



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB  
FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS APLICADAS  
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**ALUNA  
FLÁVIA MENDANHA SABOIA VIÉGAS**

**AVALIAÇÃO E PROPOSIÇÃO DE CONFORTO SONORO PARA  
BARES EM ÁREAS RESIDENCIAIS**

**ESTUDO DE CASO NO DISTRITO FEDERAL**

**BRASÍLIA  
2017**



**ALUNA  
FLÁVIA MENDANHA SABOIA VIÉGAS**

**AVALIAÇÃO E PROPOSIÇÃO DE CONFORTO SONORO PARA BARES  
EM ÁREAS RESIDENCIAIS**

**ESTUDO DE CASO NO DISTRITO FEDERAL**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa pela Faculdade de Tecnologia e Ciências Aplicadas.

Orientadora: Ma. Ludmila Araújo Correia.

**BRASÍLIA  
2017**

## **Agradecimentos**

Primeiramente gostaria de agradecer à Deus pois é Ele quem rege e guarda minha vida, à Ele toda honra e toda glória. Agradecer as minhas colegas colaboradoras de pesquisa Érika Motta e Jhennyfer Pires, pelo coleguismo, companheirismo e por todo auxílio nesse período. Em especial a Érika, pois além de parceira de pesquisa se tornou uma grande amiga, você tem minha total admiração. À minha orientadora e professora Ludmila Correia, por todo conhecimento compartilhado, pela orientação impecável e pela paciência que teve comigo e com as minhas dificuldades e limitações no decorrer de todo processo. Você é uma inspiração para mim, um exemplo a ser seguido. Por último e não menos importante, ao meu marido e parceiro de vida Júnior Viégas, que com muito amor e paciência me amparou, financiou e se disponibilizou em me ajudar no que fosse necessário para que eu conseguisse concluir essa pesquisa apesar de todos os percalços que a vida nos colocou nesse ano e nos últimos meses. Você é, junto com nosso filho Maurício, a razão e o motivo pelo qual busco me melhorar a cada dia, amo vocês.



## **AVALIAÇÃO E PROPOSIÇÃO DE CONFORTO SONORO PARA ÁREAS RESIDENCIAIS COM LAZER NOTURNO: ESTUDOS DE CASO NO DISTRITO FEDERAL**

**Flávia Mendanha Saboia Viégas - UniCEUB, PIC Institucional, aluna bolsista -**  
*fláviaviegasdesign@gmail.com*

**Ludmila Araújo Correia - UniCEUB, Professora Orientadora -**  
*ludmila.correia@uniceub.br*

**Sérgio Luiz Garavelli - UniCEUB, professor colaborador -**  
*sergio.garavelli@gmail.com*

**Érika Eduarda Mota Garcias - UDF, colaboradora -**  
*erikaeduarda.mota@gmail.com*

**JhennyferLoyane Gama Pires - Unieuro, colaboradora -**  
*JhennyferLoyane@gmail.com*

### **RESUMO**

Brasília tem apresentado atualmente uma grande problemática nas áreas residenciais mistas. Com o aumento da população, a procura por lazer próximo a residência é diretamente proporcional ao aumento de bares e restaurantes no comércio local, o que contribui para a elevação do nível de ruído nessas áreas. Em alguns bares, nos quais há música ao vivo, o elevado som residual leva à necessidade de se aumentar o nível sonoro dos equipamentos, acarretando ainda mais desconforto. Nesta pesquisa foi realizado um estudo de soluções internas que aliassem as qualidades acústica, arquitetônica e de design, ao mesmo tempo em que minimizassem o desconforto sonoro interno em bares e restaurantes de funcionamento no horário noturno. Selecionamos um bar na Asa Sul do Plano Piloto de Brasília, com música ao vivo, no qual foram feitas aferições *in loco*, utilizando sonômetro, para avaliar o conforto sonoro no interior do estabelecimento. Os valores das medições foram comparados com o indicado na norma NBR 12.179, e comparados com os valores estimados em cálculo, para verificar-se a adequabilidade de uso do Tempo de Reverberação como parâmetro de avaliação para as condições do local, no qual não há efetiva vedação interna do espaço. A partir disso, foram propostas soluções que poderiam melhorar as condições internas do local, no sentido de aumentar a qualidade do som percebido pelos frequentadores, sem que haja necessidade de elevar tanto o nível dos equipamentos. O estudo demonstrou que soluções simples podem acarretar maior conforto dos usuários e funcionários de bares com música ao vivo, ao mesmo tempo em que contribuem indiretamente com a redução do ruído gerado para a vizinhança.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acústica Urbana. Tempo de Reverberação. Ruído Noturno. Conforto Acústico.

## **SUMÁRIO**

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>5</b>
3.1.	SOM, MÚSICA E RUÍDO	5
3.2.	CONTROLE DA POLUIÇÃO SONORA NOTURNA NO BRASIL E LEI DO SILÊNCIO NO DF	6
3.3.	ACÚSTICA EM BARES E RESTAURANTES COM MÚSICA AO VIVO	8
3.4.	ISOLAMENTO ACÚSTICO DE BARES E RESTAURANTES	8
3.5.	CONDICIONAMENTO ACÚSTICO DE BARES E RESTAURANTES	11
3.6.	BAFFLES	14
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>15</b>
4.1.	ESTUDO DE CASO	16
<b>5</b>	<b>PROPOSIÇÕES, RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>17</b>
5.1.	PROPOSTA 01	18
5.2.	PROPOSTA 02	20
5.3.	PROPOSTA 03	22
5.4.	TABELA DE COEFICIENTES DE ABSORÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS NAS PROPOSTAS	26
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>24</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>25</b>

## **1 Introdução**

Brasília é uma cidade planejada e apresenta uma paisagem sonora diferenciada de outras grandes cidades. A grande problemática atualmente está no ruído produzido por bares e restaurantes que estão localizados nas entrequadras comerciais das áreas residências (CORREIA *et al.*,2016).

Nos últimos anos e com o aumento da procura por lazer noturno nas entrequadras, têm-se levantado discussões sobre a necessidade de criação e/ou revisão dos parâmetros para uso e ocupação da cidade, incluindo as áreas de lazer noturno dentro da cidade, visando uma manutenção da qualidade de vida.

Neste artigo são apresentados resultados de pesquisa na área de Design de Interiores, que busca soluções para o interior de ambientes com funcionamento noturno, como bares e restaurantes, que minimizem o impacto e aliem design, boa qualidade acústica e arquitetônica.

## **2 Objetivos**

Temos como objetivo apresentar soluções acústicas para bares e restaurantes em seu interior, que aliem arquitetura e design e desempenhem satisfatoriamente suas funções minimizando o desconforto acústico interno.

## **3 Fundamentação teórica**

### **3.1. Som, música e ruído**

O som pode ser definido de duas maneiras. Fisicamente, é a vibração mecânica ou movimento oscilatório de um meio elástico gasoso, líquido ou sólido, através do qual a energia é transferida para fora da fonte mediante ondas sonoras progressivas. Genericamente pode ser definido como uma variação de pressão que gera uma excitação do mecanismo auditivo, resultando na percepção do som (SILVA, 2005).

Define-se como ruído ou poluição sonora qualquer som indesejável que atinja níveis não aceitáveis e possa afetar, de forma negativa, a saúde e o bem-estar de um indivíduo ou de uma população (SILVA, 2005).

O ruído, além de gerar desconforto ao ser humano, pode prejudicar diretamente o aparelho auditivo, provocando a perda ou a diminuição gradual da

audição, podendo, ainda, atuar sobre outros órgãos do corpo humano, perturbando as funções neuro-vegetativas com implicações no funcionamento orgânico, causando alteração da pressão arterial, náuseas, cefaléia, vômitos, perda de equilíbrio, perda de concentração, aumento do nível de estresse, inquietude, irritabilidade etc. (SILVA, 2005).

Música, segundo o Dicionário Aurélio, “é a arte de combinar harmoniosamente vários sons, frequentemente de acordo com regras definidas”. (FERREIRA, 2005). Quando pensamos em música não associamo-la como sendo um ruído, porém quando executada com alta intensidade pode se tornar uma ameaça para seus executores (músicos), ouvintes e funcionários do local de apresentação.

### **3.2. Controle da Poluição sonora noturna no Brasil e Lei do Silêncio no DF**

Segundo Silva (2004), à medida que uma cidade cresce nota-se que o ruído cresce de forma proporcional. Uma vez que o ruído é consequência do aumento tecnológico, percebe-se que o ruído está diretamente ligado ao desenvolvimento das cidades e das atividades características citadinas.

Brasília é uma cidade planejada apresenta uma paisagem sonora diferenciada de outras grandes cidades. Suas maiores e mais intensas rodovias são consideravelmente distantes da área residencial, fazendo com que o ruído de tráfego, mesmo que significativo, não represente até o momento grandes problemas no âmbito do Plano Piloto (GARAVELLI *et al.*, 2014). A grande problemática atualmente está no ruído produzido por bares e restaurantes que estão localizados nas entrequadras comerciais das áreas residenciais (CORREIA *et al.*, 2016).

Nos últimos anos, têm-se levantado discussões entre moradores, usuários e proprietários de bares e restaurantes a respeito do ruído noturno, incluindo a necessidade de criação e/ou revisão dos parâmetros para uso e ocupação da cidade, incluindo as áreas de lazer dentro da cidade, visando uma manutenção da qualidade de vida.

Visando garantir a proteção em relação à poluição sonora e os efeitos maléficos do ruído, em Brasília foi estabelecida, em 2008, a Lei nº 4.092, que dispõe sobre o Controle da Poluição Sonora e da emissão de ruídos resultantes de atividades urbanas e rurais no Distrito Federal. Essa lei regula o controle do “ruído

de vizinhança associado ao uso habitacional e as atividades que lhe são inerentes, causados por ele ou por outrem, pela duração, repetição ou intensidade do ruído, seja suscetível de atentar contra a tranqüilidade da vizinhança e da saúde pública” (CLDF, 2008).

Os níveis considerados na Lei 4.092 são os mesmos da norma NBR 10.151 (vide tabela 01).

**Tabela 1 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)**

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT, NBR 10.151 - Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade.

Na prática a relação entre os comércios locais e a áreas residenciais tem sido cada vez mais tumultuada. A demanda por um lazer noturno próximo de casa é crescente na capital. Leis como a Lei Seca (Código de Trânsito Brasileiro, Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997) acabam contribuindo para que a procura de um local de lazer noturno próximo a sua residência só aumente.

Tendo em vista o aumento de bares e restaurantes em áreas mistas, como as superquadras do Plano Piloto, é notável o crescimento na circulação de pessoas e do tráfego especialmente no período noturno e aos finais de semana. Logo, moradores que antes residiam em quadras pouco movimentadas se sentem incomodados e acabam fazendo reclamações, denúncias, que em alguns casos resultam na interdição do local, causando revolta por parte dos empresários, funcionários e frequentadores.

Considerando que a legislação (CLDF, 2008) diz que em áreas mistas o ruído noturno não pode ultrapassar 50 dB, observamos nos estudos que em determinadas situações a grande concentração de pessoas e a execução de música ao vivo pode gerar ruídos que ultrapassam o valor estabelecido.

### **3.3. Acústica em bares e restaurantes com música ao vivo**

Um ambiente com alto nível de ruído não só reduz a compreensão, comunicação e inteligibilidade da fala entre os frequentadores, também gera desconforto e dependendo do tempo de exposição dos músicos, usuários e funcionários podem afetar seriamente sua saúde.

Casas noturnas, bares e restaurantes expõem seus funcionários e usuários a níveis muito altos de pressão sonora. Essa exposição numa visão geral da saúde ultrapassa o prejuízo causado somente a perda auditiva, podendo causar em consequência, distúrbios gástricos, cardíacos, dores de cabeça, estresse, insônia, diminuição da concentração, zumbido, entre outros.

Desta forma a preocupação com o tratamento acústico de bares, restaurantes e demais edificações tem que se fazer presente já na fase de projeto visando evitar a interferência do ruído nas mais diversas atividades, proporcionando ambientes mais saudáveis e adequados ao trabalho e ao lazer de usuários e funcionários.

### **3.4. Isolamento acústico de bares e restaurantes**

Quando falamos em isolamento acústico estamos destacando a capacidade de o material criar uma barreira impedindo que o ruído passe de um ambiente para o outro, garantindo a qualidade sonora do ambiente, eliminando os ruídos prejudiciais à saúde. E quando pensamos no isolamento acústico em ambientes abertos, como bares e restaurantes, é certo que não conseguiremos alcançar um isolamento satisfatório, visto que qualquer fresta se torna caminho para a passagem direta do som. Nestes casos, tornam-se necessárias soluções de condicionamento acústico que contribuam com a atenuação do ruído pela absorção, reduzindo o campo sonoro e conseqüentemente o som gerado pelo estabelecimento. De toda forma, tais soluções sem adequado isolamento não garantem a redução do incômodo à vizinhança<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>[www.proacustica.org.br](http://www.proacustica.org.br), Acesso em: 12 de Setembro de 2017

### 3.4.1. Materiais de isolamento

A seguir, apresentaremos alguns materiais que podem ser utilizados para isolamento. Entretanto, tendo em vista as possibilidades de atenuação do Design de Interiores, que apenas pode intervir no ambiente interior das edificações, tais materiais não foram considerados nas proposições, focando-se nas soluções de condicionamento acústico.

#### 3.4.1.1. Lã mineral

A lã de vidro é um revestimento acústico utilizado para auxiliar no isolamento acústico. Este revestimento é ideal para áreas onde há risco de incêndio, como sala de máquinas, geradores, cozinhas de grandes restaurantes entre outros, pois devido a sua composição é totalmente incombustível. Dentre as lãs minerais, podem ser utilizadas lãs de rocha ou de vidro, conforme apresentado a seguir.



**Figura 1: Lã Mineral, Fabricante Knauf**

Fonte: <http://www.knaufinsulation.pt/content/la-mineral-edificacao>; Acessado em 02 de Agosto de 2017.

#### 3.4.1.2. Lã de Rocha

A lã de rocha é composta por fibras minerais vulcânicas e além de ser uma excelente alternativa para o isolamento acústico também é utilizada para o isolamento térmico. A lã de rocha também é incombustível e seu custo benefício é favorável, mais densa que a lã de vidro é utilizada na construção civil em divisórias, alvenarias, forros e coberturas. Não oferece riscos a saúde e é um material muito duradouro. Geralmente em formas de placas garante conforto ambiental, aumento no rendimento de equipamentos industriais e economia de energia.



**Figura 2: Lã de Rocha, Fabricante La Rocha**

Fonte: <http://www.larocha.com/>. Acessado em 02 de Agosto de 2017

### 3.4.1.3. Esquadrias

Esquadria é um elemento de vedação utilizado no fechamento de aberturas e vãos, controla a passagem de agentes externos como poeira, chuva, vento, umidade, calor, som entre outros. Podem ser fabricados em diversos tipos de materiais. Madeira, aço, ferro, PVC e alumínio são alguns exemplos de materiais que podem ser matéria prima para a confecção de esquadrias.

Por fazerem parte das fachadas, são fundamentais na elaboração e execução de um projeto acústico, seja em grandes centros, na construção civil, bares, casas noturnas, restaurantes e aeroportos. Nem sempre os modelos tradicionais de esquadria são capazes de desempenhar um isolamento acústico satisfatório.

De acordo com um dos princípios que regem a acústica, a lei da massa, entende-se que quanto mais pesada é uma barreira, menor será o ruído transmitido por ela. Desta forma, não só a escolha da esquadria é importante, mas o tipo de vidro utilizado é determinante para que o desempenho da mesma seja satisfatório. Segundo Ricardo Bueno de Carvalho, gerente técnico responsável pela Associação Brasileira de Distribuidores e Processadores de Vidros Planos (ABRAVIDRO<sup>2</sup>) os vidros que melhor respondem são os insulados e os laminados. Insulados em alta frequência e os laminados para isolamento de ruídos em média e baixa frequência.

Segundo a Norma NBR 10.821 (ABNT, 2017) , que dispõe sobre Esquadrias Externas para edificações, existem requisitos quanto às vedações de água, ar e cargas de vento, sendo a instalação um dos pontos fundamentais e que requerem maior atenção para que seja garantida sua eficiência.

---

<sup>2</sup>[www.abravidro.com.br](http://www.abravidro.com.br). Acesso em: 02 de Agosto de 2017

#### 3.4.1.4. Outros fechamentos

Nos casos de estabelecimentos abertos onde não há possibilidade de vedação do ambiente por completo, uma solução que pode ao menos amenizar o incômodo é o uso de toldos. Nesses casos a utilização de toldos que tenham maior densidade em sua lona apresentará maior redução. Apesar de não haver efetivo isolamento, auxiliam na redução do ruído que é transmitido de um ambiente para outro. Não foram encontrados estudos que permitissem uma verificação dos reais impactos dessa redução, portanto as afirmações aqui apresentadas baseiam-se na observação.

### 3.5. Condicionamento acústico de bares e restaurantes

O condicionamento acústico é responsável pelo controle das reflexões sonoras dentro de uma sala ou ambiente tornando-o mais audível e confortável acusticamente. Dentre os vários critérios que permitem avaliar a qualidade do som escolhemos o tempo de reverberação.

Entende-se por tempo de reverberação ( $T_R$ ) o tempo necessário, para que o nível de pressão sonora de determinado ambiente seja reduzido em 60 dB, a partir do momento em que a fonte de excitação for extinta ou desligada (SILVA, 2004).

#### 3.5.1. *Materiais absorvivos*

A escolha de materiais absorvivos deu-se pela facilidade de manuseio, instalação, variedade de modelos e aplicações, a possibilidade de aliar design a eficiência acústica foram alguns critérios adotados para a escolha desses materiais, os quais listamos a seguir.

##### 3.5.1.1. Painéis de madeira frisados

O painel de madeira frisado é ideal para bares, restaurantes, bibliotecas, salas de aula, cinemas, salas de concertos, reuniões, teatros entre outros. Pode ser instalado com perfis de alumínio e tem alta resistência mecânica e um elevado coeficiente de absorção<sup>3</sup>, quando utilizado com lã mineral em seu interior.

---

<sup>3</sup><http://www.eucatex.com.br/pt/>. Acesso em: 02 de Agosto de 2017



**Figura 3: Painel frisado em madeira, Fabricante: Eucatex**

Fonte: <http://www.eucatex.com.br/pt/chapas/Acessado> em 02 de Agosto de 2017

Esse tipo de revestimento consegue aliar design e funcionalidade ao ambiente onde é instalado. No caso de bares e restaurantes além do tratamento acústico o design do revestimento é um forte aliado na decoração do ambiente. Fora a facilidade de higienização, adequação ao ambiente, modelagem, corte e aplicação.

#### 3.5.1.2. Lã de Pet

A lã de Pet se caracteriza pela baixa condutibilidade térmica e o alto índice de absorção acústica. Pode ser utilizada em projetos residenciais e comerciais, indústrias, aplicada em sistemas de forros, no interior de paredes drywall com placas de gesso ou cimentícia e em construções como “*steel frame*” e “*wood frame*”. Trata-se de um material leve, fácil de manusear e de cortar. É ecologicamente correta, reciclada e reciclável. Também é incombustível, evitando a propagação das chamas e o risco de incêndio. Além disso, suas propriedades térmicas reduzem o consumo de energia do sistema de ar condicionado.



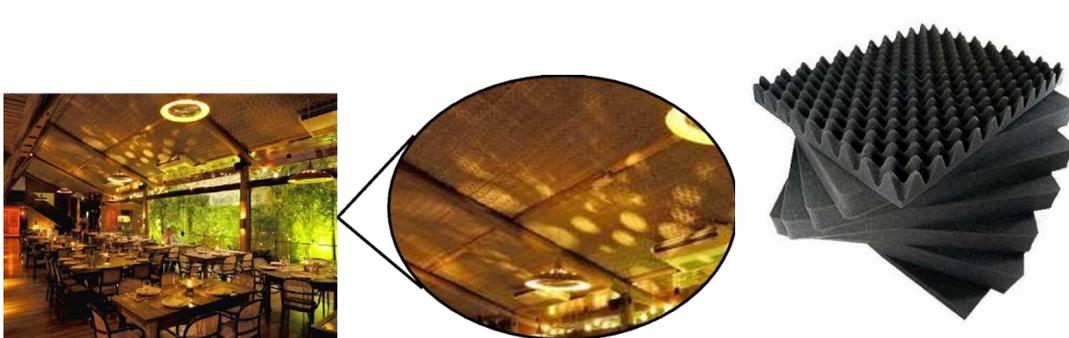
**Figura 4: Lã de Pet, Fabricante IsoSoft**

Fonte: [www.trisoft.com.br/Acessado](http://www.trisoft.com.br/Acessado) em 18 de Setembro de 2017

A utilização deste material no revestimento de bares e restaurantes apresenta inúmeras vantagens, além de ser um material não inflamável e ecologicamente correto, não permite a propagação de fungos e bactérias, ideal para áreas onde há manuseio de alimentos. Além de ser um material de fácil manuseio, transporte, uma vez que não solta fibras, não irrita a pele. É um material versátil e que atende as mais variadas e rigorosas exigências de conforto ambiental nos projetos arquitetônicos.

### 3.5.1.3. Espuma acústica

A espuma acústica é um absorvedor sonoro usado para proporcionar conforto acústico em ambientes fechados, adequar a reverberação do som e minimizar o barulho indesejável. Feita preferencialmente à base de poliuretano poliéster flexível auto extingüível, é utilizada em locais que necessitam absorção sonora para controle de reverberação. Pode ser aplicada nas paredes e no teto dos ambientes e é usada em salas de *home theater*, estúdios de locução e gravação musical, *call centers*, igrejas e restaurantes<sup>4</sup>.



**Figura 5: Espuma Acústica, Fabricante Isomil**

Fonte: <http://www.isomil.com.br/fabrica-espuma-acustica>; Acessado em 02 de Agosto de 2017

A inclusão da Espuma Acústica no interior de bares e restaurantes auxilia no conforto acústico interno, por ser um absorvedor tem relação direta no auxílio do controle da reverberação. No contexto de design, se bem aplicado, pode auxiliar na criação visual no interior do ambiente e pode ser aplicados de várias formas e locais sem haver prejuízo em seu desempenho. Além disso, por poder ser aplicado diretamente em paredes e lajes, reduz a área ocupada pelos elementos de tratamento acústico.

<sup>4</sup><http://www.isomil.com.br>. Acesso em: 02 de Agosto de 2017

### 3.6. Baffles

Os *baffles* acústicos são muitoeficientes para absorção acústica e são desenhados para reduzir a reverberação interna de ambientes de maneira inteligente. São utilizados para correções acústicas de locais públicos ou industriais, que possuam um teto de altura elevada e que não possam ser modificados.

Podem reduzir significativamente os níveis de ruído e reverberação em diversos espaços melhorando a inteligibilidade. Absorção possível em todos os lados do produto, tanto em disposições horizontais como em tetos acústicos planos ou soluções individuais como elementos decorativos<sup>5</sup>.



**Figura 6: Baffle, Fabricante Sonex**

Fonte: <http://rcpisos.com.br/produto/nuvens-illtec-placas-acusticas-owa-sonex/> ; Acessado em 02 de Agosto de 2017

Esse revestimento em específico é ideal para o bar escolhido para ser nosso estudo de caso. Os *Baffles* ou nuvens acústicas são ideais para ambientes onde o pé direito é alto ou que não pode sofrer alguma interferência. Possuem um apelo estético muito elegante e diferenciado por apresentar diversos modelos e formas de instalação.

### 3.7 Difusores

Os materiais de difusão acústica ao contrário dos materiais de absorção acústica não são usados para diminuir o tempo de reverberação do som dentro dos ambientes onde são aplicados<sup>6</sup>. A função deste material serve para espalhar o som

---

<sup>5</sup><http://rcpisos.com.br/produto/nuvens-illtec-placas-acusticas-owa-sonex/>

<sup>6</sup><http://www.someacustica.com/difusores-acusticos/>

no ambiente aumentando a capacidade de percepção sonora dos ocupantes do local. Seu uso é indicado para pequenos e grandes espaços, tais como, salas de teatro, home theaters, cinemas, salas de concerto, entre outros.

Este revestimento além das características acústicas é um revestimento possui um grande potencial estético dentro do design dos ambientes. Podendo ser de várias modelagens e materiais os difusores trazem conceito e diversificação na decoração. Pode ser encontrado em madeira, EPS, PVC e como painel com adição de tecido.



**Figura 7: Difusor, Fabricante Some Acústica**

Fonte:<http://www.someacustica.com/difusores-acusticos/>; [Acessado](#) em 18 de Setembro de 2017

## **4 Metodologia**

A pesquisa foi iniciada com levantamento da tipologia característica dos bares e restaurantes do Plano Piloto, incluindo a distância e posição relativa entre a área comercial e a residencial, o horário de funcionamento noturno e o estudo dos materiais de revestimento utilizados. Foram levantados bares e restaurantes no Plano Piloto, tanto na Asa Sul quanto na Asa Norte, todos com características similares, música ao vivo, localizados em quadras mistas e que tivessem uma ou mais notificações ou reclamações dos órgãos fiscalizadores. Os estudos consideraram como fonte sonora a voz humana e música ao vivo, visto que estas são as fontes sonoras predominantes nos bares localizados nas entrequadras do Plano Piloto.

Para estudo da melhor solução, foram observados a distância das áreas residenciais em relação à fonte de ruído, espessura do material utilizado e design

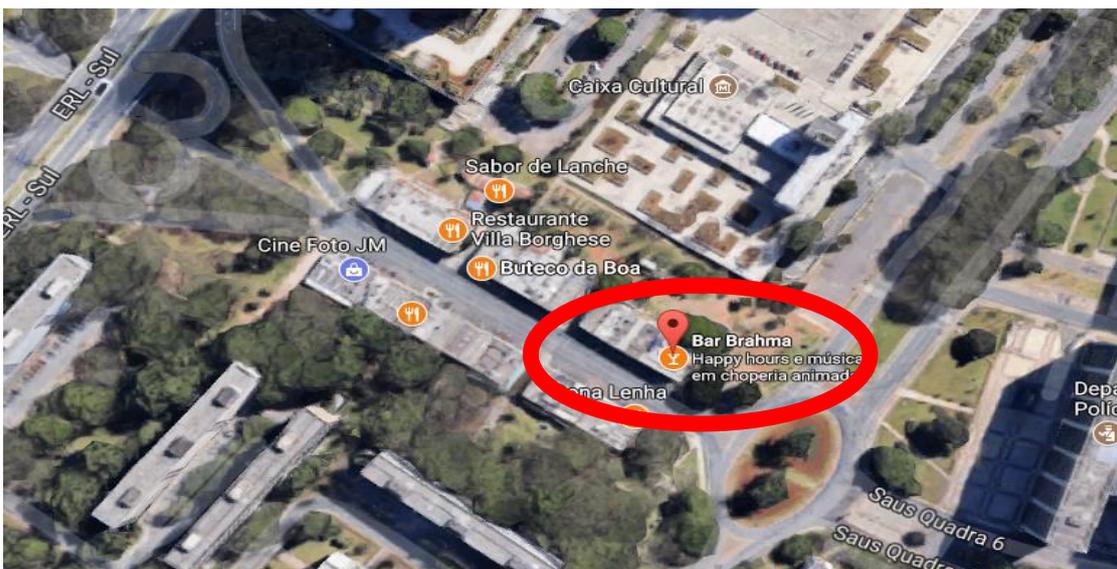
dos revestimentos acústicos. Foi então realizada pesquisa de materiais recomendados, tendo em vista os problemas a serem resolvidos.

Na tentativa de melhorar as condições de lazer dos usuários de bares com música ao vivo, e de trabalho para os funcionários, foi realizado um diagnóstico das condições acústicas de um bar no Plano Piloto de Brasília, no qual há música ao vivo. Foram realizadas medições *in loco* e cálculos que permitiram testar diferentes configurações de revestimentos acústicos e seu desempenho na atenuação do ruído e condicionamento interno. Para o levantamento de dados *in loco*, foi utilizado um sonômetro para avaliarmos as condições de reverberação sonora do espaço., e para os cálculos planilhas em Excel elaboradas pela professora orientadora.

#### 4.1. Estudo de caso

O local eleito para o estudo foi o Bar Brahma, na Asa Sul, por se enquadrar nas características listadas acima e pela disposição do proprietário em colaborar com os ensaios, fornecimento de dados, visitas, medições e registros fotográficos.

O bar está localizado na Comercial da 201 Bloco C loja 33 – Asa Sul, bairro de Brasília. Este bar oferece aos seus usuários uma programação semanal de música vivo, dividida em dois horários: Almoço: 12h as 13h e Happy hour: 19hs as 22hs, incluindo final de semana.



**Figura 8: Localização do bar.**

Fonte: Google Maps, 2017



**Figura 9a: Fachada do bar; Figura 9b: Vista Interior do Bar; Figura 9c: Vista da parte externado bar.** Fonte: Arquivo Pessoal, 2017



**Figuras10a e 10b: Vista interna da fachada;Figura 10c: cobertura em lona.**  
Fonte:Arquivo Pessoal,2017

O bar em questão não apresenta tratamento acústico eficiente no interior e nem na fachada. Em seu interior o mezanino foi fechado com janelas e esquadrias simples, uso de um toldo espesso na lateral e no fundo do bar. O piso e o mobiliário são de madeira e as cadeiras tem assento acolchoado, gerando um ambiente bastante reverberante.

Recentemente, o Bar Brahma realizou fechamento do mezanino e instalou uma porta de esquadria e vidro simples que não desempenha adequado efeito de isolamento ou barreira.

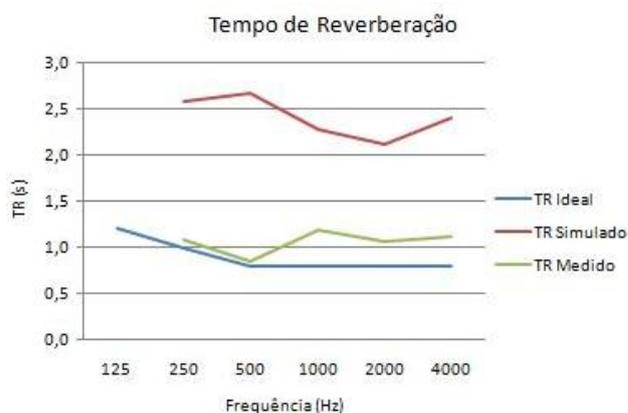
## **5 Proposições, resultados e discussão**

Foram propostos três modelos que atendessem tanto a necessidade da qualidade acústica do ambiente para com seus funcionários e usuários quanto a estética do espaço interno respeitando sua originalidade e conceito. Ambas apresentam configurações similares no que diz a escolha dos materiais, procurando dentre elas a que melhor se comportasse em relação ao tempo de reverberação ideal para o ambiente.

As medições realizadas *in loco* foram equiparadas com o que a norma NBR 12.179 estabelece como Tempo de Reverberação Ideal, e em seguida

confrontados com os valores estimados em cálculo. Consideramos como referência os valores estimados em cálculo, para que fosse pertinente o uso do Tempo de Reverberação como parâmetro de avaliação do local, visto que não apresenta uma vedação interna do espaço eficaz e isso interfere na absorção do ambiente.

No gráfico abaixo podemos observar uma comparação entre os valores medidos e os valores utilizados como referência. Uma vez que a NBR 12.179, de 1992, está desatualizada e não traz referenciais de espaços e ambientes similares ao local analisado, utilizamos como referência a recomendação de Alarcão, Fafaiol e Bento-Coelho (2008) para ambientes de prática musical.



**Gráfico 01: Tempo de reverberação atual – Bar Brahma**

Fonte: Auroras, 2017

Diante das medições realizadas os resultados alcançados demonstraram que o tempo de reverberação não se apresentava tão alto quanto se esperava diante do grande número de materiais reflexivos no local. Contudo, esse resultado não é indicativo de bom desempenho acústico do local, visto que o mesmo possui espaços e frestas entre as lonas que terminaram por contribuir para a maior absorção sonora, e não para o adequado condicionamento interno.

Foi notada a redução de ruído originado em decorrência da aplicação de materiais absorvedores. Diante da aplicação de materiais absorvivos e considerando a atenuação do som residual, observou-se uma redução do nível sonoro significativa.

## 5.1. Proposta 01

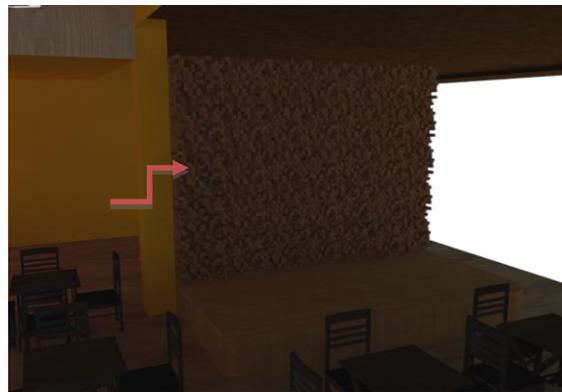
Na proposta 01 procuramos trabalhar com materiais absorvedores, com coberturas reflexivas e 01 difusor visto que na situação atual do local (vide gráfico

01: Tempo de reverberação do Bar Brahma) se faz necessário a utilização de materiais que absorvam as altas frequências. Não foram alterados os materiais de piso, permanecendo a madeira já existente e nem as lonas que fazem proteção na lateral e a lona dupla (teto) do bar. Visto a necessidade de melhorar o condicionamento do som e a absorção utilizamos os seguintes materiais:

- Absorvivos: Lã de Pet (Figura 11); Chapas modulares knauff (Figura 13).
- Reflexivos: Textura em madeira lisa fosca (Figura 14).
- Difusores: Difusor em madeira (Figura 12)



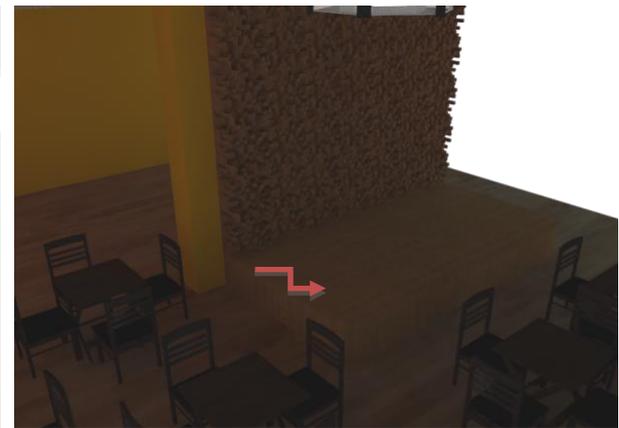
**Figura 11 – Placa de Lã de Pet (modelagem 3D)**  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2017



**Figura 12 – Difusor (modelagem 3D)**  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2017



**Figura 13 – Chapas Modulares (modelagem 3D)**  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2017



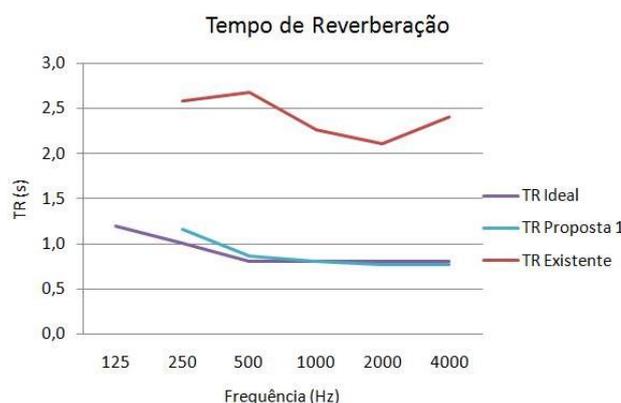
**Figura 14 – Piso do palco (modelagem 3D)**  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2017

Chegamos nesse resultado a partir da análise e estudo do gráfico abaixo (Gráfico 2 – Proposta 01 Bar Brahma) que contém os materiais utilizados na modelagem 3D, com especificações de fornecedor, modelo e coeficientes de absorção de 125HZ à 4000HZ.

**Tabela 01: Coeficientes de absorção dos materiais utilizados**

Materiais	Área	Coeficientes de Absorção					
		125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ
Piso geral - Madeira	245,1	0,18	0,12	0,1	0,09	0,08	0,07
Piso palco - Madeira	11,95	0,18	0,12	0,1	0,09	0,08	0,07
Teto - Lã de Pet Décor - Isosoft Decor Ir 50	95,35	0,23	0,48	0,86	0,92	0,92	0,96
Teto - Cobertura em lona	149,75	0,03	0,04	0,1	0,15	0,2	0,15
Parede palco frente - Difusor em madeira	11,27	0,69	0,6	0,7	0,65	0,73	0,75
Parede palco fundos - Alvenaria pintada	11,27	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Parede fundo bar - Alvenaria pintada	32,99	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,26
Paredes mezanino 1 - Chapas Modulares Knauf Antaris	21,34	0,55	0,75	0,9	0,85	1	1
Parede mezanino 2 - Alvenaria pintada	21,62	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Parede mezanino - Vidro	44,92	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Pilares	22,68	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Parede fachada - Vidro	33,42	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede mesas 1 - Lona	5,11	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede mesas 2 - Lona	58,4	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede mesas 3 - Lona	55,28	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02

Fonte: Autoras, 2017



**Gráfico 02: Tempo de reverberação Simulado – Bar Brahma**

Fonte: Arquivo Pessoal, 2017

Diante do resultado apresentado no gráfico, observamos que a linha do tempo de reverberação simulado, em vermelho, aproximou-se da linha indicativa de tempo de reverberação ideal, em azul. Logo concluímos que os materiais escolhidos e a aplicação nas áreas fim se mostraram eficiente para a proposta de tratamento e condicionamento do som no ambiente.

## 5.2. Proposta 02

Na proposta 02 também utilizamos materiais absorvedores e adicionamos um material difusor. Modificamos as áreas de aplicação de alguns materiais para verificarmos se existe perda de eficiência na absorção e condicionamento sonoro no ambiente. Novamente não foram feitas intervenções no piso, permanecendo a

madeira já existente, e nem nas lonas que fazem proteção na lateral do bar. Visto a necessidade de melhorar o condicionamento do som e a absorção utilizamos os seguintes materiais:

- Absorvivos: Baffles (Figura 15)
- Difusores: Difusor em madeira (Figura 16)



**Figura 15 – Baffles (modelagem 3D)**  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2017



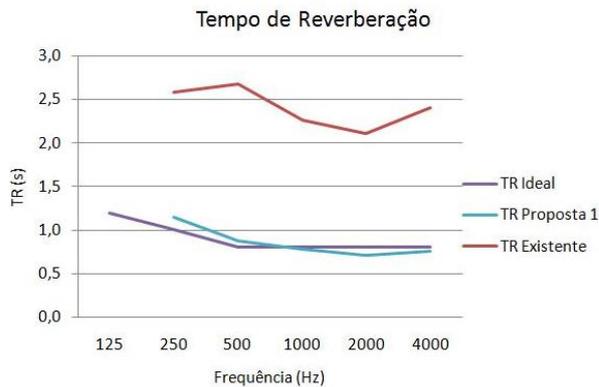
**Figura 16 – Difusor em madeira (modelagem 3D)**  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2017

Chegamos nesse resultado a partir da análise e estudo do gráfico abaixo (Gráfico 3 – Simulação 02 Bar Brahma) que contém os materiais utilizados na modelagem 3D, com especificações de fornecedor, modelo e coeficientes de absorção de 125HZ à 4000HZ.

**Tabela 02: Coeficientes de absorção dos materiais utilizados**

Materiais	Área	Coeficientes de Absorção					
		125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ
Piso geral - Madeira	245,1	0,18	0,12	0,1	0,09	0,08	0,07
Piso palco - Carpete	11,95	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37
Teto - Baffles linear Sonex 50mm	95,35	0,19	0,53	0,85	0,99	1,1	1,05
Teto - Cobertura em lona	149,75	0,03	0,04	0,1	0,15	0,2	0,15
Parede palco frente - Alvenaria pintada	11,27	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Parede palco fundos - Alvenaria pintada	11,27	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Parede fundo bar - Difusor em madeira	32,99	0,69	0,6	0,7	0,65	0,73	0,75
Paredes mezanino 1 - Alvenaria pintada	21,34	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Parede mezanino 2 - Alvenaria pintada	21,62	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede mezanino - Vidro	44,92	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Pilares	22,68	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede fachada - Vidro	33,42	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede mesas 1 - Lona	5,11	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede mesas 2 - Lona	58,4	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede mesas 3 - Lona	55,28	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02

Fonte: Autoras, 2017



**Gráfico 03: Tempo de reverberação Simulado – Bar Brahma**  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2017

Diante do resultado simulado no gráfico, observamos que a linha do Tempo de Reverberação simulado, em vermelho, aproximou-se da linha indicativa de tempo de reverberação ideal, em azul. Logo concluímos que os materiais escolhidos e a aplicação nas áreas fim se mostraram mais uma vez eficiente. Mais uma vez cumprindo o esperado para o tratamento e condicionamento do som no ambiente, mesmo sendo feita apenas duas interferências.

### 5.3. Proposta 03

Na proposta 03 também utilizamos apenas dois materiais, sendo 01 absorvedor e um material difusor. Modificamos as áreas de aplicação de alguns materiais para verificarmos se existe perda de eficiência na absorção e condicionamento sonoro no ambiente. Novamente não foram feitas intervenções no piso, permanecendo a madeira já existente, e nem nas lonas que fazem proteção na lateral do bar. Visto a necessidade de melhorar o condicionamento do som e a absorção utilizamos os seguintes materiais:

- Absorsivos: Painel de madeira ripado (Figura 17)
- Difusores: Difusor em madeira (Figura 18)



**Figura 17 – Painel de Madeira Ripado (modelagem 3D)**

Fonte: Arquivo Pessoal, 2017



**Figura 16 – Difusor em madeira (modelagem 3D)**

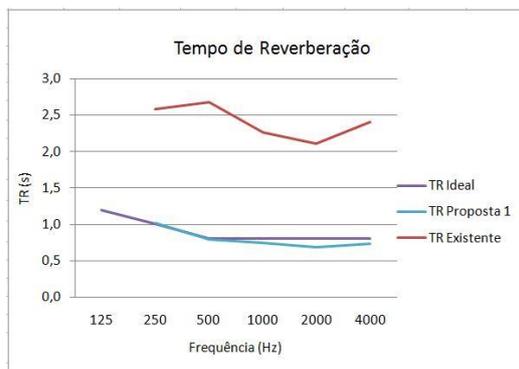
Fonte: Arquivo Pessoal, 2017

Chegamos nesse resultado a partir da análise e estudo do gráfico abaixo (Gráfico 4 – Simulação 02 Bar Brahma) que contém os materiais utilizados na modelagem 3D, com especificações de fornecedor, modelo e coeficientes de absorção de 125HZ à 4000HZ.

**Tabela 03: Coeficientes de absorção dos materiais utilizados**

Materiais	Área	Coeficientes de Absorção					
		125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ
Piso geral - Madeira	245,1	0,18	0,12	0,1	0,09	0,08	0,07
Piso palco - Carpete	11,95	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37
Teto - Alvenaria pintada	95,35	0,19	0,53	0,85	0,99	1,1	1,05
Teto - Cobertura em lona	149,75	0,03	0,04	0,1	0,15	0,2	0,15
Parede palco frente - Alvenaria pintada	11,27	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Parede palco fundos - Alvenaria pintada	11,27	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Parede fundo bar - Difusor	32,99	0,69	0,6	0,7	0,65	0,73	0,75
Paredes mezanino 1 - Painel Ripado Perfurado Plenum 20mm	21,34	0,35	0,73	0,81	0,49	0,39	0,41
Parede mezanino 2 - Alvenaria pintada	21,62	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede mezanino - Vidro	44,92	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Pilares	22,68	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede fachada - Vidro	33,42	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede mesas 1 - Lona	5,11	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede mesas 2 - Lona	58,4	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Parede mesas 3 - Lona	55,28	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02

Fonte: Arquivo Pessoal, 2017



**Gráfico 04: Tempo de reverberação Simulado – Bar Brahma**

Fonte: Arquivo Pessoal, 2017

Diante do resultado simulado no Gráfico 04, observamos que a linha do Tempo de Reverberação simulado, em vermelho, aproximou-se da linha indicativa de tempo de reverberação ideal, em azul. Logo concluímos que os materiais escolhidos e a aplicação nas áreas fim se mostrou mais uma vez eficiente, mesmo tendo sido adicionados em áreas "distantes" de onde se origina o maior volume de ruído. Cumpriu-se, assim, o esperado para o condicionamento do som no ambiente.

## **6 Conclusões**

Esta pesquisa apresentou soluções simples, de boa estética e aplicáveis que podem resultar diretamente no conforto acústico e, conseqüentemente, na qualidade de vida dos funcionários e usuários de estabelecimentos que apresentam música ao vivo. Com a redução do tempo de reverberação no ambiente, além da qualidade do som executado, será possível trabalhar com níveis sonoros mais adequados, além de oferecer uma atenuação acústica dos sons gerados pelos usuários. Com a redução do nível sonoro interno, tanto da fonte desejável (música) quanto do som residual (conversação das pessoas), é possível reduzir também o incômodo causado na vizinhança.

Buscamos fazer a junção satisfatória do design e da acústica com estudo dos materiais e sua melhor usabilidade dentro do espaço escolhido, havendo equilíbrio, rigor estético e funcionalidade para tudo que foi proposto.

Observamos também que a adequação e o planejamento acústico de um ambiente comercial ou residencial, tendo em vista as conseqüências que a exposição ao ruído pode acarretar na vida dos agentes passivos e ativos, ultrapassa a exigência normativa para ser uma exigência para a garantia de saúde pública.

Para estudos futuros, sugere-se avaliar a redução do nível sonoro causado pela atenuação dos materiais absorvedores. Além disso, o estudo de isolamento interior/externo possibilitará avaliar as interferências das fontes sonoras externas no espaço interior.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 10821-1:2017. **Esquadrias para edificações** - Parte 1: Esquadrias externas e internas - Terminologia , que revisa a norma ABNT NBR 10821-1:2011, elaborada pela Comissão de Estudo Especial de Esquadrias (ABNT/CEE-191).

CLDF - Câmara Legislativa do Distrito Federal. **Lei 4092, de 30 de Janeiro de 2008**. Dispõe sobre o controle da poluição sonora e os limites máximos de intensidade da emissão de sons e ruídos resultantes de atividades urbanas e rurais no Distrito Federal. Brasília – DF, 2008.

CORREIA, L. A.; TREVISAN, R. ; GARAVELLI, S. ; MAROJA, A. ; CROCE, B. ; PIRES, J. . Paisagem sonora do Plano Piloto de Brasília: estudo de caso na Superquadra Norte 410 (SQN 410). In: **X Ibero-american Federation of Acoustics Congress (FIA)/ 22nd International Congress on Acoustics ICA 2016**, 2016, Buenos Aires. 22nd International Congress on Acoustics ICA 2016. Gonnet: Asociación de Acústicos Argentinos, 2016.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa**. Curitiba: Positivo, 2005.

GARAVELLI, S. L. ; MAROJA, A. M. ; Costa, C.A ; CARVALHO JÚNIOR, E. B. O Projeto de Lucio Costa para Brasília DF e a Contaminação Acústica. In: **Anais do 6o. Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional Integrado e Sustentável, Lisboa** , Portugal, 2014, pp. 1597-1608.

JORGE JR, J. J. **Hábitos e Limiares Auditivos de Jovens em relação a exposição à Música Eletronicamente Amplificada em Discotecas**. Rev. Brás. de Otorrinolaringologia, v 67, 2001.

NAMUR, F.A. B. M. *et al.* **Avaliação em músicos da orquestra sinfônica municipal de São Paulo**. – Rev. Brás. de Otorrinolaringologia, v. 65(5), 1999.

SILVA, Péricles. **Acústica Arquitetônica & Condicionamento do Ar**. São Paulo, Edtal, 2004.

## ANEXO 1

### Tabela de Coeficientes de absorção dos materiais utilizados nas propostas

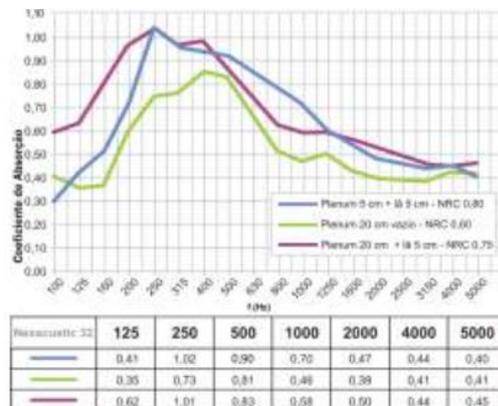


Tabela 04: coeficiente de Absorção Painel Ripado Perfurado– Fonte:www.owa.com.br Acessado em 18 de Setembro de 2017

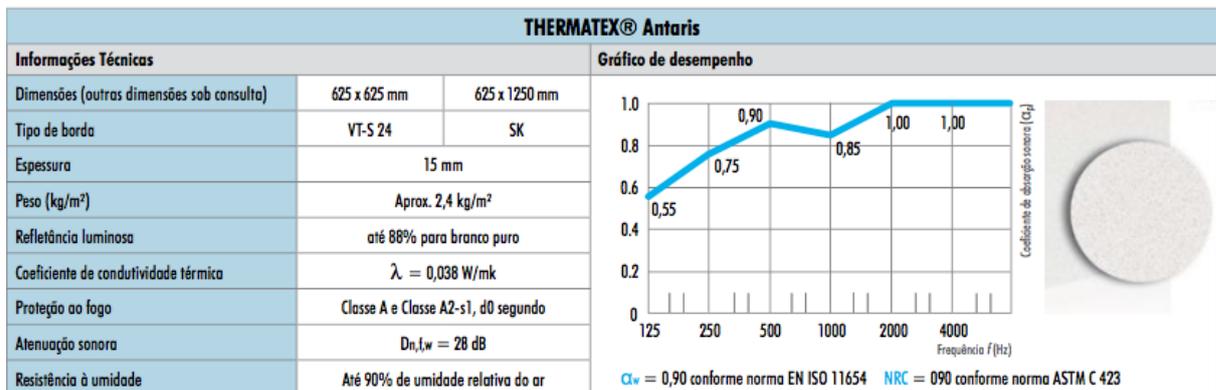


Tabela 05: coeficiente de Absorção Chapas modulares – Fonte:www.knauf.com.br, Acessado em 18 de Setembro de 2017

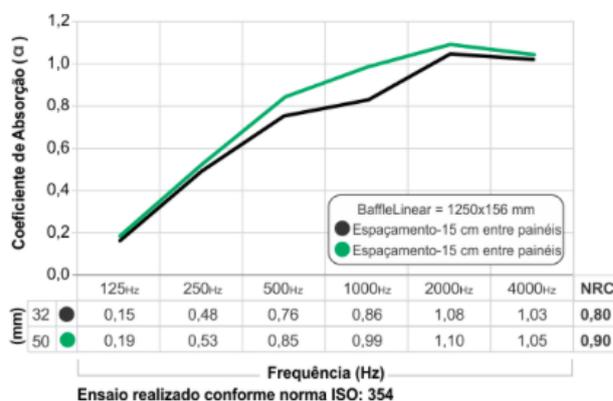
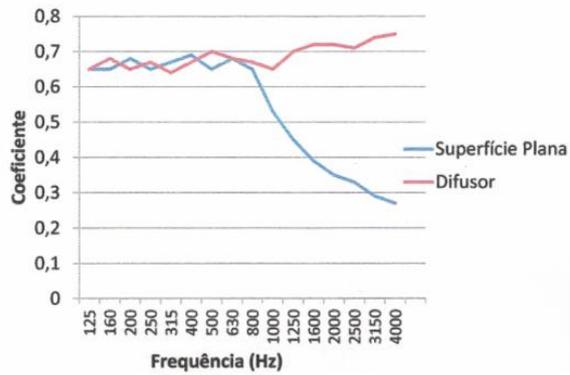


Tabela 06: coeficiente de Absorção Baffles 50mm– Fonte:www.owa.com.br, Acessado em 18 de Setembro de 2017

PERFORMANCE ACUSTICA						
ISOSOFT® DECOR IR 25						
Frequência (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Coefficiente $\alpha_W$	0,10	0,25	0,51	0,71	0,76	0,84

**Tabela 07: coeficiente de Absorção Lã de Pet Décor IR50**

Fonte: Arquivo Pessoal, 2017.



**Gráfico 05: coeficiente de Absorção Difusor**

Fonte: [www.vibrasom.ind.br](http://www.vibrasom.ind.br) Acessado em 18 de Setembro de 2017