

PROJETO/LAUDO ACÚSTICO E AVALIAÇÕES INERENTE A POLUIÇÃO SONORA

- OFICINA O DAMIAO SERVICOS MECANICOS EIRELI



Julho/2019
Fortaleza-CE

Sumário

2.0 Introdução	5
3.0 Objetivo	6
4.0 Metodologia	6
4.1 Medições no exterior de edificações	8
4.2 Medições no interior de edificações	8
4.3 Calibração, especificação do equipamento de medição e ajuste dos instrumentos	9
5.0 Amparo e fundamentação legal	9
6.0 Discussão: Identificação e avaliação das atividades impactantes relacionados a poluição sonora e Estratégia para Mitigação	12
6.1 Determinações dos níveis de pressão sonora	12
6.3 Tipos de projetos propostos no controle de geração do nível de pressão sonora e direcionamento das ações aplicáveis na mitigação	22
7.0 Conclusão	29
8.0 Referencia Bibliográfica	30
9.0 ANEXOS	31
10.0 ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART/CREA	32
11.0 ANEXO II – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO DECIBELIMETRO	33
12.0 ANEXO III – PLANTA DE SITUAÇÃO E PROJETO ACUSTICO	34

Lista de Figuras

- I. Figura 01 – Área do empreendimento e dos pontos coletados
- II. Figura 02 – Utilização do equipamento para obtenção do ruído de fundo
- III. Figura 03 – Instalação do decibelímetro dentro do estabelecimento
- IV. Figura 04 – Acionamento de todas os equipamentos de som neste instante
- V. Figura 05 - Painéis Metálicos - Lisboa, Portugal.
- VI. Figura 06 - Placa de Concreto BBS tipo Carbon Blanc
- VII. Figura 07 - Barreira Acústica de Acrílico- Linha Vermelha, RJ
- VIII. Figura 08 - Levantamento do Muro com sistemas de absorção de ondas sonoras para melhoramento da eficiência dos sistemas propostos, tendo em vista a troca mutua de ruídos nestes locais. (A e B – Locais propícios a difração e dissipação dos ruídos, C – Vista Frontal do Local onde há maior incidência de impacto sonoro.

Lista de Tabela e Gráficos

- I. Tabela 1 – Níveis de som para e situação em relação ao empreendimento, segundo a NBR 10152
- II. Tabela 2 – Níveis de som para conforto, segundo a NBR 10152
- III. Tabela 3 - Níveis de som para conforto, segundo a NBR 10151
- IV. Tabela 4 - Correção e cálculos dos níveis de pressão sonora e do nível do critérios de avaliação NCA
- V. Tabela 5 – Relação do Material em relação sua eficiência na atenuação dos níveis de pressão sonora.

- VI. Gráfico 1 - Curvas Critério de Ruído Balanceadas (NCB) (BERANEK, 1989 e BERANEK, 1989).
- VII. Gráfico 2 – Dados coletados em campo para o Ponto 03 localizado dentro do estabelecimento OFICINA DAMIÃO
- VIII. Gráfico 3 – Dados coletados em campo para o Ponto 02 localizado fora do estabelecimento OFICINA DAMIÃO distando a 2 metros.
- IX. Gráfico 4 – Dados coletados em campo para o Ponto 04 localizado fora do estabelecimento OFICINA DAMIÃO distando a 150 metros.

1.0 Identificação do Empreendedor e da Consultoria Técnica

DADOS GERAIS	DESCRIÇÃO
Razão Social	OFICINA O DAMIAO SERVICOS MECANICOS EIRELI
Nome Fantasia	OFICINA DAMIAO
CNPJ:	07.862.691/0001-81
Atividades Exercidas	45.20-0-01 - Serviços de manutenção e reparação mecânica de veículos automotores

Representante Legal:	REGENE MARIA DE SOUZA FERREIRA
Cargo:	PROPRIETARIO
Endereço:	R CARIRE, 26 – BAIRRO FARIAS BRITO – FORTALEZA-CE
Telefone de Contato:	(85) 99181-5411

Objeto da Reg. da Atividade Ambiental:	O atendimento dos quesitos e pendências ambientais junto a SEUMA do inerente ao processo inicial de AUTORIZAÇÃO ESPECIAL DE UTILIZAÇÃO SONORA PARA ESTABELECIMENTOS
Objeto:	<u>PROJETO/LAUDO ACUSTICO E TESTE DE EFICIENCIA ACUSTICA</u>
Estudo Ambiental:	Projeto de adequação acústica com fins de mitigação dos impactos ambientais sonoros para o atendimento dos Quesitos ambientais junto a Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente - SEUMA.

RESPONSÁVEL EXECUTIVO DE PROJETO ACUSTICO	
Responsável do Setor:	REGENE MARIA DE SOUZA FERREIRA

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO ACUSTICO	
Consultor (Resp. Técnico):	Santiago de Souza Freitas
Formação	Engenheiro Ambiental
Registro no CREA:	RNP- 181301755-7
Registro no IBAMA:	CTF-AIDA/6296893
Contatos:	(85) 99742-8731
Email:	santiagosfreitas@hotmail.com

2.0 Introdução

Os altos níveis de ruído urbano tem se transformado, nas últimas décadas, em uma das formas de poluição que mais tem preocupado os urbanistas e arquitetos. Os valores registrados acusam níveis de desconforto tão altos que a poluição sonora urbana passou a ser considerada como a forma de poluição que atinge o maior número de pessoas. Assim, desde o congresso mundial sobre poluição sonora em 1989, na Suécia, o assunto passou a ser considerado como questão de saúde pública. Entretanto, a preocupação com os níveis de ruído ambiental já existia desde 1981, pois, no Congresso Mundial de Acústica, na Austrália, as cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro passaram a ser consideradas as de maiores níveis de ruído do mundo.

Nas cidades brasileiras, onde a qualidade de vida ainda é preservada, o ruído já tem apresentado níveis preocupantes, fazendo com que várias delas possuam leis que disciplinem a emissão de sons urbanos. Numa visão mais ampla, o silêncio não deve ser encarado apenas como um fator determinante no conforto ambiental, mas deve ser visto como um direito do cidadão.

O bem estar da população não deve tratado apenas com projetos de isolamento acústico tecnicamente perfeitos, mas, além disso, exige uma visão crítica de todo o ambiente que vai receber a nova edificação. É necessária uma discussão a nível urbanístico. Outro conceito importante a ser discutido se refere às comunidades já assentadas ameaçadas pela poluição sonora de novas obras públicas. A transformação de uma tranquila rua em avenida, a construção de um aeroporto ou de uma autoestrada, ou uma via elevada, podem elevar o ruído a níveis insuportáveis.

3.0 Objetivo

Avaliar os níveis do ruído em comunidades próximas à empresa OFICINA DAMIÃO e também na área interna do empreendimento, conforme preconiza a NBR 10.151 (Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade) e a Lei Municipal 5530/81 - Código de Obras e Posturas Do Município.

4.0 Metodologia

No levantamento dos níveis de ruído houve medições externamente aos limites da propriedade que contém a fonte, de acordo com 5.2.1 da NBR 10.151:2000. Ainda referenciando a aplicação desta norma, foram obtidos os valores de ruídos a 2 metros, isto nos confinantes, no sentido em direção a residência mais próxima, sendo preestabelecidas nas condições e locais indicados por ele, como estabelece a referida norma atendendo assim as demais considerações gerais.

Quando necessário, existe a importância de apresentar os valores de ruídos com caráter impulsivos e tonais com seus devidos ajustes, medidos em qualquer localização da fonte geradora. Isto, nos quais venham apresentar características especiais e não contínuo que se incorporam no ato da medição causando interferência na coleta diretamente na fonte, ressalto que neste trabalho não foram determinados ou observado no momento da coleta de dados. A aplicação dessas correções fornece o nível de pressão sonora corrigido ou simplesmente nível corrigido (Lc).

Todos os valores medidos do nível de pressão sonora devem ser aproximados ao valor inteiro mais próximo. Não houve medições na existência de interferências audíveis advindas de fenômenos da natureza (por exemplo: trovões, chuvas fortes etc.).

O tempo de medição foi escolhido de forma a permitir a caracterização do ruído em questão. Esta aferição envolveu várias amostras e permitiu identificar uma sequência delas.

O diagnóstico do ruído ambiental na empresa teve programadas medições externas e internas do nível de pressão sonora. Esses pontos estratégicos foram: no ambiente externo, localiza-se pontos na rua Cariré, 26, e também na rua Joaquim Moreira em direção a residência mais próxima, ou seja, nos confinantes.

Essa análise foi feita no período Diurno, entre 07h00min e 11h00min. As medições ocorreram no mês de Julho de 2019, adotando as recomendações da Norma Brasileira 10151 (ABNT, 2000) sendo

realizadas em dias em que não foi verificada a incidência de chuvas, trovoadas como também a ausência de ventos fortes.

A realização dessas medidas dentro e fora do estabelecimento foi necessária à utilização do medidor de pressão sonora, com protetor de vento e tripé. O decibelímetro foi posicionado a 1,5m do chão e distante de pelo menos 2,0m de qualquer superfície refletora. O tempo de medida necessário ocorreu entre 01 segundos á 5 minutos. O parâmetro acústico de interesse na análise do ruído ambiental utilizado na avaliação foi o nível de pressão sonora equivalente L_{Aeq} : nível do ruído contínuo equivalente ao som produzido durante um dado período de tempo medido na ponderação A.

Em cada posição de microfone foi medido o nível de pressão sonora, na curva de ponderação A, por um período que depende do tipo de ruído gerado pela fonte. Para fontes emissoras de ruído contínuo, a norma ISO 3746 determina um período mínimo de 5s. Obtidos os níveis de pressão sonora em cada ponto, um NPS da fonte é determinado da seguinte maneira:

$$NPS = 10 \log \left[\frac{1}{S} \sum_{i=1}^n S_i 10^{0,1 NPS_{Ai}} \right] \quad \text{Eq. (1.1)}$$

Onde:

NPS A é a média dos níveis de pressão sonora obtidos nas medições

NPS_{Ai} é o nível de pressão sonora global, ponderado na curva A, na i ésima posição do microfone

S_i é a área da superfície referente à i ésima posição do microfone

S é a área total da superfície de medição

n é o número de pontos de medição.

Quando não se obtém a área total da superfície da medição e também a área total da superfície referente à posição do microfone, a NBR 10151 descreve o método alternativo e recomenda outro cálculo para determinação do nível de pressão sonora equivalente, L_{Aeq} , quando o decibelímetro não dispõe dessa função. Nesse caso, o nível de pressão sonora equivalente, L_{Aeq} , em dB(A), deve ser calculado pela expressão:

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right] \quad \text{Eq. (1.2)}$$

L_{Aeq} é a média dos níveis de pressão equivalente sonora obtidos nas medições;

L_i é o nível de pressão sonora em dB(A), ponderado na curva A, lido em resposta rápida (fast) a cada 5s durante o tempo de medição do ruído;

n é o número de pontos de medição.

4.1 Medições no exterior de edificações

Houve a prevenção quanto o efeito de ventos sobre o microfone com o uso de protetor, conforme instruções do fabricante. No exterior das edificações que contêm a fonte, as medições foram efetuadas em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos 2 m do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes etc. Amplia-se também deste modo, no exterior da habitação do reclamante, as medições foram coletados em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos 1 m de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes etc.

4.2 Medições no interior de edificações

As medições em ambientes internos foram medidos a uma distância de no mínimo 1 m de quaisquer superfícies, como paredes, teto, pisos e móveis. O cálculo dos níveis de pressão sonora em interiores foram obtidos a parti do resultado da média aritmética dos valores em pelo menos três posições distintas, afastada entre si em pelo menos 0,5 m.

Na medição oportuna o reclamante indicou ponto de medição que não atende as condições acima, este valor medido está contido neste no relatório. Isto, efetuadas nas condições de utilização normal do ambiente, isto é, com as janelas abertas ou fechadas de acordo com a indicação do reclamante.

Com tudo isso, o primeiro passo na concepção do projeto foi a definição do local a ser analisada quanto aos níveis de ruído a que estaria exposta. A identificação destas zonas de influência direta próxima à empresa somente foi possível como apoio na visualização do perímetro com a ferramenta disponível na internet da plataforma do Google *Earth*.

No próximo tópico será discutida quanto a definição e a escolha tecnicamente da área estudada, ficou-se decidido que seria investigada área interna da empresa e a residência mais próxima da fonte geradora. Identifica-la objetivando os níveis de ruído equivalente provável de recepção neste ponto de amostragem.

4.3 Calibração, especificação do equipamento de medição e ajuste dos instrumentos

O medidor de nível de pressão sonora e o calibrador acústico possuem certificado de calibração da Rede Brasileira de Calibração (RBC) e possui validade dentro da vigência anual.

O Equipamento de medição possui as seguintes características: Decibelímetro de determinação de Níveis de Pressão Sonora – NPS na Ponderação em frequência A e C, Tempo de Resposta: *Fast* e *Slow*, Resolução de 0,1 dB, Atualização 20 vezes/ segundo, Faixa de Nível: 30 dB – 130dB (Ponderação A) e 35dB – 130 dB (Ponderação C), Precisão $\pm 1,5$ dB Faixa de frequência 31,5 Hz – 8,5kHz e Microfone capacitativo pré polarizado com diâmetro ½ polegada.

O Modelo: MSL-1355 e Fabricante MINIPA, Números de Série: EK1641700, Calibrador para o decibelímetro de nível sonoro com certificado de Calibração RBC – N°3507/2019. O certificado de calibração está em anexo.

5.0 Amparo e fundamentação legal

No Âmbito Federal as leis que abordam essa temática referente aos impactos relacionados à poluição sonora serão listadas abaixo, para que haja a visualização e referencia neste trabalho técnico.

CONSTITUIÇÃO BRASILEIRA

Art. 225. *Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. §1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:*

Portaria Minter Nº 92, de 19 de junho de 1980 - "Estabelece padrões, critérios e diretrizes relativos a emissão de sons e ruídos."

Lei Federal Nº 9.605, de Fevereiro de 1998 - Crimes Ambientais. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. O CAPÍTULO I - Disposições Gerais, CAPÍTULO V - Dos Crimes Contra O Meio Ambiente Seção III Da Poluição e outros Crimes Ambientais.

Decreto Lei das Contravenções Penais - 3.688 / 1941 Parte Especial - Capítulo IV - Das Contravenções Referentes à Paz Pública; Art. 42 - Perturbar alguém, o trabalho ou o sossego alheios:

Código de Trânsito Brasileiro. LEI Nº 9.503, DE 23 DE SETEMBRO DE 1997 - Art. 228. Usar no veículo equipamento com som em volume ou frequência que não sejam autorizados pelo CONTRAN:

Código Civil De 2003 - LEI No 10.406, DE 10 DE JANEIRO DE 2002. CAPÍTULO V Dos Direitos de Vizinhança.

Resolução CONAMA nº 1 de 08/03/90 - Estabelece critérios, padrões, diretrizes e normas reguladoras da poluição sonora.

Resolução CONAMA nº 2/90 de 08/03/90 - Estabelece normas, métodos e ações para controlar o ruído excessivo que possa interferir na saúde e bem-estar da população.

Resolução CONAMA nº 20/94 de 07/12/94 - Institui o Selo Ruído como forma de indicação do nível de potência sonora medido em decibel, dB(A), de uso obrigatório a partir deste Resolução para aparelhos eletrodomésticos, que venham a ser produzidos, importados e que gerem ruído no seu funcionamento.

Passam - se então, no Âmbito municipal, as leis que abordam a temática referente aos impactos relacionados à poluição sonora.

a) Lei Municipal 5530/81 - Código de Obras e Posturas Do Município, Capítulo XLI da seção II da poluição sonora; Capítulo XLVII da Localização E Funcionamento Do Comércio e da Indústria.

b) Lei 8097 de 02 de Dezembro de 1997 - Dispõe sobre medidas de combate a poluição sonora e dá outras providências.

No Brasil, os critérios para medição e avaliação do ruído em ambientes são fixados pelas Normas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. As principais são: NBR 7731 - Guia para execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação dos seus efeitos sobre o homem; NBR 10151 - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade;

Nesta última norma, a fixação dos limites de ruído para cada finalidade do ambiente é feita de duas formas: pelo nível de ruído encontrado em medição em dB(A), ou com o uso das curvas NC (Noise Criterion) ou NCB (Balanced Criterion Curves).

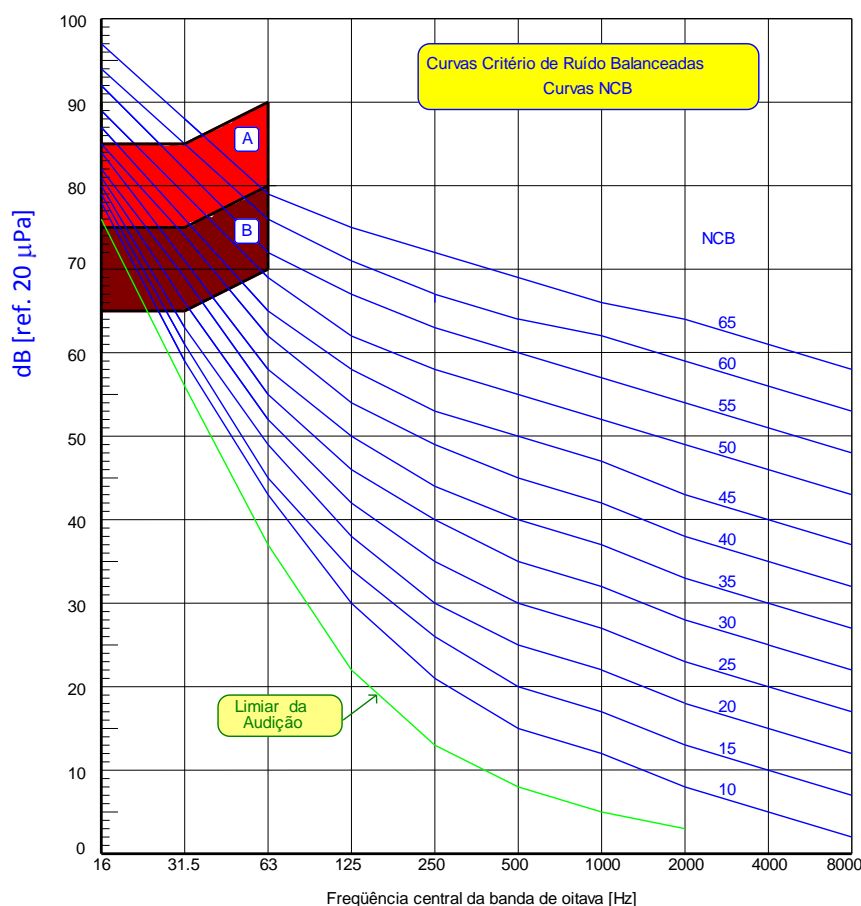


Gráfico 1 - Curvas Critério de Ruído Balanceadas (NCB) (BERANEK, 1989 e BERANEK, 1989).

6.0 Discussão: Identificação e avaliação das atividades impactantes relacionados a poluição sonora e Estratégia para Mitigação

Conforme exposto anteriormente na metodologia, para desenvolvimento deste projeto foram realizadas medições acústicas dos níveis sonoros no ambiente, bem como as emissões sonoras dos equipamentos geradores de ruído. A partir dos dados das emissões sonoras foram determinados os níveis de ruídos equivalentes do empreendimento em questão.

Ampliam-se, deste modo, utilizando as pressões sonoras dos equipamentos encontradas foi elaborado um mapa de informações acústicas. Estas visualizações permitiram diversas avaliações acerca do campo sonoro do ambiente e das relações entre campo livre e as atenuações de tratamento acústico. Com base nos resultados obtidos nas informações foi possível estabelecer estratégias de tratamento acústico com previsão de atenuações do ruído no ambiente.

6.1 Determinações dos níveis de pressão sonora

Para determinar o nível de pressão sonoras foram realizadas medições obtendo dezenas de amostras para ter melhor representatividade de cada ponto. Na tabela 01, abaixo, estão indicados os valores obtidos nas medições, ressaltando que neste instante não é obtido ou calculado o NPS equivalente (L_{eq}). Como é possível observar nas amostras escolhidas, cada tipo de ambiente, apresentou níveis de ruído bem diferentes. O exemplo mais evidente é o NPS localizado dentro das dependências do empreendimento, para a medição da terceira amostra no ponto P1, resultou em um nível de maior frequência de 64 dB(A), enquanto para a outra amostra na posição P2, foi registrado nível médio sonoro de 59 dB(A) distando a 2 metros do estabelecimento.

Tabela 1 - Níveis de som para e situação em relação ao empreendimento, segundo a NBR 10152

NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE - L_{eq}							
NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE - L_{eq} (Fontes de Ruído Ligadas)							
Pontos	Local	NPS Obtidos	Horario	Data	Ponderação	Resposta	Transito
P00-RF	Medição do ruído de Fundo (Ambiente Natural) - RF	58,0	07:16:00	11/07/2019	A	Fast	Normal
P01	Medição dentro do estabelecimento – P01	61,0	07:18:00	11/07/2019	A	Fast	Normal
P02	Medição dentro do estabelecimento – P02	63,0	07:27:00	11/07/2019	A	Fast	Normal
P03	Medição a 2 (Dois) metros do Limite do empreendimento (Rua Joaquim Moreira) – P03	63,0	08:23:00	11/07/2019	A	Fast	Normal

Fonte: Autor, 2019

Tabela 2 - Níveis de som para e situação em relação ao empreendimento, segundo a NBR 10152

NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE - Laeq							
NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EQUIVALENTE - Laeq (Fontes de Ruído Desligadas)							
Pontos	Local	NPS Obtidos	Horario	Data	Ponderação	Resposta	Transito
P00-RF	Medição do ruído de Fundo (Ambiente Natural) - RF	55,0	07:19:00	11/07/2019	A	Fast	Normal
P01	Medição dentro do estabelecimento – P01	56,0	07:21:00	11/07/2019	A	Fast	Normal
P02	Medição dentro do estabelecimento – P02	57,0	07:33:00	11/07/2019	A	Fast	Normal
P03	Medição a 2 (Dois) metros do Limite do empreendimento (Rua Joaquim Moreira) – P03	60,0	08:26:00	11/07/2019	A	Fast	Normal

Fonte: Autor, 2019

Com base nos valores do NPS destacados acima foram obtidos os níveis de pressão sonora equivalente para todos os ambientes, conforme a equação 1.2. Nas medições realizadas próximas ao referido local, para melhor entendimento dos pontos de medição a figura 01.

Ainda, na tabela 01, o local definido como “*Medição do Ruído de Fundo (Finalidade de obtenção do Ambiente Natural)*” é o ponto em que foi posicionado o decibelímetro (Ver Anexo II), sendo o primeiro local de medição para avaliar a rotina do ambiente natural e avaliação do nível de pressão sonora neste ponto. Vale ressaltar que neste momento não houve sons de veículos (localizados fora do estabelecimento – Rua Cariré) e também não houve conversas paralelas neste momento. Isto, foi possível obter o ruído de fundo observando a situação do ambiente natural (Ver, Figura 01).



Figura 01 – Área do empreendimento e dos pontos coletados.

Passe-se, então a medir em outros locais em particular para a verificação do ruído oriundo da do evento em pleno funcionamento. É possível identificar e obter também as amostras escolhidas, os resultados apresentaram níveis de ruído bem expressivos e diferenciados entre os pontos. Os três locais escolhidos para medição neste equipamento foram a Frente, dentro do estabelecimento, Fundos (Vizinho mais próximo) e outro a 2 metros, conforme Tabela 01 e figura 01 totalizando um campo amostral superior de 250 pontos de coleta.



Figura 02 – Utilização do equipamento para obtenção do ruído de fundo.

Estrategicamente, buscou-se medir os ruídos dentro das dependências para a verificação desta amostra oriundo das fontes sonoras internas. Contudo, isso foi possível identificar também as amostras escolhidas dentre um rol de valores, os resultados apresentaram níveis de ruído bem expressivos. Neste caso, assim como as outras medições também foi predefinido locais escolhidos para medição, sendo coletados 115 pontos que apresentaram valor máximo obtido de NPS 69 dB(A) e o mínimo 45 dB(A) (Ver Gráfico 02). Na avaliação e tratamento dos dados coletados esse fenômeno apontou uma frequência de 17 vezes tendendo a 64 dB(a). Ressalto que há necessidade da determinação do NPS equivalente, logo nos tópicos superiores.



Figura 03 – Instalação do decibelmetro dentro do estabelecimento. (A) Compressor enclausurado; (B) local de geração de ruídos diversas

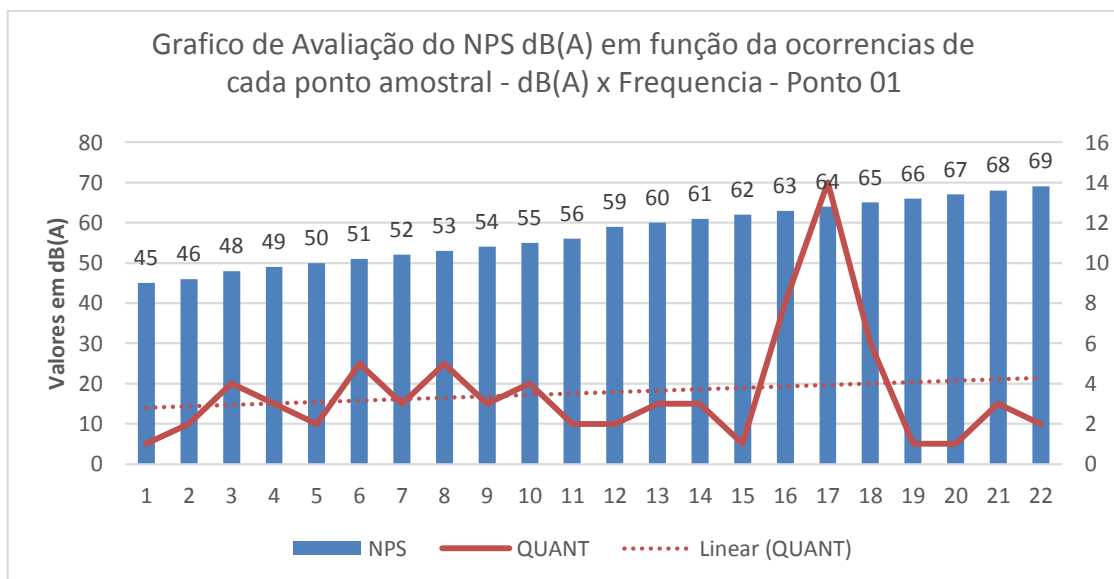


Gráfico 2 – Dados coletados em campo para o localizado dentro do estabelecimento OFICINA DAMIÃO

Nesse processo de medição, identificação e avaliação de ruídos em particular, antevemos e já projetamos o acionamento de todas os equipamentos sonoros em conjunto para que se possa mensurar a máxima possibilidade quanto à geração desta pressão sonora e seus níveis máximos instalados dentro e fora do empreendimento. Dentre esses acionamentos simultâneos foram disponibilizados funcionários para simular a situação de maior impacto sonoro no local de 01 (Um) Compressor com motor acoplado,

Isto representou significativamente o comportamento em situação máxima ou em condições necessárias de um eventual momento sonoro que por ventura vier a suceder.

Em contrapartida, na obtenção deste parâmetro nas áreas internas da empresa, buscou a intenção de aferir na parte externa os níveis de ruídos em que a comunidade circunvizinha está exposta. Ainda, com todos equipamentos de som em perfeito funcionamento.

Como já foi dito, a escolha dos locais predefinidos foi intencional para medição, neste caso, foi coletado amostra defronte ao portão de acesso interno da empresa e outro na área externa que dista a 2 m (Rua Cariré – Ponto RF).

Os resultados obtidos defronte ao referido local de entrada da empresa 2 (Dois) metros do muro – Ponto RF), foram observados 64 amostras, em que apresentaram valor máximo obtido de NPS 60 dB(A) e o mínimo 44 dB(A). Para melhor compreensão dos NPS, no próximo tópico será abordado e calculado os valores dos níveis de pressão sonora equivalente, relacionando-os com as legislações ambientais aplicadas (Ver Gráfico 03).

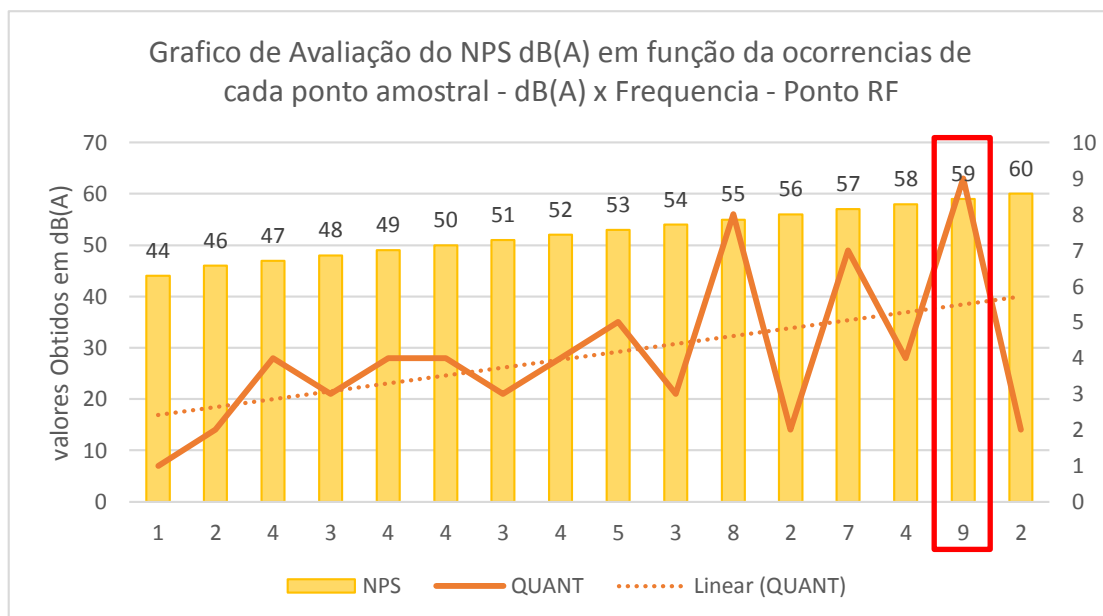


Gráfico 3 – Dados coletados em campo para o Ponto RF localizado fora do estabelecimento distando a 2 metros.

Ainda, na medição na área externa, a 2 metros de distância do empreendimento (Vizinho mais Próximo – Ponto 03), apresentaram nos primeiros 5 minutos, valor máximo obtido de NPS 67 dB(A) e o mínimo 51 dB(A). Neste ponto foram coletados 40 amostras de campo. Vale ressaltar que a medida que se afasta da fonte geradora a forte tendência da diminuição. A tentativa de medir a essa distância é pela razão de existir residências nas proximidade. Porém, foi evidenciado uma barreira de alvenaria que facilitam na redução dos impactos sonoros.

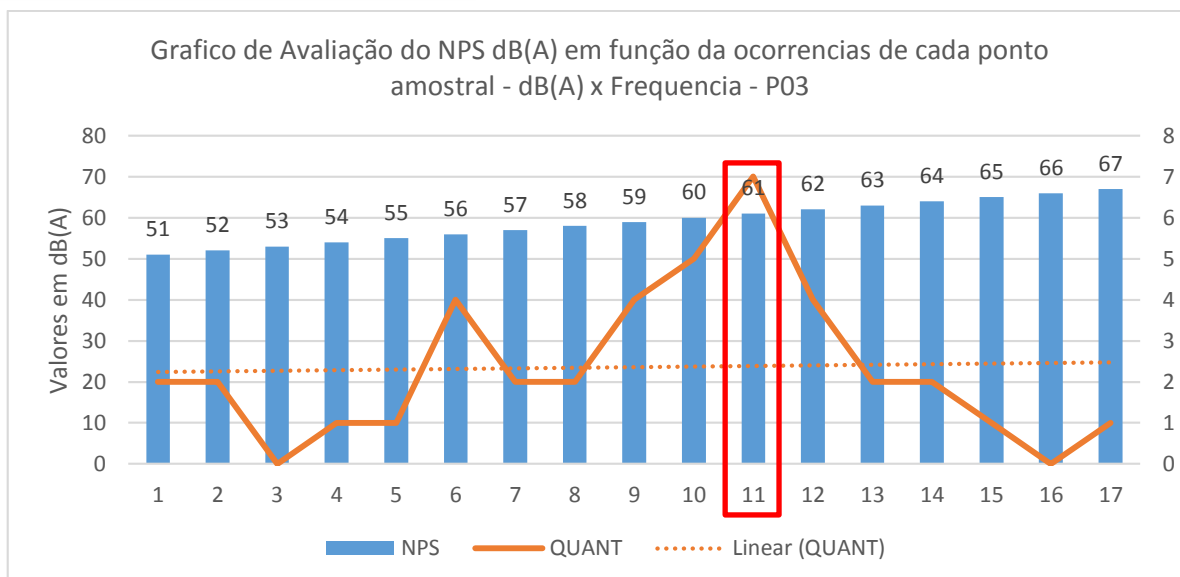


Gráfico 4 – Dados coletados em campo para o Ponto 02 localizado fora do estabelecimento distando a 2 metros (Rua Joaquim Moreira Vizinho mais próximo).

O quadro resumo dos resultados comentado anteriormente, após tratamento estatístico, estão descritos o conteúdo da fonte geradora ligada e desligada. Vale ressaltar que foram obtidas várias amostras para aferição dos valores estatísticos e formação bem como a composição do quadro a seguir.

Tabela 3 - Resumo dos itens coletados em campo

RESUMO DOS NÍVEIS DE RUÍDOS OBTIDOS				
Pontos	Local	NPS Fontes Ligadas	NPS Fontes Desligadas	Diferença em dB(A)
P00-RF	Medição do ruído de Fundo (Ambiente Natural) - RF	58,0	55	3,0
P01	Medição dentro do estabelecimento – P01	61,0	56	5,0
P02	Medição dentro do estabelecimento – P02	63,0	57	6,0
P03	Medição a 2 (Dois) metros do Limite do empreendimento (Rua Joaquim Moreira) – P03	63,0	60	3,0

Fonte: Autor, 2019

6.2 Resultado dos níveis de pressão sonora equivalente (L_{aeg}), identificação e determinação do nível de critério de avaliação – NCA inerente as fontes geradoras

Os trabalhos científicos relacionados com o ruído ambiental demonstram que uma pessoa só consegue relaxar totalmente durante o sono, em níveis de ruído abaixo de 39 dB(A), enquanto a Organização Mundial de Saúde estabelece 55 dB(A) como nível médio de ruído diário para uma pessoa viver bem (ver Tabela.02). Portanto, os ambientes localizados onde o ruído esteja acima dos níveis recomendados necessitam de um isolamento acústico.

Acima de 75 dB(A), começa a acontecer o desconforto acústico, ou seja, para qualquer situação ou atividade, o ruído passa a ser um agente de desconforto. Nessas condições há uma perda da inteligibilidade da linguagem, a comunicação fica prejudicada, passando a ocorrer distrações, irritabilidade e diminuição da produtividade no trabalho. Acima de 80 dB(A), as pessoas mais sensíveis podem sofrer perda de audição, o que se generaliza para níveis acima de 85 dB(A).

Tabela 2 - Níveis de som para conforto, segundo a NBR 10152

LOCAIS	dB(A)	Curvas NC
<i>Hospitais</i>		
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros Cirúrgicos	35 -45	30 -40
Laboratórios, Áreas para uso público	40 - 50	35 -45
Serviços	45 -55	40 -50
<i>Escolas</i>		
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 -45	30 - 40
Salas de aula, Laboratórios	40 -50	35 - 45
Circulação	45 - 55	40 - 50
<i>Hotéis</i>		
Apartamentos	35 – 45	30 - 40
Restaurantes, Salas de estar	40 – 50	35 - 45
Portaria, Recepção, Circulação	45 – 55	40 - 50
<i>Residências</i>		
Dormitórios	35 – 45	30 - 40
Salas de estar	40 – 50	35 - 45
<i>Auditórios</i>		
Salas de concerto, Teatros	30 - 40	25 - 30
Salas de Conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35 - 45	30 – 35
<i>Restaurantes</i>	40 - 50	35 - 45
<i>Escritórios</i>		
Salas de reunião	30 - 40	25 - 35
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35 - 45	30 - 40
Salas de computadores	45 - 65	40 - 60
Salas de mecanografia	50 - 60	45 - 55
<i>Igrejas e Templos</i>	40 - 50	35 - 45
<i>Locais para esportes</i>		
Pavilhões fechados para espetáculos e ativ. esportivas	45 - 60	40 - 55

Considerando também o nível de critério de avaliação (NCA) conforme a NBR 10.151 para ambientes externos estão indicado na Tabela 3.

Tabela 3 - Níveis de som para conforto, segundo a NBR 10151

Tipos de Áreas	Diurno	Diurno
Área de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospital ou 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

Além disso, os limites de horário para o período diurno e Diurno da Tabela 3 podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, o período Diurno não deve exceder os decibéis estabelecidos pelos órgãos ambientais como também a legislações pertinentes.

Amplia-se, deste modo, a legislação municipal estabelece e aborda essa temática quanto ao limite de decibéis durante o dia e restringe durante a noite. Em contrapartida outro parâmetro a ser analisado é o Código de Obras e Posturas como também o Uso e Ocupação do Solo do Município de Fortaleza. O primeiro, Código de Obras e Posturas, estabelece que:

A LEI MUNICIPAL 5530/81 CÓDIGO DE OBRAS E POSTURAS DO MUNICÍPIO CAPÍTULO XLI SEÇÃO II DA POLUIÇÃO SONORA

(...)Art. 621 - Casas de comércio ou locais de diversões públicas, como parques, bares, cafés, restaurantes, cantinas e boates nas quais haja execução ou reprodução de números musicais por orquestras, instrumentos musicais isolados ou aparelho de som, deverão ser providos de instalações adequadas de modo a reduzir aos níveis permitidos nesta Lei a intensidade de suas execuções e reprodução a fim de não perturbar o sossego da vizinhança.

(...) Art. 626 - Consideram-se prejudiciais à saúde, à segurança e ao sossego público, para os fins do artigo anterior, os sons e ruídos que: a) Atinja, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível de som de mais de 10 (dez) decibéis - (dB) (a),

acima do ruído de fundo existente no local, sem tráfego; b) Independente de ruído de fundo, atinjam no ambiente exterior do recinto em que tem origem mais de 70 (setenta) decibéis durante o dia e 60 (sessenta) decibéis - (dB) (a) durante a noite;

(...) Art. 700 - A instalação, localização e funcionamento dos diversos estabelecimentos, de que trata o artigo anterior, deverão atender às exigências da Legislação de Uso e Ocupação do Solo e vigentes.

A LEI 8097 DE 02 DE DEZEMBRO DE 1997 Dispõe sobre medidas de combate a poluição sonora e dá outras providências.

Art. 2o. - O nível máximo de som permitido à máquinas, motores, compressores e geradores estacionários é de cinquenta e cinco decibéis medidos na escala de compensação A (55dBA) no período diurno das 07 às 18h(sete às dezoito horas) e de cinquenta decibéis medidos na escala de compensação A (50dBA) no período Diurno, das 18 às 7h(dezoito às sete horas), em quaisquer pontos a partir dos limites do imóvel onde se encontrar a fonte emissora ou no ponto de maior nível de intensidade no recinto receptor.

O segundo, de acordo com O código de obras e Posturas no artigo nº 700, é citado a Lei de Uso do Solo, define que a classificação do espaço publico. A LEI Nº 7987 DE 23 DE DEZEMBRO DE 1996 (Lei Consolidada) revogada pela LEI COMPLEMENTAR Nº 236, DE 11 DE AGOSTO DE 2017 dispõe sobre o Uso e o Ocupação do Solo no Município de Fortaleza , e adota outras providências.

(...)

VII - Zona de Ocupação Moderada 2 (ZOM 2) - caracteriza-se pela insuficiência ou ausência de infraestrutura, carência de equipamentos públicos, tendência de intensificação

Prefeitura Municipal de Fortaleza implantação de equipamentos privados comerciais e de serviços de grande porte e áreas com fragilidade ambiental, destinando-se ao ordenamento e controle do uso e ocupação do solo condicionados à ampliação dos sistemas de mobilidade e de implantação do sistema de coleta e tratamento de esgotamento sanitário;

Ao longo deste levantamento, podemos balizar e direcionar estas informações para o enquadramento do Nível de Critério de Avaliação - NCA quanto ao espaço público. Além disso, definir e referenciar os critérios para a redução dos ruídos provenientes das máquinas e equipamentos.

Em Anexo II – Planta de Situação e Identificação dos Pontos de Medição, Zonas de ruídos e ficha técnica de medição, estão evidenciadas os locais de avaliação, data e hora da avaliação, tipo da Área, Características da Área, Tempo de Coleta e valor obtido em nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}).

A tabela 04 indica os valores calculados e corrigidos em função dos ambientes internos e externos conforme preconiza a NBR 10151, e também os Níveis corrigidos (L_c) em função dos ruídos com características de ruídos especiais. Diferentemente da Tabela 01, onde foram apresentados somente os valores dos Níveis de Pressão sonora, a tabela 04 apresenta os valores corrigidos bem como a equivalência do NPS.

Tabela 4 - Correção e cálculos dos níveis de pressão sonora e do nível dos critérios de avaliação NCA

Local	Ruído Total (RT)	Ruído de Fundo (Rf)	Diferença (RT-Rf)	Correção	Ruído da Fonte
Medição do ruído de Fundo (Ambiente Natural) - RF	58,0	55,0	3,0	3,0	55,0
Medição dentro do estabelecimento – P01	61,0	56,0	5,0	1,7	59,3
Medição dentro do estabelecimento – P02	63,0	57,0	6,0	1,3	61,7
Medição a 2 (Dois) metros do Limite do empreendimento (Rua Joaquim Moreira) – P03	63,0	60,0	3,0	3,0	60,0

Nível de critério de Avaliação – NCA referenciando a legislação Municipal de Fortaleza - **LEI MUNICIPAL DE FORTALEZA 729/2000 CÓDIGO DE OBRAS E POSTURAS - CAPÍTULO III – DO MEIO AMBIENTE - SEÇÃO II DO SOSSEGO PÚBLICO DISPÕE SOBRE O CÓDIGO DE OBRAS E POSTURAS DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.*

*** Nível Corrigido (L_c) por apresentar ruídos tonais e impulsivos, e segue acréscimo de +10 dB(A) sobre o nível de pressão sonora equivalente.*

De acordo com a NBR 10151, o método de avaliação do ruído baseia-se em uma comparação entre o nível de pressão sonora corrigido (L_c) e o nível de critério de avaliação – NCA. Ainda, quando os

níveis de ruído ambiental (L_{ra}) for superior ao valor da **Tabela 03 descrita na Norma 10151**, para a área e horário em questão, o NCA assume o Valor do (L_{ra}). *Observa-se na Tabela 04, todas as equipamentos perante a legislação ambiental municipal, apresentaram valores superiores ao permitido. No próximo tópico será discutido quanto as medidas de controle e redução destes impactos no perímetro do empreendimento.*

6.3 Tipos de projetos propostos no controle de geração do nível de pressão sonora e direcionamento das ações aplicáveis na mitigação

O controle de ruído na fonte consiste em diminuir a emissão sonora da mesma, através de modificações mecânicas no funcionamento do equipamento e tratamento acústico nos sistemas da máquina que geram o ruído. Antes de propor modificações na fonte sonora, é necessário sempre identificar os elementos responsáveis pela geração do ruído. A causa de grande parte dos problemas de ruído nos equipamentos são provenientes de impactos causados por acelerações e deformações bruscas (BISTAFA, 2006).

Em geral, o ruído emitido por equipamentos é função de diversos fenômenos físicos que ocorrem durante seu funcionamento. A partir da identificação dos causadores de ruído no equipamento, o controle do mesmo envolve diversas ações, como manutenção, substituição de materiais do equipamento, substituição de processos mecânicos e de geração de energia, etc. BORTONCELLO *et al* (2005), apresenta estudos de caso de tratamento de ruído em máquinas, identificando os causadores do ruído no equipamento e implementação das soluções mais viáveis. Neste tópico serão apresentadas recomendações de estruturas ou artifício para soluções na mitigação destes níveis de ruídos que se propaga em meio à vizinhança.

6.3.1 Tipos de isolamentos acústicos

Inicia-se o projeto do isolamento de um ambiente ao ruído obtendo-se dois parâmetros essenciais: o nível de ruído externo (L_{ex}), o nível de ruído interno [L_{in}]. Para o caso de isolamento contra ruídos externos (projeto de uma ambiente silencioso), o L_{ex} é obtido pela medição do ruído externo ao recinto (normalmente toma-se o valor máximo, ou o nível equivalente L_{eq}), e o L_{in} é fixado pelos dados da NBR 10.152, que estabelece os valores máximos de ruído para locais.

Quando pretende-se que o ruído gerado no interior do ambiente seja isolado do exterior, o L_{ex} é determinado pelo máximo nível de ruído permitido para aquela região da cidade (fixado em leis municipais, ou pela Norma NBR 10.151) e o L_{in} é obtido pelo máximo de som que se pretende gerar no interior do recinto. O isolamento mínimo necessário para o ambiente será:

$$ISO = L_{ex} - L_{in} \quad \text{Eq. (2.0)}$$

Esse isolamento deve prevalecer em todas as superfícies que compõem o ambiente: paredes, laje do teto, laje do piso, portas, janelas, visores, sistema de ventilação, etc. A Tabela 5 complementa estes dados.

Tabela 5 – Relação do Material em relação sua eficiência na atenuação dos níveis de pressão sonora.

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

Deve-se lembrar que quanto maior a densidade (peso por área) do obstáculo ao som, maior será o isolamento. Assim, as paredes de tijolos maciços ou de concreto e de grande espessura apresentam as maiores atenuações; as paredes de tijolos vazados atenuam menos; as lajes maciças de concreto atenuam mais que as lajes de tijolos vazados.

Outro fenômeno importante é o do aumento da espessura: ao se dobrar a espessura de um obstáculo, a atenuação não dobra; mas ao colocar dois obstáculos idênticos o isolamento será dobrado. Desta forma, usa-se portas com 2 chapas de madeira, ou janelas com 2 vidros separados em mais de 20 cm.

São preconizadas barreiras absorventes sempre que existam edificações do lado oposto ao da instalação da barreira, ou quando são colocadas barreiras dos dois lados da via, ou ainda, quando existe um talude do lado oposto. Isto se deve à necessidade de eliminar o nível sonoro produzido pela fonte geradora, porque na situação de uma fonte sonora frente a uma barreira refletora, verificar-se-á, num receptor situado no lado oposto da via onde está a barreira, um nível sonoro resultante da fonte real adicionado ao da fonte geradora. Os painéis acústicos absorventes podem ser de diversos materiais, nomeadamente metálicos ou de concreto. Os painéis metálicos são os mais utilizados pelo seu custo menor e facilidade de montagem, enquanto os de concreto tendo uma maior resistência e melhores qualidades acústicas são mais onerosos e, portanto, menos utilizados.

Os painéis acústicos metálicos são constituídos por caixões em chapa de aço galvanizado ou alumínio. As suas dimensões são 300x3960x110 mm e o seu peso é de 28 kg/m². Os painéis metálicos absorventes são elementos ativos de insonorização acústica. São compostos por caixões de aço galvanizado que, ao conter no seu interior lã mineral (ou lã de vidro), permite exercer tanto a função de absorver como a de isolar do ruído (Ver Fig.08)



Figura 05 - Painéis Metálicos – Lisboa, Portugal. Fonte:

Outro exemplo disso, as placas de concreto BBS tipo Carbon Blanc têm 50x50x13 cm, tendo a configuração apresentada no desenho adiante. Seu peso é de 90 kg/m².



Figura 06 - Placa de Concreto BBS tipo Carbon Blanc. Fonte:

As placas de concreto podem ser aplicadas diretamente sobre um muro existente ou podem ser aplicadas num painel de concreto armado autoportante (Ver Fig. 09). O concreto apresenta grande resistência, como por exemplo, ao fogo, a gradientes térmicos, grandes diferenças de potencial elétrico, agressões biológicas e; além disso, a sua manutenção é quase inexistente.

Os Painéis Refletores são passíveis de serem utilizados como barreiras acústicas, os mais utilizados são os painéis em acrílico e em concreto.

As barreiras refletoras constituirão um obstáculo à transmissão das ondas sonoras por refração, desde que a sua densidade se traduza por uma massa superior a 30 Kg/m^2 . Adotando-se, em média, para as barreiras em concreto uma espessura de 10 cm, o seu peso será de 300 Kg/m^2 , muito superior ao valor mínimo, pelo que se assegura a reflexão da onda e impede a transmissão.

Além disso, pode-se citar exemplos do metrô localizado no Rio de Janeiro (Ver Figura 10) são utilizadas barreiras acústicas em acrílico sendo solução ideal quando se pretende assegurar a transparência, permitindo reduzir consideravelmente os ruídos provocados pelo tráfego viário e ferroviário, bem como ruídos externos às redes de transportes, mas que perturbam as populações.



Figura 07 - Barreira Acústica de Acrílico- Linha Vermelha, RJ

O acrílico é um material termoplástico, rígido e transparente. Incolor e de excelente limpidez por natureza, podendo ser matizado numa ampla gama de cores. A sua transmissão luminosa é elevada.

Compreende-se assim, que a necessidade quanto ao controle de ruído é empregada em grandes cidades para sua redução em seus diversos ambientes, ou seja, em rodovias, casas de show, bares e restaurantes e etc.

No caso da empresa OFICINA DAMIÃO, foram identificados os equipamentos sonoros ou fonte geradora (01 compressor acoplado com motor, utilizados pela empresa e que produzem ruídos que atingem níveis excessivos.

Neste documento serão propostos alguns recursos necessários para que haja um controle efetivo quanto à redução desta interferência junto à comunidade e também a interação existente entre a empresa, e as variáveis que contabilizam acréscimos de ruídos observados *in loco*.

Entretanto, de acordo com Vianna e Ramos, só existe conforto quando há um mínimo de esforço fisiológico em relação ao som (e a luz, ao calor e à ventilação) para a realização de uma determinada tarefa. Um ambiente confortável proporciona bem estar e harmonia quando as necessidades são atendidas.

As principais variáveis do conforto acústico são: entorno (tráfego); a arquitetura; o clima (ventilação, pluviosidade); orientação/implantação (materiais, mobiliário).

É importante ressaltar que tudo na natureza tem propriedades acústicas, mas a capacidade de absorção varia em função do material (Nakamura, 2006). Ainda, o mesmo autor, a capacidade de absorção é quando, por meio da transformação vibratória em energia térmica, o material pode dissipar a energia sonora que incide sobre este.

A escolha e a maneira da disposição do material dependem, se a pretensão é corrigir, reduzir ou eliminar o ruído. Os Forros e paredes recheadas com lãs minerais, como lã de rocha e de vidro, podem corrigir o tempo de reverberação do som. A escolha do forro ou revestimento precisa levar em conta a taxa de ocupação do ambiente de manutenção, durabilidade, estabilidade e resistência ao fogo (NAKAMURA, 2006).

6.3.2 Principais tipos de materiais aplicáveis a ambientes confinados

Os materiais utilizados para isolamento acústico podem ser classificados em convencionais e não convencionais. A primeira classe de material, os convencionais, são os de vedação e de uso comum dentro da construção civil. Os mesmos possuem uma série de vantagens. Uma das principais vantagens é o isolamento acústico razoavelmente bom para uso comum. Como exemplos destes tipos de materiais, citar-se: blocos cerâmicos; bloco de concreto/concreto celular; bloco de silico calcário; madeira; vidro etc. Materiais não convencionais (Inovações).

A segunda classe de material, não convencionais, é desenvolvida especialmente para isolar acusticamente diferentes ambientes. Geralmente, estes materiais também possuem algumas vantagens térmicas. Como: lã de vidro; lã de rocha; vermiculita; espumas elastoméricas; fibra de coco (inovação ecológica) etc.

A Lã de vidro é mundialmente reconhecida como um dos melhores isolantes térmicos. É um componente formado a partir de sílica e sódio aglomerados por resinas sintéticas em alto forno. Devido ao ótimo coeficiente de absorção sonora em função à porosidade da lã, a onda entra em contato com a lã e é rapidamente absorvida.

Suas principais vantagens: é leve e de fácil manipulação; é incombustível, ou seja, não propaga chamas; não deterioram; não favorece a proliferação de fungos ou bactérias; não tem desempenho comprometido quando exposto à maresia; não é atacada nem destruída pela ação de roedores. O mercado oferece em forma de manta, do tipo manta ensacada com polietileno, manta aluminizada, manta revestida com feltro para construções metálicas e manta de fibro-cerâmica para tubulações e equipamentos com temperaturas elevadas.

Outro exemplo disso, é a espuma elastomérica, material do poliuretano poliéster, auto extingüível, que possui as seguintes propriedades: tratadas com retardante a chama para melhorar sua propriedade quanto à segurança ao fogo; estão protegidas contra mofos, fungos e bactérias. Essa espuma elastomérica é indicada para acústicas em escritórios, auditórios, salas de treinamento, salas

de som. Este tipo de material é oferecido no mercado em forma de placas de diversas espessuras e dimensões.

Sabe-se, também que a Fibra de coco (Corkoco) misturada ao aglomerado de cortiça expandido apresenta excelentes resultados na absorção de ondas de baixa frequência, dificilmente alcançados por outros materiais. A fibra de coco apresenta resistência e durabilidade cumprindo com as necessidades técnicas exigidas pelo mercado. Além de ser um material versátil e indicado para isolamento térmico e acústico, utiliza uma matéria prima natural e renovável (SENHORAS, ELÓI MARTINS. Oportunidades da cadeia agroindustrial do coco verde. Disponível em: <<http://www.urutagua.uem.br.pdf>>. Acesso em: 26/11/2016).

É oportuno lembrar também, que uma das técnicas mais utilizadas em todo mundo e que vem sendo aplicada em grande escala no Brasil é denominada de dry-wall ou o gesso acartonado. As placas são fixadas a uma leve estrutura metálica, podendo ser utilizadas para acabamento sobre a alvenaria ou para estruturar paredes e forros com espessuras menores.

O ganho de espaço pode chegar a até 4%. As principais vantagens do uso das placas de gesso acartonado com relação à alvenaria são: elevada produtividade, revestimento de pequena espessura, retirada da relação vertical do caminho crítico da obra, não depende da habilidade do trabalhador, menor peso, desmontabilidade, precisão dimensional, permite que as instalações elétricas sejam embutidas, etc. Já as principais desvantagens do dry-wall são: baixa resistência mecânica a cargas potenciais superiores a 35kg, baixa resistência à umidade, etc. O dry-wall é utilizado para separar ambientes, sendo mais indicado trabalhar com uma parede dupla, com montantes de 48 ou 70mm e material acústico entre as placas. O tratamento acústico é fundamental, pois trata apenas de duas placas de gesso. A lã de vidro é muito empregada, podendo ter espessura entre 45 e 50mm com uma densidade média de 16kg/m³. O número exagerado de juntas ou a existência de muitos pontos elétricos pode prejudicar o desempenho da parede (CIOCCHI, 2003, p.42-45).

A proposito destas informações, o critério adotado pela empresa, será a construção de 8 metros de muro com sistema de contenção em sua extremidade para conter e reduzir conforme a literatura define, essa redução estará na casa de 50 dB(A) em favor do empreendimento. Isto, estará sendo o custo/benefício para execução do projeto de implantação, tendo em vista a recomendação de materiais para a mitigar esses efeitos sonoros está preconizado na literatura e também na pratica observado em campo.

7.0 Conclusão

Foram apresentados neste trabalho, nos tópicos da legislação aplicável aos impactos relacionados aos ruídos ambientais, poluição sonora, incômodo do ruído, etc., e alguns tipos de barreiras, conceitos tecnológicos na construção de barreiras acústicas para a atenuação do impacto negativo causado ao meio ambiente e à qualidade de vida da população.

A revisão da Legislação traz à tona o comparativo do que preceitua a Lei, com a situação real onde ocorre o incômodo do ruído, especificamente oriundo pelas máquinas, instrumentos sonoros, equipamentos metalúrgicos e etc. E para a sua atenuação, foram apresentadas diversas tecnologias aplicáveis na construção de barreiras acústicas, construção em sistema de confinamento, materiais convencionais e não convencionais aplicáveis que poderão contribuir para redução da problemática.

Neste trabalho realizado, pôde-se demonstrar numericamente, que a inserção de uma barreira acústica ou um conjunto de ações no local tem o potencial de provocar a atenuação do ruído através do fenômeno da difração ou de absorção do som.

Nesse caso, comprovou-se que, nos pontos medidos, os níveis de pressão sonora sem a colocação de barreiras acústicas, foram superiores aos permitido pela legislação e que deve-se prover de recursos necessário para mitigação desses impactos.

Portanto, a Construção de Barreiras em alvenarias com tijolos juntamente a massa cimentícia provocará reduções consideráveis, desde que sejam instaladas sistemas de absorção do som (caixa de ovos, esponjas e/ ou barreiras arbóreas). Isto, é apenas um dos elementos capazes de contribuir, agregar, neutralizar e viabilizar este projeto acústico. A efetiva adoção de medidas de controle certamente proporcionará do ponto de vista dos agentes ambientais qualificados, quantificados e analisados, melhorias e ganhos adicionais das condições do meio ambiente, refletindo sobre o bem-estar físico, psíquico, emocional e social da comunidade. Ressalto que em apenas 4,80m de Alvenaria já constituído de alvenaria, com reboco, e espessura de 15cm de parede houveram uma redução de 66 dB(A) para 61 dB(A) a dois metros de distância dos limites do empreendimento, entretanto, a estrutura existente em alvenaria possui mecanismo de absorção das ondas sonoras produzindo efeitos positivos na redução dos ruídos indesejáveis. Neste foco é SATISFATÓRIO E QUE AS DEPENDENCIAS EXISTENTES COMPORTA OS LIMITES ACEITÁVEIS PRECONIZADOS PELA LEGISLAÇÃO MUNICIPAL e com estas benfeitorias executadas, este documento está de acordo com a devida autorização sonora do OFICINA DAMIÃO nesta região nesta época e neste tempo.

8.0 Referencia Bibliográfica

[ABNT] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10151: Níveis de ruído para conforto acústico*. Rio de Janeiro, 2000.

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

BISTAFA, S. R. . *Acústica Aplicada ao Controle de Ruído*. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

BORTONCELLO, E.; LIBERMAN, B.; OCÁCIA, G. Avaliação e Controle de Ruído Ocupacional em Indústria Gráfica. *Revista Tecnologia*:. Vol. 6, No. 1, Jan./Jun. 2005. p 15-25.

CIOCCHI, LUIZ. **Use corretamente o gesso acartonado**. Revista Técnica, 76ª Edição, Ano XI, 2003, p.42-45.

NAKAMURA, JULIANA. Conforto acústico. Revista Técnica, 106ª Edição, Ano XIV, 2006, p.44-47.

VIANNA, Nelson Solano; RAMOS, José Ovídio. Acústica arquitetônica & urbana. Apostila do Curso de Extensão em Arquitetura e Urbanismo da Empresa YCON. 2005, 79 p.

SENHORAS, ELÓI MARTINS. Oportunidades da cadeia agroindustrial do coco verde. Revista Urutagua, nº 05, Maringá, PR, 2005. Disponível em:
<http://www.urutagua.uem.br/005/22tra_senhoras.pdf>. Acesso em: 26/11/2016.

9.0 ANEXOS

10.0 ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART/CREA

11.0 ANEXO II – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO DECIBELIMETRO

12.0 ANEXO III – PLANTA DE SITUAÇÃO E PROJETO ACUSTICO