FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE SERGIPE FANESE
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO E EXTENSÃO – NPGE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO “LATO SENSU”
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

**MONIQUE NASCIMENTO OLIVEIRA**

# CONTENÇÃO ACÚSTICA EM EDIFICAÇÕES COM AGLOMERAÇÃO DE PÚBLICO EM ÁREAS URBANAS

Aracaju - Se
2016.2

**MONIQUE NASCIMENTO OLIVEIRA**

# CONTENÇÃO ACÚSTICA EM EDIFICAÇÕES COM AGLOMERAÇÃO DE PÚBLICO EM ÁREAS URBANAS

Artigo apresentado ao Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da FANESE, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Segurança do Trabalho

Orientador: Prof.(a) André Felipe Barreto Lima

Coordenador de Curso: Prof.(a) Felora Daliri Sherafat

Aracaju – Se

2016.2

**MONIQUE NASCIMENTO OLIVEIRA**

# CONTENÇÃO ACÚSTICA EM EDIFICAÇÕES COM AGLOMERAÇÃO DE PÚBLICO EM ÁREAS URBANAS

Artigo apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, no período de 2016.2.

Aracaju (SE), 06 de março de 2017.

Nota/Conteúdo: _____ (_____)
Nota/Metodologia: _____ (_____)
Média Ponderada: _____ (_____)

_____
Nome do Professor(a) Orientador(a)

_____
Nome do Coordenador(a) de Curso

_____
Nome do Terceiro(a) Docente

**RESUMO**

Atualmente a preocupação acústica não é apenas uma questão de condicionamento acústico, mas também de controle de ruído e preservação da qualidade ambiental. A partir disto, esse trabalho tem por finalidade avaliar os níveis de pressão sonora de um estabelecimento comercial, para verificar se os níveis encontrados estão acima dos estabelecidos na lei municipal nº 2410/1996, relacionada à emissão de ruídos de quaisquer espécies, produzidos por quaisquer meios que perturbem o bem-estar e sossego público, assim como as normas técnicas relacionadas para conter a emissão superior dos limites aceitáveis. Com a utilização do decibelímetro, foi possível avaliar os níveis de pressão sonora emitidos durante o funcionamento do bar. A partir da análise dos resultados, foi possível determinar quais os materiais adequados para reduzir os níveis sonoros transmitidos para o exterior da edificação. Assim a principal medida é a contenção acústica, a qual se procura evitar a penetração ou a saída do som do recinto, mantendo sua qualidade sonora.

**Palavras-chave:** Avaliação Acústica. Conforto Acústico. Contenção e Ruído.

Monique Nascimento Oliveira
Arquiteta e Urbanista
Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho - FANESE
contato@moniquenascimento.com.br

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Som direto e reflexões em um ambiente. .....8
Figura 2 - Tipos de ruído.....9
Figura 3- Absorção, reflexão e transmissão de som incidente. .....11
Figura 4 - Mapa de localização.....13
Figura 5 - Mapa de situação e tipos de uso do solo. .....14
Figura 6 - Localização dos pontos de medições internos. .....15
Figura 7 – Localização dos pontos de medições externos. .....15
Figura 8 - Vista lateral do estabelecimento.....16
Figura 9 - Exemplo de tipo de forro acústico. .....18
Figura 10 - Detalhe dos materiais.....19

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos.....12
Tabela 2 - Resultados das aferições. .....16
Tabela 3 - Valor do isolamento acústico de diversos materiais. .....17
Tabela 4 - Isolamento acústico de outros materiais.....18

**SUMÁRIO**

RESUMO....4

LISTA DE FIGURAS....5

LISTA DE TABELAS....5

1. INTRODUÇÃO....7

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA....7

3. MATERIAL E MÉTODOS....12

4. RESULTADOS E DISCURSSÃO....13

4.1 Avaliação Prática....13

4.2 Análise dos Resultados....16

5. CONCLUSÃO....20

REFERÊNCIAS....22

ABSTRACT....23

## 1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento urbano da cidade de Aracaju, houve uma mescla de atividades, onde estabelecimentos comerciais e de lazer estão inseridas no meio residencial em algumas áreas da cidade, causando uma poluição sonora significativa.

A principal finalidade deste trabalho é identificar as formas de contenção acústica, visando atenuar o nível de energia sonora, através de isolamento atenuador, tratamento absorvente ou os dois combinados. Com o objetivo de conter a poluição sonora de tal maneira que não cause impactos de vizinhança, buscando o conforto acústico da comunidade circunvizinha, tendo o propósito de manter a atividade na edificação, sem comprometer sua qualidade.

Os estabelecimentos comerciais, entre eles podemos citar casas noturnas, templos religiosos, bares, restaurantes e centros de compras podem emitir níveis de pressão sonora acima dos estabelecidos na lei municipal nº 2410/1996 de Aracaju-SE, relacionada a medidas de combate à poluição sonora veda a emissão de ruídos de quaisquer espécies, produzido por quaisquer meios que perturbem o bem-estar e sossego público. Assim como as normas técnicas relacionadas para conter a emissão superior dos limites aceitáveis.

As edificações comerciais necessitam de algum tipo de tratamento de contenção. A partir da análise *in loco* das condições ambientais das edificações, serão definidos os materiais e os locais adequados para a instalação dos mesmos, para absorver as ondas sonoras, impedindo a sua reverberação, com o intuito de atenuar o vazamento sonoro para o ambiente externo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Souza (2012, p.24) “como uma definição simplificada, pode-se dizer que, na maioria dos casos, o som tem sua origem na vibração de um objeto, provocando a vibração de partículas do meio e sendo capaz de ser captada pelo ouvido humano”.

Quando se fala em partícula do meio, para a construção civil, esse meio refere-se basicamente ao ar e aos materiais de construção. No vácuo não existe som, ele

pode se propagar em meios sólidos como a estrutura dos edifícios e até em meios líquidos.

O comportamento do som sobre uma superfície assemelha-se ao da luz, desde que considerado que os comprimentos de ondas sonoras são relativamente menores que os da luz.

A vibração sonora que chega ao receptor é a composição do som direto e suas reflexões (Figura 1). O intervalo de tempo que existe entre a chegada do raio sonoro direto e a chegada dos raios refletidos é decorrente da distância percorrida por cada um desses raios. Como normalmente, o raio direto percorrer menor distância é o primeiro a alcançar o receptor de forma que o intervalo de tempo entre as chegadas seja maior que 1/3 de segundo, o ouvido humano percebe como se fossem sons separados, provocando o defeito acústico chamado eco. Caso contrário, a percepção do ouvido será como se fosse apenas um som.

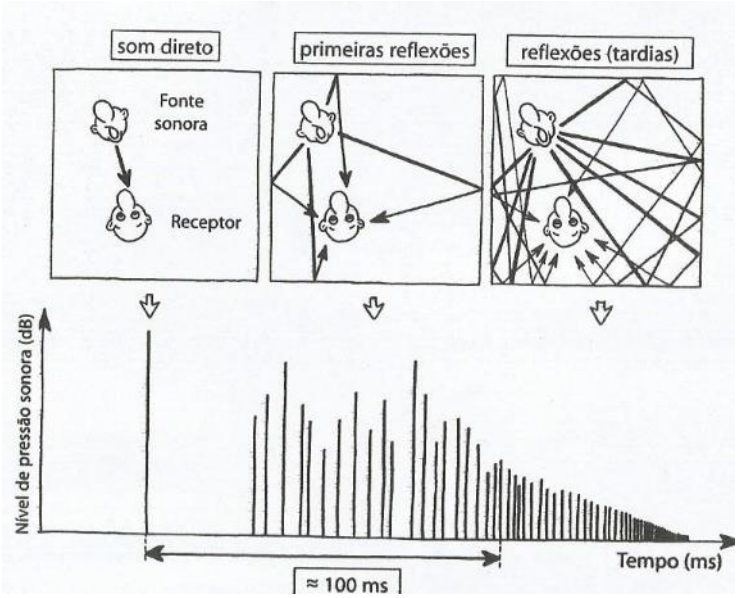


Figura 1 - Som direto e reflexões em um ambiente.

Fonte: Souza, 2012, p.34.

Isso significa que os sons de alta frequência, portanto de pequeno comprimento de onda, tendem a sofrer reflexões mais comumente que os de baixa frequências, cujos comprimentos de onda são maiores, se comparados às superfícies arquitetônicas. Assim, um som de alta frequência é facilmente refletido por pequenos objetos, provocando sombras acústicas nas regiões imediatamente posteriores a esses objetos.

Quando esses diversos movimentos oscilatórios se combinam e produzem um movimento resultante, cuja oscilação não se dê de forma harmônica, tem-se o que é

chamado de ruído. Assim, o ruído se caracteriza pela existência de muitas amplitudes e frequências ocorrendo ao mesmo tempo de maneira não harmônica, enquanto que o som se caracteriza por poucas amplitudes e frequências, geralmente harmônicas.

Mas o som ou o ruído só tem sentido quando é captado por um ouvido humano ou de um animal. O cérebro interpreta as vibrações sonoras que entram pelo ouvido e dão ao ser humano ou ao animal uma sensação que caracteriza a percepção daquele som ou ruído.

O ruído é associado a uma sensação não prazerosa. A fronteira entre som e ruído não pode ser definida com precisão, pois, cada indivíduo apresenta uma reação diferente ao som ou ao ruído, que depende dentre outros fatores, de seu estado emocional e de sua personalidade.

De um modo geral, os ruídos podem ser classificados em 3 tipos, (Figura 2):

**Ruídos contínuos**: são aqueles cuja variação de nível de intensidade sonora é muito pequena em função do tempo. São ruídos característicos de bombas de líquidos, motores elétricos, engrenagens, etc. Exemplos: chuva, geladeiras, compressores, ventiladores.

**Ruídos flutuantes**: são aqueles que apresentam grandes variações de nível em função do tempo. São geradores desse tipo de ruído os trabalhos manuais, afiação de ferramentas, soldagem, o trânsito de veículos, etc. São os ruídos mais comuns nos sons diários.

**Ruídos impulsivos, ou de impacto:** apresentam altos níveis de intensidade sonora, num intervalo de tempo muito pequeno. São os ruídos provenientes de explosões e impactos. São ruídos característicos de impressoras automáticas, britadeiras, prensas, etc

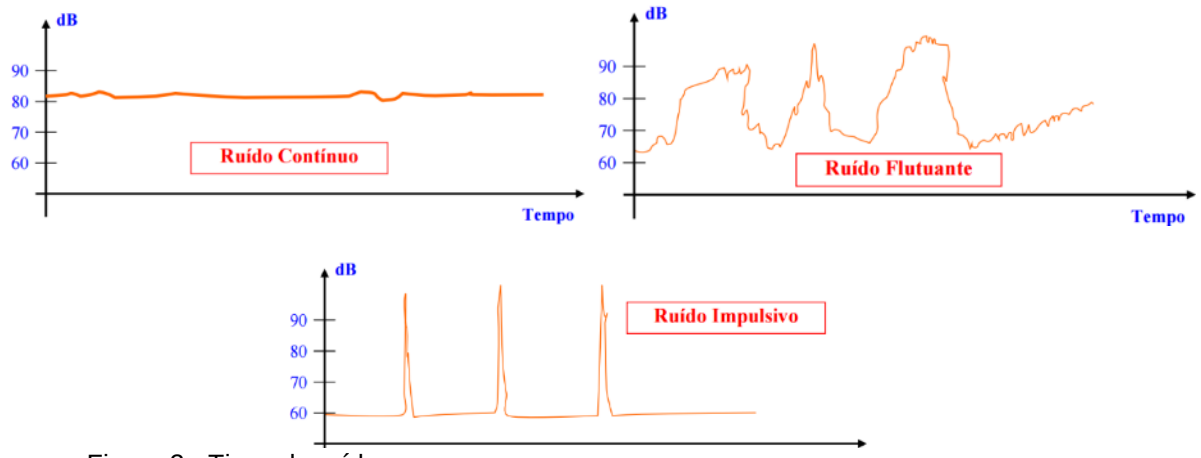


Figura 2 - Tipos de ruído.

Fonte: FERNANDES, 2002 p.62

Se o som ou o ruído é caracterizado por deslocamentos das partículas de um meio elástico em relação a suas posições de equilíbrio, as compressões e expansões do meio causam flutuações de pressão. Como essas flutuações ocorrem devido à propagação de um som, recebem a denominação de pressão sonora

O ouvido humano é capaz de captar uma faixa de pressões sonoras que varia desde o limiar da audição, correspondente à pressão de 0,00002 N/m2 ou 20 μPa, até o limiar da dor cuja pressão é aproximadamente 200 N/m2 ou 200 Pa.

O recurso matemático adotado para resolver este problema foi a utilização do conceito de nível de pressão sonora, ou seja, a utilização da escala Bel. Neste trabalho não será aprofundado essa abordagem de fórmulas matemáticas, apenas uma avaliação prática dos níveis de pressão sonora.

A amplitude da pressão sonora sofre redução à medida que a distância da fonte ao receptor é aumentada, devido à existência de perdas na transmissão do som num meio elástico qualquer. Além disso, se a frente de onda é uma superfície em expansão, a energia se conserva e a intensidade cai com o aumento da área.

Assim, na propagação do som através do ar em um campo livre, o nível sonoro é reduzido em aproximadamente 6 dB quando é duplicada a distância entre a fonte e o receptor. Portanto, só existe sentido num determinado valor numérico para um nível de pressão sonora, quando se informa a que distância a fonte está do receptor. Deste modo, um nível de ruído medido será sempre um valor vinculado à distância entre a fonte e o medidor de nível de pressão sonora e qualquer variação de uma distância predeterminada, implicará em erros de medição.

Quando uma onda sonora encontra um obstáculo, parte da energia é refletida, parte é absorvida e outra parte é transmitida. A parte refletida tem um ângulo de reflexão igual ao ângulo de incidência e a parte absorvida é consumida em deformações elásticas do material. Assim, quanto mais rígido, denso e de superfície lisa for o obstáculo, maior será a parcela refletida da onda. Caso contrário maior será a parcela absorvida da onda. A parcela da energia absorvida que não é dissipada no material do obstáculo, passa para o outro lado e é chamada de parcela transmitida.

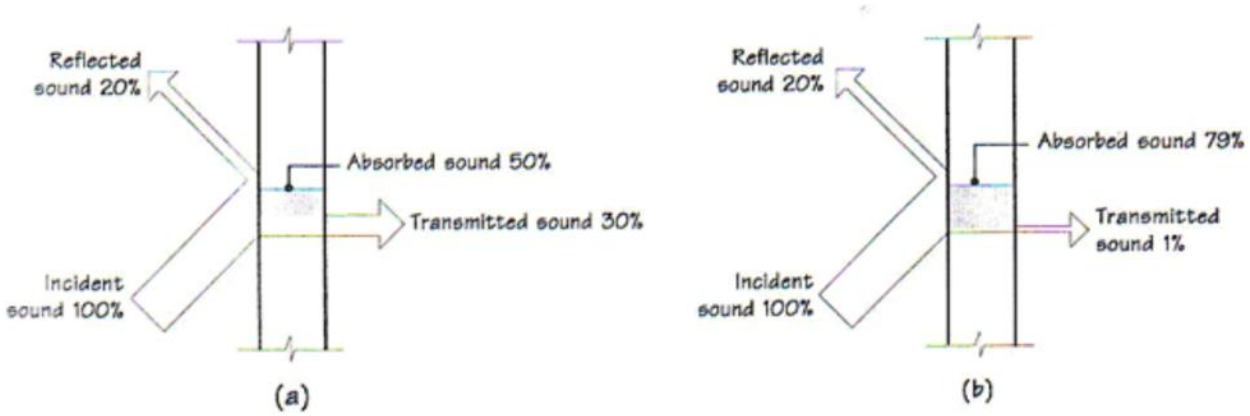


Figura 3- Absorção, reflexão e transmissão de som incidente.
Fonte: (METHA, JOHNSON, ROCAFORT, 1999).

É o surgimento de uma fonte secundária de som devido à passagem da onda por uma aresta, um orifício ou uma fenda. Deve-se à difração o surgimento de sombras acústicas quando uma onda se choca com um obstáculo.

De acordo com CALIXTO (2002):

> “Reverberação, portanto, é definida como o processo de reflexão de uma onda sonora entre superfícies lisas e rígidas onde o tempo de reflexão se situa entre 20 e 100 ms. Se não houvesse perdas na energia sonora, o nível de cada reflexo seria o mesmo nível do som original e, portanto, as ondas sonoras ficariam eternamente percorrendo o mesmo caminho. Isto é conhecido como onda estacionária teórica. Neste caso tempo de reverberação seria infinito.”

O isolamento acústico de acordo a norma técnica (NBR 12179/1992), referente a Tratamento Acústico em Recintos Fechados define como sendo o processo pelo qual se procura evitar a penetração ou a saída de ruídos ou sons, em um determinado recinto.

Atualmente a preocupação acústica não é apenas uma questão de condicionamento acústico, mas também de controle de ruído e preservação da qualidade ambiental. A acústica urbana passou a ter mais importância do que até então, pois o número de fontes produtoras de ruído é casa vez maior e as consequências desses ruídos para o homem são cada vez mais prejudiciais. Os seus

efeitos, não se limitam apenas às lesões do aparelho auditivo, podem causar efeitos tanto físicos como psicológicos. Quanto aos aspectos físicos, podem ser citados: perda auditiva até a surdez permanente em casos limites, dores de cabeça, fadiga, distúrbios cardiovasculares distúrbios hormonais, gastrites, disfunções digestivas, alergias, entre outros. Quanto aos aspectos psicológicos, a exposição ao ruído pode levar à perda de concentração e de reflexos, à irritação permanente, perturbação do sono, à sensação de insegurança, entre outros.

Segundo a lei municipal nº 2410/1996 de Aracaju-SE o nível máximo de som/ruído permitido é de cinquenta e cinco decibéis (55 dBA) no período diurno das 07 às 18 h (sete às dezoito horas) e de cinquenta decibéis (50 dBA) no período noturno das 18 às 7 h (dezoito às sete horas) no dia seguinte, em quaisquer pontos a partir dos limites do imóvel onde se encontre a fonte emissora ou do ponto de maior nível de intensidade no recinto receptor.

Se não houvesse a lei municipal seria de acordo os níveis de critérios de avaliação da NBR 10151, indicada na tabela 1.

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: NBR 10151, 2000.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

Metodologicamente, trata-se de uma avaliação de níveis de pressão sonora, onde será elaborado um estudo seguindo as orientações recomendadas pela lei municipal e normas técnicas relacionadas à acústica, entre elas a NBR 10151, NBR 10152, NBR 12179 e NBR 16313.

Quanto ao procedimento será feito um estudo de caso em um bar/restaurante existente na área urbana da cidade. Para obter os níveis de ruído, será utilizado um Medidor de Nível de Pressão Sonora (MNPS), também chamado de decibelímetro

para fazer as medições. O decibelímetro é um equipamento eletrônico que mede os níveis de pressão sonora, calibrado para ler o nível de som em decibéis.

A avaliação será feita dentro e fora da edificação para avaliar a intensidade do vazamento de ruído. A partir da obtenção dos dados na aferição dos níveis de pressão sonora, serão definidos os tipos de intervenções no local.

Após a coleta dos níveis sonoros, será feita a pesquisa dos materiais adequados para cada tipo de ambiente. A partir da análise das especificações dos produtos para conter o ruído de acordo com os níveis encontrados, para mostrar teoricamente que a utilização adequada desses materiais, podem reduzir significativamente os níveis sonoros externos da edificação sem reduzir a qualidade interna.

## 4. RESULTADOS E DISCURSSÃO

### 4.1 Avaliação Prática

O local de estudo escolhido para a realização da avaliação de ruído foi um estabelecimento comercial localizado no bairro Inácio Barbosa. Uma zona territorial urbana de uso misto da cidade de Aracaju-SE.

Figura 4 - Mapa de localização.

Fonte: Google Maps, 2017.

Inicialmente foi feito um levantamento das atividades e ocupação do solo do entorno, assim como as características da rua e orientação para verificar a influência dos ventos na propagação do som. (Figura 5).

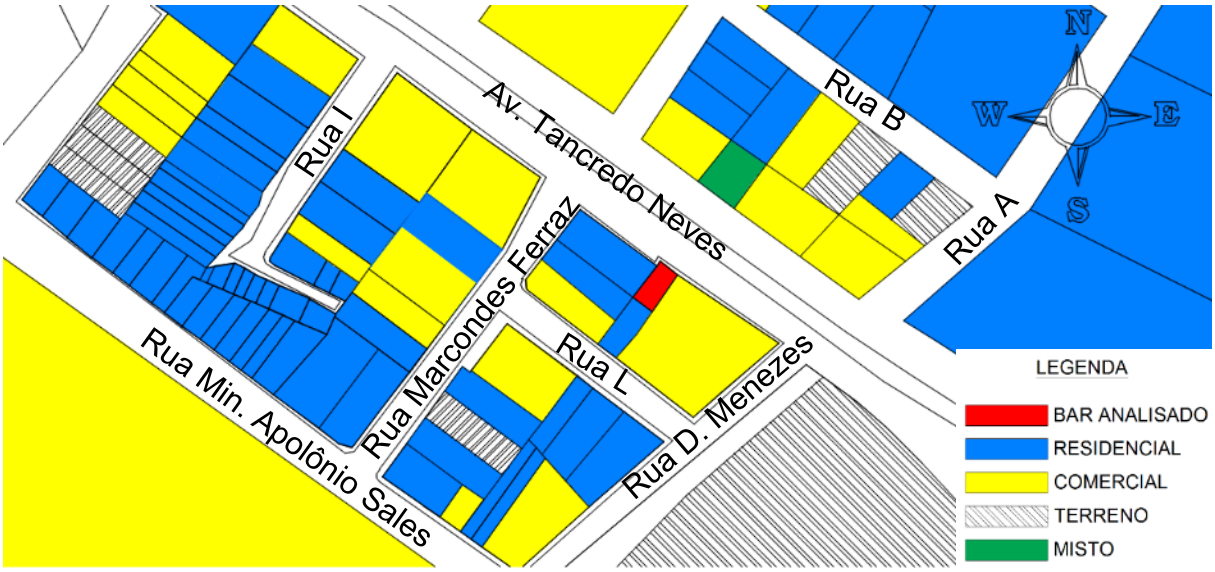


Figura 5 - Mapa de situação e tipos de uso do solo.
Fonte: Dados pessoais.

Para as aferições foram seguidas as orientações da NBR 10151 (Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimentos).

O instrumento utilizado para fazer a medição de nível de pressão sonora foi o decibelímetro, fabricado pela INSTRUTHERM, modelo DEC-470, nº de série N303952, calibrado em 29/11/2016, nº do certificado de calibração 2207/16, código PC-2016.

A realização das medições ocorreu no dia 14 de janeiro de 2017, entre os horários de 22:15h e 23:30h. Foram determinados seis pontos de medições dos níveis de pressão sonora, sendo três internos e três externos.

No estabelecimento havia música ao vivo no momento das medições, o bar possui capacidade para em média 100 pessoas sentadas, mas neste dia possuía apenas 40% da capacidade. Localiza-se em uma avenida movimentada, mas devido o horário o trânsito estava tranquilo, causando pouco ruído de fundo.

Para as medições no interior do estabelecimento foram mantidos uma distância de em média 1.00m de qualquer superfície, como parede, teto, piso e móveis (Figura 6). Já os pontos externos foram medidos na frente do estabelecimento, na quinta e no outro lado da avenida (Figura 7). Para a medição externa os pontos possuíam

afastamentos de aproximadamente 1.20m do piso e pelo menos 2.00m do limite dos imóveis e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muro, parede, etc.

O equipamento foi programado para o nível de pressão sonora equivalente (LAeq) e respostas lentas (slow) que são utilizadas para medir ruídos contínuos.

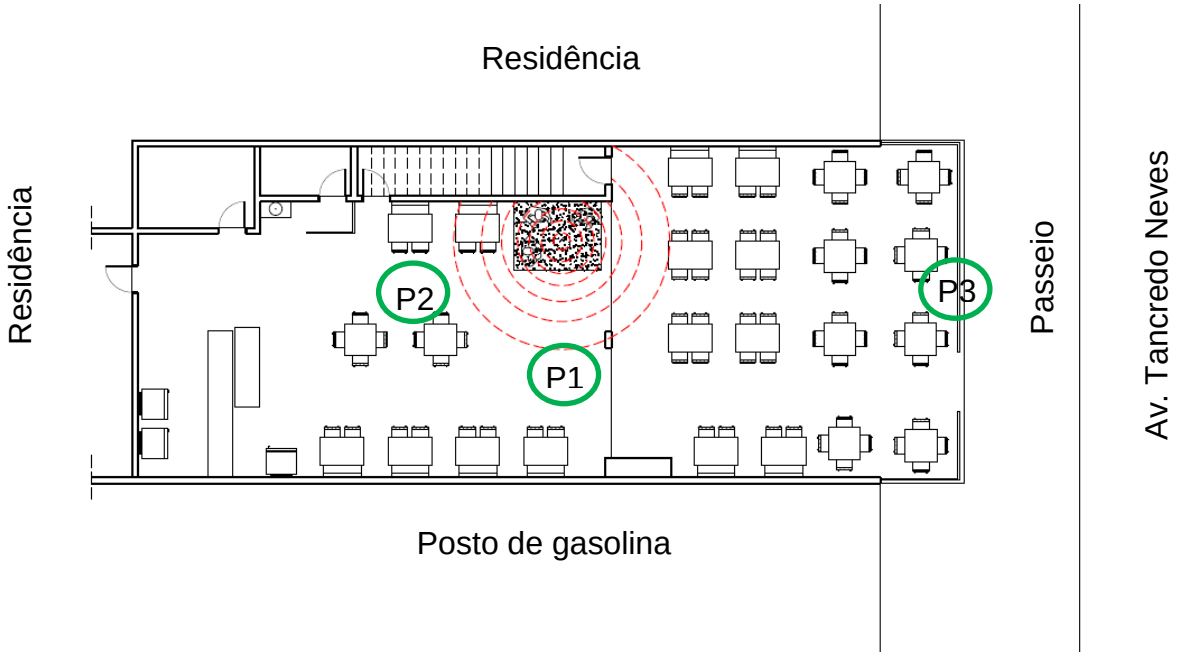


Figura 6 - Localização dos pontos de medições internos.

Fonte: Dados pessoais.

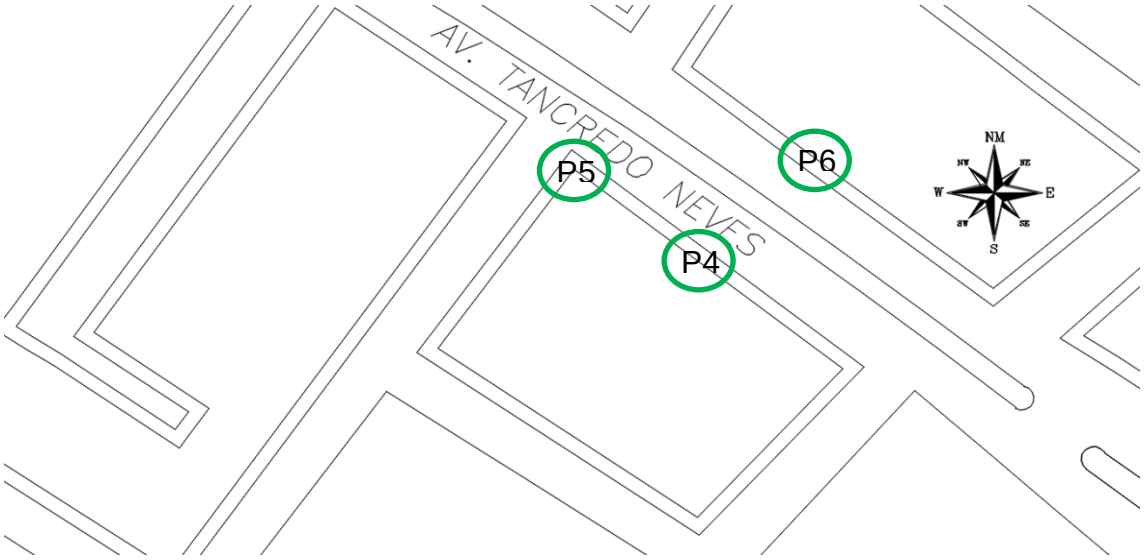


Figura 7 – Localização dos pontos de medições externos.

Fonte: Dados pessoais.

Tabela 2 - Resultados das aferições.

| Ponto de Medição | Período/Hora | dB (A) Encontrado |
|---|---|---|
| **P1** | 2min/22:15 | 89.1 |
| **P2** | 2min/22:20 | 90.2 |
| **P3** | 2min/22:34 | 86.2 |
| **P4** | 2min/23:02 | 75.6 |
| **P5** | 2min/23:06 | 76.0 |
| **P6** | 2min/23:30 | 72.2 |

### 4.2 Análise dos Resultados

Após a coleta dos dados foi feito a análise da edificação, no sentido estudar as possíveis alterações nos espaços, a partir da escolha dos materiais que podem atenuar os níveis de pressão sonora.

Observando as características atuais, o ambiente possui uma parte interna, onde fica localizado a fonte de pressão sonora. O teto é composto por forro de gesso e paredes de alvenaria, na lateral esquerda possui uma residência e na lateral direita um posto de gasolina. A lateral voltada para a residência vizinha possui uma parte que não possui ligação direta, isso já reduz a transmissão de ruído, mas na parte externa onde possui apenas uma cobertura de madeira com telha de policarbonato não há um isolamento adequado. O trecho acima do muro possui uma abertura por onde a ventilação passa direto para a residência vizinha, devido ao sentido Norte/Sul da edificação. Possui também uma faixa de mesas em uma área totalmente descoberta, voltada para a avenida.

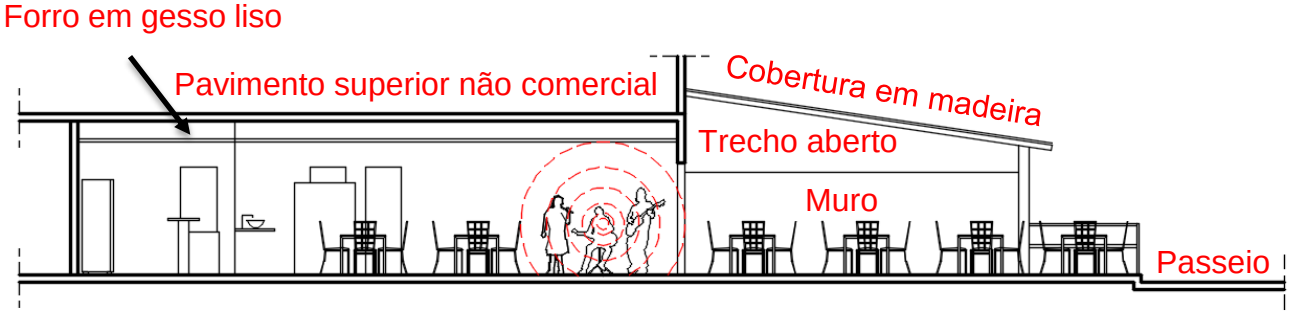


Figura 8 - Vista lateral do estabelecimento.

Fonte: Dados pessoais.

Pelos resultados, nota-se que o maior nível encontrado foi no ponto P2 (90.2dB(A)) devido às reflexões do som no ambiente, e por ser uma área mais fechada. Esse nível encontrado deveria se manter apenas na área interna da edificação e não se propagar para o exterior, pois encontra-se acima da média estabelecido pela lei municipal nº 2410/1996, que estabelece 50 dBA a partir das 18hs. O ponto P1 (89.1dBA) está mais próxima da fonte, mas como se localiza em uma área mais aberta o som se propaga para a área externa excedendo os níveis aceitáveis. Assim como o ponto P3 (86.2dBA) que está em uma área totalmente aberta e mais afastado da fonte, possui ainda um nível elevado, devido à interferência causada pela fala dos clientes.

Para a determinação dos materiais serão levados em consideração os valores de isolamento estabelecidos na NBR 12179/1992 (Tratamento Acústico em Recintos Fechados) e os de outras fontes de pesquisas.

Tabela 3 - Valor do isolamento acústico de diversos materiais.

| Material | Isolamento acústico em decibels (500 Hz) (dB) |
|---|---|
| Alvenaria de tijolo maciço (espessura de 10 cm) | 45 |
| Alvenaria de tijolo maciço (espessura de 20 cm) | 50 |
| Alvenaria de tijolo maciço (espessura de 30 cm) | 53 |
| Alvenaria de tijolo maciço (espessura de 40 cm) | 55 |
| Alvenaria de tijolo furado (espessura de 25 cm) | 10 |
| Chapa de fibra de madeira tipo "Soft-Board" (espessura de 12 mm) | 18 |
| Chapa de fibra de madeira tipo "Soft-Board", com camada de ar intermediária de 10 cm | 30 |
| Chapas ocas de gesso (espessura de 10 cm) | 24 |
| Compensado de madeira (espessura de 6,0 mm) | 20 |
| Compensado de madeira (espessura de 6,0 mm) duas placas com camada de ar intermediária de 10 cm | 25 |
| Concreto - laje entre pavimentos | 68 |
| Vidro de janela (espessura de 2,0 a 4,0 mm) | 20 a 24 |
| Vidro grosso (espessura de 4,0 a 6,0 mm) | 26 a 32 |
| Vidro de fundição (espessura de 3 a 4 mm) uma placa | 24 |
| Vidro de fundição (espessura de 4 a 6 mm) duas placas com camada de ar intermediária | 36 |

Fonte: NBR 12179/1992.

Tabela 4 - Isolamento acústico de outros materiais.

| Material | Atenuação (PT) |
|---|---|
| Parede de tijolo maciço com 45 cm de espessura | 55 dB |
| Parede de 1 tijolo de espessura de 23 cm | 50 dB |
| Parede de meio tijolo de espessura com 12 cm e rebocado | 45 dB |
| Parede de concreto de 8 cm de espessura | 40 dB |
| Parede de tijolo vazado de 6 cm de espessura e rebocado | 35 dB |
| Porta de madeira maciça dupla com 5 cm cada folha | 45 dB |
| Janela de vidro duplos de 3 mm cada separados 20 cm | 45 dB |
| Janela com placas de vidro de 6 mm de espessura | 30 dB |
| Porta de madeira maciça de 5 cm de espessura | 30 dB |
| Janela simples com placas de vidro de 3 mm de espessura | 20 dB |
| Porta comum sem vedação no batente | 15 dB |
| Laje de concreto rebocada com 18 cm de espessura | 50 dB |

Fonte:<<http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/acustica/Apostila/Capitulo%2007.pdf>>.

O principal foco deste trabalho é fazer a contenção acústica, para isso o principal ponto de interferência arquitetônica será entre os pontos P1 e P3, pois, é interessante manter o nível encontrado no ponto P2. No ponto P2 é necessário fazer apenas um tratamento no som para evitar as reverberações indesejadas, para isso seria necessário substituir o forro liso de gesso por algumas placas acústicas semirrígidas, de estrutura micro celular fazendo um jogo de volume que iria auxiliar no tratamento acústico e contribuir com uma estética mais moderna e descontraída para esse tipo de ambiente.

Figura 9 - Exemplo de tipo de forro acústico.

Fonte: <<http://www.assessoriatecnica.com.br/espuma-acstica-sonex/>>.

Na entrada, deveria possuir um isolamento total com esquadria, formada de painéis fixos e portas de abrir, com vidro duplo insulado, composto por vidro simples com espessura mínima de 4,00mm voltado para o ambiente externo e vidro laminado, espessura mínima de 6,00mm, voltado para o ambiente interno, formando câmara de ar de espessura mínima 9,00mm.

Nas laterais do trecho acima do muro deveria ser fechado para que não haja a saída do som. É indicado esquadrias isolantes com vidro duplo, painéis simples composta por vidro simples, espessura de no mínimo 4,00mm voltado para o ambiente externo e vidro laminado, espessura de no mínimo 6,00mm, voltado para o ambiente interno, formando câmara de ar, espessura mínima de 9,00mm. Essa solução acústica faz com que o ambiente não perca luminosidade natural durante o dia e mantenha uma estética agradável.

O ambiente já possui ar condicionado, mas será necessário o redimensionamento do mesmo, pois, essa área com cobertura de madeira possui aberturas que recebe ventilação natural, a qual possui direcionamento para a residência vizinha, facilitando a propagação do som. Para os clientes que não gostam muito de ambientes climatizados e ruidosos, ficaria uma pequena área aberta, localizada na frente da edificação

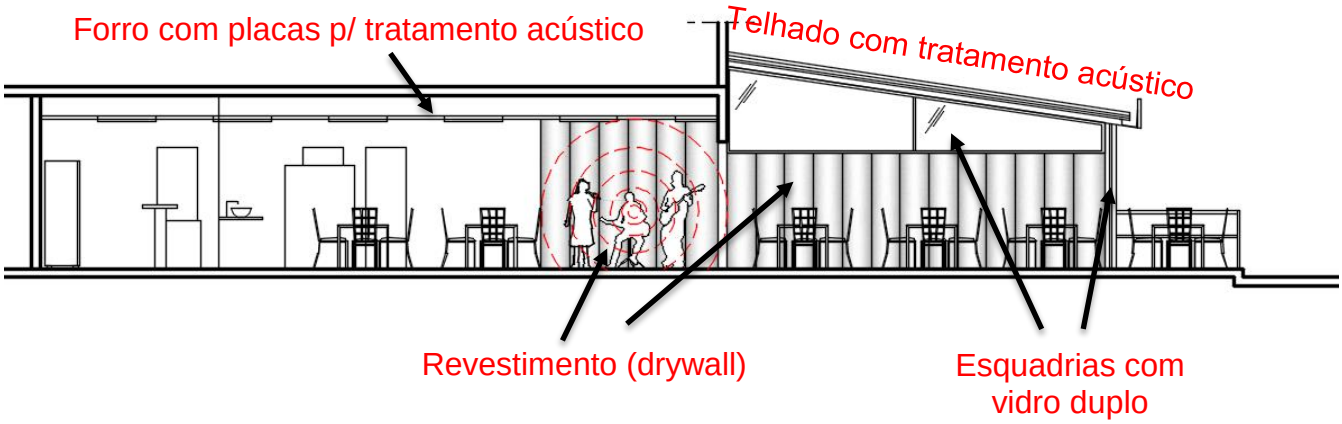


Figura 10 - Detalhe dos materiais.

Fonte: Dados pessoais.

A cobertura existente é composta por uma estrutura de madeira com cobertura de policarbonato, as quais deveriam ser modificadas por telha metálica ondulada, espessura mínima 0,65mm, na parte superior (externa), câmara de ar, espessura 100,00mm, manta de lã de rocha, telha metálica ondulada, espessura mínima

0,50mm, na parte inferior (interna). Por questões estética, caso haja necessário, colocar um forro igual à parte interna ou apenas pintar a telha metálica para separar visualmente os dois ambientes e colocar um platibanda com calha na frente para esconder a cobertura vista de fora.

As paredes da parte interna possuem um trecho que não possui ligação direta com o lote vizinho, há uma escada que já serve de barreira acústica, fazendo com que o som não seja transmitido para o vizinho, mas mesmo assim é indicado a utilização de revestimento adequado pelo menos na área onde fica a principal fonte sonora, para evitar a reflexão do som. Na parte da frente, é necessário, revestir a face interna do muro com drywall para atenuar a transmissão do ruído, sendo composta por chapas duplas de 200 mm de espessura, com duas chapas de cada lado e lã mineral no interior, esse material chega a isolar de 64 dB a 66 dB.

Obedece apenas ao sistema massa-mola-massa que é constituído de uma chapa de gesso por exemplo (massa), um “colchão” de ar ou um material que amortece, e que neste caso é a lã mineral que absorve a maior parte da onda sonora, quebrando sua intensidade (mola) e outra chapa de gesso (massa). A eficiência do sistema se deve ao fato de ocorrer uma fricção entre a onda sonora e o novo meio. Essa fricção converte parte da energia sonora em calor, ou seja, a lã mineral faz com que a energia sonora perca intensidade, resultando em aumento da isolação sonora.

## 5. CONCLUSÃO

O presente trabalho possibilitou avaliar o nível de pressão sonora de um estabelecimento comercial, após aprofundamento teórico sobre a contenção acústica das ondas sonoras, para a implantação de soluções arquitetônicas cabíveis. Com o propósito de manter a atividade na edificação, sem comprometer sua qualidade sonora. Como os níveis de pressão sonora encontrados estão acima dos limites estabelecidos na lei municipal do estado de Sergipe, e nas normas técnicas relacionadas para conter a emissão superior dos limites aceitáveis. É necessária uma intervenção na edificação para evitar a propagação do som, para evitar assim, um impacto de vizinhança.

A partir da avaliação prática e o estudo das características do estabelecimento, foi possível determinar o tratamento acústico adequado no controle dos atributos sonoros em função da análise do ambiente, especificando a necessidade de determinados materiais que favorecem o melhor comportamento possível das ondas sonoras, diminuindo a reverberação do ambiente e o nível geral de ruído suspensos.

Foram escolhidos materiais absorvente para aumentar a absorção do ambiente e diminuir a propagação do som. Para aumentar o isolamento acústico das paredes foi necessário utilizar paredes e esquadrias duplas, aplicando a lei de massa-mola-massa. Utilizados esses materiais sugeridos é possível conter o som no ambiente sem perturbar o bem-estar e sossego do público. Evitando um impacto de vizinhança com a poluição sonora.

**REFERÊNCIAS**

BONJORNO & CLINTON. Física fundamental -- Novo: volume único, 2º. grau. São Paulo: FTD, 1999.

CALIXTO, Alfredo, Vibração, Som e Luz, conceitos fundamentais. Universidade federal do Paraná, 2002.

FERNANDES, João Candido, Acústica e Ruído, São Paulo, UNESP, 2002

Lei nº 2410 de 17 de junho de 1996 de Aracaju-SE - Dispõe sobre medidas de combate à poluição sonora e dá outras providências.

NBR nº10151 Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade, 2000;

NBR nº10152 Níveis de ruído para conforto acústico, 1987;

NBR nº12179 Tratamento de recintos fechados, 1988;

NBR nº16313 Acústica-Terminologia. Rio de Janeiro, 2014;

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-15 - Atividades e Operações Insalubres. 2009.

PORTO, Marco. O processo de projeto e a sua Sustentabilidade na produção da Arquitetura. São Paulo, 2009;

SOUZA, Léa Cristina Lucas de. Bê-á-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a Arquitetura, São Carlo: EduFSCar, 2012.

<<http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/acustica/Apostila/Capitulo%2007.pdf>>. Acesso dia 20/01/2017 às 10h13min.

<<http://www.assessoriatecnica.com.br/espuma-acstica-sonex/>>. Acesso em 20/01/2017 às 10h55min.

<<http://trabalhosaudeseguranca.blogspot.com.br/2009/04/decibelimetro.html>>. Acesso em 21/01/2017 às 16h21min.

**ABSTRACT**

Currently the acoustic concern is not only a question of acoustic conditioning, but also of noise control and preservation of environmental quality. From this, the purpose of this work is to evaluate the sound pressure levels of a commercial establishment, in order to verify if the levels found are above those established in the municipal law nº 2410/1996, related to the emission of noises of any species, produced by any means that disrupt the welfare and public peace, as well as related technical standards to contain the upper limit of acceptable limits. With the use of the decibel meter, it was possible to evaluate the sound pressure levels emitted during the operation of the bar. From the analysis of the results, it was possible to determine the suitable materials to reduce the sound levels transmitted to the exterior of the building. The main objective is the acoustic containment, which tries to avoid the penetration or the exit of the sound of the enclosure, maintaining its sound quality.

Keywords: Acoustic Evaluation. Acoustic Comfort. Containment and Noise.