica que nas paredes, devem ser feitos rasgos com dimensões que caibam com boa folga, os caibros. O teto é preso por baixo dos caibros, usando parafusos, arruelas e cola. Dentro dos rasgos na parede, por baixo dos caibros, são colocados coxins de pequena espessura ou borracha, na ponta de cada caibro coloca-se borracha e, por fim, as laterais dos caibros deverão ser vedadas com material flexível, para que não vaze som através dos rasgos na parede.

Se o teto for rebaixado em gesso, pode ser atirantado à laje original, mas usando suportes com mola ou borracha, evitando o acoplamento mecânico, esclarece do Valle (2009).

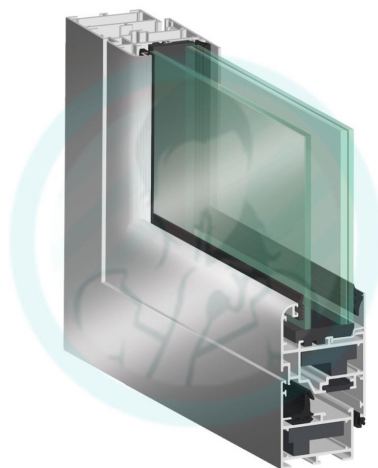
2.2.1.4 Portas e janelas acústicas

Serão abordados, neste item, as esquadrias, vidros, forma de abertura e orientações para construção de portas acústicas, de acordo com as teorias de Carvalho e do Valle.

Esquadrias acústicas são aquelas com capacidade de isolamento acústico superior ao das esquadrias convencionais.

Nas esquadrias compostas com vidro, Carvalho (2010, p.103) afirma que “o acréscimo de massa dos vidros (duplos, triplos, etc.) e os afastamentos relativos entre os mesmos são fatores determinantes do isolamento do sistema” (vide Figura 3), e recomenda vedar as conexões dos vidros com as esquadrias, utilizando borracha ou equivalente, para evitar a transferência de vibrações; avaliar a melhor forma de fechamento das esquadrias; propor a hipótese de criação de vácuo entre cada duas lâminas de vidro; e o preenchimento dos vazios no caso de perfis ocos.

Figura 3: Vidro triplo



Fonte: <https://www.atenuasom.com.br/produtos/vidros-especiais/>

Do Valle (2009) recomenda uso de vidros com espessura mínima de 6mm e espessuras diferentes:

Uma chapa de vidro tem uma frequência de ressonância bem definida. Quando um som dessa frequência incide sobre o vidro, ele vibra em simpatia e transmite o som intensamente



para o outro lado. [...] Se usarmos duas chapas de vidro do mesmo tamanho e espessura para a janela ou visor, a isolamento em geral será muito maior, mas na frequência de ressonância – igual para as duas chapas – haverá um considerável vazamento de som. A solução para isto é usar chapas de espessuras diferentes, de modo que quando uma delas entra em ressonância, a outra “segura”, e vice-versa. Do Valle (2009, p.209)

As esquadrias de abertura em giro promovem melhor isolamento acústico que as corredeiras, explica Carvalho (2010), uma vez que estas, para funcionarem, requerem pequenas folgas, que se constituem em aberturas suficientes para o comprometimento do isolamento acústico do conjunto.

As portas acústicas têm STC (Sound Transmission Class) maiores que 35, e portas muito eficientes têm STC-50 ou mais, explica do Valle (2009). Para se comparar, uma porta comum tem aproximadamente STC-15.

Para a construção de uma porta com isolamento da ordem de STC-35 a STD-40, pode-se usar madeira ou seus derivados, afirma do Valle (2009) e recomenda a aplicação do princípio massa/mola/massa; barreiras de espessuras e ressonâncias diferentes; maior afastamento possível entre barreiras e selagem perfeita.

2.2.1.5 Obstrução de dutos e canaletas

Neste item são tratadas as vias de transmissão de ruídos e as possíveis soluções.

A transmissão de ruído gerado em um ambiente para o ambiente vizinho, faz-se por três vias distintas, explica (SILVA, 2005) *apud* Bacchi (2021): pela passagem direta via parede, barreira ou painel; pela passagem indireta via flaqueamento; pelas estruturas vizinhas: pilares, lajes e/ou paredes confluentes; ou por janelas, aberturas, portas, dutos de ar, tubos de água, eletrodutos, ou por entreforros e entrepisos.

“O vidro é um bom isolante acústico em razão de suas características, sendo uma solução para ruídos externos”, explica Remorini (2018, p.71) *apud* Camara, (2020). Entretanto, para que seja eficiente, o caixilho e as vedações precisam ser bem isolados enquanto conjunto.

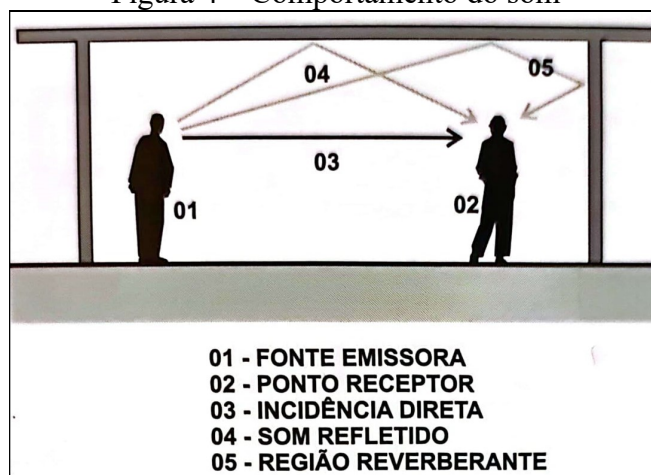
Quando existe espaço entre as superfícies, o som vaza pelas frestas. É necessário, que todas as arestas sejam vedadas com mantas de borracha, firmemente socadas entre as chapas de modo a fechar totalmente qualquer fresta que se forma. Do Valle (2009, p. 180) aconselha, “Lembre-se: uma abertura de menos de 10% pode deixar passar mais de 90% do som”.

2.2.2 Condicionamento

Além de conceitos, são abordados o tempo de reverberação, materiais absorvedores, o estudo geométrico do recinto e o índice de absorção dos materiais.

Condicionamento acústico consiste em darmos a um recinto as melhores condições possíveis de audibilidade interna, corrigindo o tempo de reverberação e promovendo a melhor distribuição possível dos sons gerados internamente via superfícies refletoras de sons, conforme demonstra a Figura 4 (Carvalho, 2010).

Figura 4 – Comportamento do som



Fonte: Carvalho, 2010, p. 32

O objetivo do condicionamento acústico de uma sala, revela Bacchi (2021), é o controle ou correção da presença de ecos, reflexões excessivas e o seu tempo de reverberação, a fim de melhorar a inteligibilidade da palavra, musicalidade e a percepção dos sons, em geral.

O tempo de reverberação mede o tempo entre o desligamento da fonte e a extinção do som no ambiente, no qual a intensidade sonora cai 1 milhão de vezes (60 dB) - e representa a capacidade de absorção sonora do ambiente, explica Bacchi (2021).

Carvalho (2008, p. 55), *apud* Camara (2020, p.63), afirma que “materiais bons absorventes acústicos são necessariamente materiais macios, porosos ou fibrosos, que têm a capacidade de absorver sons que nele incidem”, afirma ainda que “em função das formas e dimensões dos poros ou das fibras desses materiais é que se explica a variação de suas absorções acústicas, conforme faixas de frequência”.



Para do Valle (2009), todos os materiais podem ser acústicos, se usados da maneira certa. Tecidos, pedras, madeira, vidro e outros materiais podem ser usados como parte do tratamento.

Do Valle explica que cada material ou estrutura possui índices de absorção acústica, que variam conforme a frequência, variando de 0 a 1 (0% a 100%) para materiais lisos. “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” (Do Valle, 2009, p. 217).

Os fabricantes costumam apresentar este índice absorção na embalagem dos produtos, conhecido como NRC (*Noise Reduction Coefficient*) - coeficiente redutor de ruídos.

Em relação ao condicionamento acústico, a NBR 12179 (ABNT, 1992, p.3) orienta: “Estabelecido o nível de som do recinto deve ser feito o estudo geométrico acústico e determinado o tempo de reverberação”.

Para o estudo geométrico, de acordo com a NBR 12179 (ABNT, 1992), leva-se em conta os materiais a serem empregados e as fontes sonoras, com objetivo de conhecer a distribuição dos sons diretos ou refletidos, para obter as melhores condições de audibilidade em todo o recinto.

Ainda de acordo com a NBR 12179 (ABNT, 1992), o projetista deve utilizar as superfícies do teto para obter o reforço sonoro necessário à boa audibilidade, e ainda eventualmente utilizar as superfícies das paredes, empregando defletores (no caso de reflexão do som orientada) ou difusores (no caso de simples distribuição do som em todos os sentidos).

Terminado o estudo geométrico-acústico do recinto, o cálculo do tempo de reverberação (t_r) é feito pela fórmula de Sabine ou pela fórmula de Eyring. Então, compara-se com o tempo de reverberação ótimo (t_o), conforme figura 1 do Anexo da NBR 12179 (ABNT, 1992). A diferença ($t_o - t_r$), deve ser a menor possível, com tolerância de 10%, para o tratamento acústico ser considerado satisfatório e aceito.

Primeiramente faz-se o cálculo do t_r sem tratamento e depois o cálculo do t_r com o tratamento, de acordo com os materiais que se pretende substituir, explica Bacchi (2021), e complementa, o condicionamento acústico está diretamente relacionado aos materiais de acabamento de um ambiente, dos móveis e da quantidade de usuários que estão dentro desse espaço.

Finalizando a abordagem acerca da acústica, passar-se-á ao tema específico de acústica na arquitetura de uma edificação hoteleira.



2.2.3 A acústica na arquitetura hoteleira

Neste item, será estudada a setorização acústica, compatibilização de projetos, técnicas construtivas, as fontes de ruído, especificação de materiais, os desafios e tratamentos de acústica nas áreas de lazer e convivência, no *rooftop* e em salas de convenções, bem como o isolamento de equipamentos que geram ruído nas edificações.

Conforto deve ser o elemento essencial que permeia todos os serviços oferecidos por um estabelecimento hoteleiro e, para isso, o tratamento acústico dos ambientes é fundamental.

As soluções são variadas e envolvem desde o projeto da edificação à operação do estabelecimento. A disposição dos espaços internos deve evitar que áreas tipicamente geradoras de ruídos, como as de lazer, restaurantes, salas de eventos ou casas de máquinas, fiquem próximas aos quartos. Caruy (2016).

Outro fator imprescindível é a compatibilização das soluções acústicas com o projeto estrutural, quando planejado na fase inicial do projeto, o especialista de estruturas sob orientação do consultor acústico poderá aplicar conceitos e consórcio estrutural com desconexão e sapatas acústicas. Scala (2023).

As técnicas construtivas são outro fator a ser considerado. Algumas podem transformar as paredes em verdadeiras barreiras, enquanto outras prezam pela absorção acústica. Nesse processo de busca pelo conforto acústico, o *drywall* tem mostrado bastante eficaz. Para Caruy (2016), o alto desempenho de isolamento acústica, a resistência do material, sua rapidez de instalação, durabilidade, facilidade na renovação dos espaços internos e de manutenção o tornam o sistema construtivo ideal para este tipo de edificação.

O investimento em um tratamento acústico nos hotéis pode valer mais a pena que os gastos para mitigar esse problema durante a rotina. Por isso, a sugestão é investir nesse tipo de tratamento acústico ainda na fase do projeto. Apesar de reformas serem possíveis, elas exigem um esforço muito maior (Saint-Gobain, {2024}).

Para os hotéis, Caruy (2016) afirma que, resolver essas questões é ao mesmo tempo primordial e desafiador, dada a quantidade de atividades diversificadas oferecidas pelos estabelecimentos.

É importante conhecer todas as possíveis fontes de ruído e como evitá-las.



A ausência de ruído nos quartos é um dos fatores mais importantes para proporcionar a melhor experiência, em ambiente tranquilo que garanta o seu descanso, e a máxima satisfação do cliente (Soprema Group, 2020).

Deve ter-se em conta que os próprios hóspedes do hotel são uma fonte inevitável de ruído. Assim, o isolamento acústico dos quartos deve desempenhar um papel importante para obter o máximo conforto.

As principais fontes de ruído são das vozes e do som dos aparelhos de TV dos quartos contíguos, do uso dos banheiros, dos ruídos de impacto das pisadas, cadeiras e malas. No caso de quartos voltados para a rua, o ruído do trânsito deverá ser analisado. O isolamento acústico deve ser considerado na parede divisória entre quartos, na parede divisória com o corredor, no piso, bem como nas portas e janelas (Soprema Group, 2020).

A arquiteta Débora Barreto, especialista em projetos de acústica e diretora da Audium, conta que as principais ações estão relacionadas à especificação de paredes e esquadrias com isolamento acústico. No caso das paredes, normalmente construídas em *drywall*, é fundamental calcular com precisão a composição do sistema – sobretudo a quantidade e espessura das chapas, a dimensão da câmara de ar e a inserção de lã mineral no miolo. ‘Além disso, cuidados devem ser tomados para garantir a correta instalação, uma vez que a existência de frestas e perfurações pode comprometer a estanqueidade’, salienta Barreto, apud Nakamura (2019).

Com relação às portas e janelas, é fundamental garantir boa vedação. Em instalações hoteleiras, Nakamura (2019) afirma que a especificação normalmente recai sobre vidros laminados ou duplos com borrachas nos encontros e caixilhos de PVC.

‘Mas toda especificação acústica depende diretamente da localização do hotel’, diz Débora Barreto, lembrando que uma esquadria que isola ruído de tráfego rodoviário não é a mesma que evita sons de avião. Nakamura (2019).

Para evitar transtornos com ruídos do corredor, uma solução usual é instalar revestimentos absorvedores de impactos nos pisos dos corredores, orienta Nakamura (2019).

Os restaurantes e bares dos hotéis já não são apenas para uso exclusivo dos hóspedes, mas tornaram-se restaurantes abertos a todo o tipo de público e utilizadores, o que em muitos casos leva a uma maior concentração de pessoas e, com ela, a uma maior produção de ruído originadas pelas vozes dos usuários, o uso de talheres, o ruído de impacto provocado pelo ir e vir das pessoas e o movimento das cadeiras. Assim, é necessário condicionar o interior desses espaços com materiais



absorventes para controlar a reverberação e utilizar sistemas de isolamento acústico nas diferentes paredes, piso e teto para evitar a transmissão de ruídos que possam perturbar os hóspedes nos espaços adjacentes (Soprema Group, 2020).

Cada vez mais hotéis oferecem amenidades e áreas de lazer como salas de jogos, academias, piscinas ou saunas. As fontes de ruído nesses espaços são muitas e variadas, produzindo tanto ruído aéreo como por impacto ou vibrações. Por isso, é necessário planejar intervenções em todas as paredes, pisos e tetos do espaço (Soprema Group, 2020).

Em áreas de lazer localizadas nas coberturas dos edifícios, os limites de ruídos impostos pela NBR 15575, que regula o desempenho acústico de edificações residenciais, podem ser ultrapassados facilmente. Isso ocorre porque a transmissão do som é influenciada por diversos fatores, como o tipo de piso, o tipo de estrutura, a distância entre os ambientes, geometria, volumetria, etc. (Scala, 2023).

Quando se trata de acústica de *rooftop*, a fase de projeto é o momento ideal para se pensar nas soluções para redução dos ruídos. Uma das técnicas mais utilizadas para redução de ruídos de impacto é a flutuação de piso, que consistem em criar uma camada resiliente entre o piso e a laje e apresentam boa performance na redução sonora em baixas frequências. (Scala, 2023).

Já para *rooftops* com ambientes como salões de festas e espaço gourmet, as mantas acústicas com espessuras médias de 10 a 15mm (polietileno, polipropileno, pet, lã de vidro/rocha, borracha ondulada, dentre outras) utilizadas para reduzir o ruído de impacto pelo caminhar das pessoas, com redução de impacto na ordem $\geq 25\text{dB}$ em médias e altas frequências, normalmente atendem as demandas de projeto. (Scala, 2023).

Os hotéis tornaram-se também locais de encontro para reuniões de negócios, convenções ou fóruns. Dispor das instalações adequadas para acolher este tipo de atividade é fundamental para aumentar a taxa de ocupação. Do ponto de vista do isolamento acústico, deve garantir a privacidade e a confidencialidade dos utilizadores e, ao mesmo tempo, proteger do ruído hóspedes que possam estar em espaços adjacentes. É igualmente importante isolar o pavimento para evitar a transmissão de ruídos de impacto. Já, do ponto de vista do condicionamento acústico, é preciso garantir uma boa audição no interior da sala e evitar ruídos de reverberação que dificultam a inteligibilidade da fala ou provocam um aumento indesejável dos níveis de pressão sonora no interior da sala, para isso, a instalação de painéis de absorção de som nos tetos e/ou nas paredes proporcionará o necessário condicionamento acústico no interior da sala (Soprema Group, 2020).



Nesses espaços, os forros de lã mineral e painéis acústicos de madeira são bem usados já que unem a performance acústica com um design adequado à concepção do projeto (Saint-Gobain, {2024}).

Elevadores, equipamentos de ar condicionado, bombas, servidores, equipamentos de cozinha e encanamentos são elementos que geram ruído e estão presentes em qualquer edifício. É necessário isolar as zonas onde se encontram estas instalações, bem como os elementos que as integram, tais como tubos de queda ou conduítes, para evitar que tanto o ruído aéreo como as vibrações sejam transmitidos à estrutura do edifício e aos quartos contíguos, causando desconforto aos utilizadores (Soprema Group, 2020).

Os sistemas de ar condicionado dos hotéis também merecem uma atenção especial. Como as tubulações de ar costumam ser bem ruidosas, tratar especificamente esse tipo de instalação pode ser item chave para que um hóspede se sinta mais confortável. Às vezes, o barulho vindo do ar condicionado passa até despercebido por ser tão comum aos ambientes, mas depois de tratado esses locais podem ganhar muito (Saint-Gobain, {2024}).

Tem-se, assim, concluído o estudo acerca da acústica na arquitetura hoteleira, com abordagem de Caruy, Scala Acústica, Saint-Gobain, Soprema Group e Nakamura.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho TC Qualificação, será utilizada a metodologia de revisão bibliográfica.

Segundo Gil (2002), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado como livros e artigos científicos. Além de pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas, os estudos exploratórios, pesquisas sobre ideologias e pesquisas de análise das diversas posições acerca de um problema, costumam ser desenvolvidas com base em fontes bibliográficas.

Na pesquisa bibliográfica objeto deste estudo, o intuito é apresentar conceitos de acústica arquitetônica, as estratégias de isolamento e condicionamento e aspectos da acústica na arquitetura hoteleira.



No desenvolvimento do trabalho TC Projetual, será utilizado o programa ArchiCad, em plataforma BIM - *Building Information Modeling*, que é uma tecnologia utilizada em projetos, onde há a criação de um modelo digital de uma construção de forma precisa, contendo todas as informações necessárias para executá-la.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conceituação da acústica e o entendimento do comportamento do som forneceram o embasamento inicial para, na sequência, possibilitar a compreensão das diversas estratégias de tratamento acústico, especialmente do isolamento e do condicionamento acústico, que são imprescindíveis para a ótima inteligibilidade do som, bem como, para evitar a entrada ou a saída de ruídos de determinado recinto.

Por fim, a imersão no universo do som aprimorou conhecimentos imprescindíveis para a produção projetual de excelência para o conforto nas edificações, bem como elevou a qualificação capaz de credenciar o profissional para atuação nesse nicho pouco explorado e com demanda crescente que é a acústica.

Respondendo ao problema de pesquisa que dizia que a hipótese da adoção de parâmetros presentes nas normativas de isolamento e condicionamento acústico como paredes duplas, materiais absorventes, pisos flutuantes, forros duplos e esquadrias acústicas, são algumas das estratégias válidas para angariar conforto acústico para edificações do setor hoteleiro, embora ainda não tenham sido aplicadas efetivamente no trabalho projetual, percebeu-se que sim, são estratégias validadas pelos diversos autores abordados na fundamentação teórica.



REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12179**: Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ATENUASOM. **Vidros Especiais**. Acesso em 03/05/2024. Disponível em: <https://www.atenuasom.com.br/produtos/vidros-especiais/>

BACCHI, Thaís. **Apostila Domine Acústica**. 2021.

CAMARA, Inara Pagnussat. **Acústica Arquitetônica**. São Paulo: Cengage, 2020.

CARUY, Carlos G. **A importância da qualidade de acústica em hotéis**. 08/07/2016. Acesso em 19 fev. 2024. Disponível em: <https://www.revistahotelnews.com.br/a-importancia-da-qualidade-de-acustica-em-hoteis/>

CARVALHO, Régio Paniago. **Acústica Arquitetônica**. 2. ed – Brasília: Tesaurus, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed – São Paulo: Atlas, 2002

MURGEL, Eduardo. **Fundamentos de Acústica Ambiental**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.

NAKAMURA, Juliana. **Saiba como garantir o isolamento acústico ideal em hotéis**. 2019. Acesso em 07 mar. 2024. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/saiba-como-garantir-o-isolamento-acustico-ideal-em-hoteis/19548>

SAINT-GOBAIN. **Hotéis: como o tratamento acústico pode trazer conforto e estilo**. {2024}. Acesso em 03 fev. 2024. Disponível em: <https://www.isover.com.br/blog/hoteis-como-o-tratamento-acustico-pode-trazer-conforto-e-estilo>

SCALA ACUSTICA. **E-book Acústica de Rooftop: Saiba como evitar problemas!** 2023. Acesso em 23 fev. 2024. Disponível em: <https://scaladb.com.br/ebook-rooftop/>

SILVEIRA, Leonardo. **Jornada do cliente na hotelaria: Como a tecnologia pode melhorar a experiência do hóspede e otimizar a gestão de hotéis**. {2021}. Acesso em 20 fev. 2024. Disponível em: <https://blog.focomultimidia.com/jornada-do-cliente-na-hotelaria-como-a-tecnologia-pode-melhorar-a-experiencia-do-hospede-e-otimizar-a-gestao-de-hoteis/>

SOPREMA GROUP. **Acústica nos hotéis: zonas onde aplicar o isolamento acústico**. 2020. Acesso em 09 abr. 2024. Disponível em: <https://www.soprema.pt/pt/article/reference/acustica-nos-hoteis-zonas-onde-aplicar-o-isolamento-acustico/>



11º SIMPÓSIO
DE SUSTENTABILIDADE

14-15-16
MAIO - 2024



VALLE, Sólton do. **Manual prático de acústica**. 3. Ed – Rio de Janeiro: Música & Tecnologia, 2009.