



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

JEFFERSON DA SILVA BERNARDES

**CONTROLE DE RUÍDO AMBIENTAL EXTRAMUROS EM UMA INDÚSTRIA  
ELETRODOMÉSTICA INSTALADA NA CIDADE DE MANAUS-AM**

BELÉM  
2018

JEFFERSON DA SILVA BERNARDES

CONTROLE DE RUÍDO AMBIENTAL EXTRAMUROS EM UMA INDÚSTRIA  
ELETRODOMÉSTICA INSTALADA NA CIDADE DE MANAUS-AM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências e Meio Ambiente do Instituto de Ciências Exatas e Naturais na Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Waldinei Rosa Monteiro.

BELÉM  
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicidade (CIP) de acordo com ISBD  
Biblioteca ICEN/UFPA-Belém-PA

---

B518c      Bernardes, Jefferson da Silva  
              Controle de ruído ambiental extramuros em uma indústria  
              Eletrodoméstica instalada na cidade de Manaus-AM / Jefferson  
              da Silva Bernardes. – 2018.

              Orientador : Waldinei Rosa Monteiro  
              Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará,  
              Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de  
              Pós-Graduação em Ciências e Meio Ambiente, 2018.

              1. Direito ambiental-Manaus (AM).      2. Controle de ruído-  
              Legislação.      3. Poluição sonora-Indústrias-Avaliação. 4.  
              Responsabilidade por danos da poluição sonora. 5. Ruídos-Avaliação  
              de riscos de saúde. I. Título.

CDD 22. ed. – 344.046098113

---

Elaborado por Leila Maria Lima Silva – CRB-458/81

JEFFERSON DA SILVA BERNARDES

CONTROLE DE RUÍDO AMBIENTAL EXTRAMUROS EM UMA INDÚSTRIA  
ELETRODOMÉSTICA INSTALADA NA CIDADE DE MANAUS-AM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
graduação em Ciências e Meio Ambiente do  
Instituto de Ciências Exatas e Naturais na  
Universidade Federal do Pará.  
Orientador(a): Prof. Dr. Waldinei Rosa Monteiro.

RESULTADO:     (   ) APROVADO   (   ) REPROVADO

Data da apresentação: 28 de novembro de 2018

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Waldinei Rosa Monteiro  
Universidade Federal do Pará – Presidente

---

Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite  
Universidade Federal do Pará – Membro

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Nadime Mustafa Moraes  
Universidade do Estado do Amazonas – Membro

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que nos proporciona ter sempre o caminho do bem para seguir, apesar das adversidades da vida.

Ao professor Waldinei Rosa Monteiro, pela orientação acadêmica no desenvolvimento desta dissertação.

À Universidade Federal do Pará (UFPA), por oferecer a oportunidade de estudantes do Amazonas participarem deste programa de pós graduação, em Manaus.

Ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), pois, através do convênio com a UFPA estou tendo a oportunidade de defender esta dissertação de mestrado.

À Elizângela Pinheiro da Silva, minha esposa, por ter me apoiado de forma irrestrita ao longo do desenvolvimento desta pesquisa acadêmica.

À minha filha, Jenniffer Bernardes, por estimular minha vida na busca da superação de desafios e do alcance de novas conquistas.

Aos meus pais, Ademir e Arlete Bernardes, por terem criado e mim e meus irmãos no caminho do bem.

“Nenhum vento sopra a favor de quem não sabe para onde ir”

(SÊNECA).

## RESUMO

Por meio da implementação de medidas de controle, através de distintas técnicas de engenharia e gestão, uma considerável redução do nível médio de ruído ambiental extramuros pode ser alcançada. Neste sentido, uma empresa fabricante de fornos micro-ondas, objeto deste estudo, desenvolveu e implementou medidas de controle que levaram à diminuição do nível médio de pressão sonora emitido por um de seus processos produtivos, com planta industrial instalada em Manaus-AM. Tal fonte ruidosa foi escolhida porque fica próxima da divisa com os limites da empresa circunvizinha, a qual estava recebendo ruído, em um local, acima de 60 dB (A), que é o nível critério de avaliação do horário noturno, servindo de limite de tolerância de acordo com os imperativos da Resolução Conama n.º 01/90 e NBR 10.151/2000. Dessa forma, após a finalização da intervenção, novas avaliações ambientais foram realizadas, o que possibilitou que houvesse comparação entre os valores obtidos antes que a mudança fosse executada, com os resultados das avaliações realizadas após esta execução. Assim sendo, observou-se que os limites de tolerância em vigor no Brasil passaram a ser atendidos, evidenciando que o resultado advindo dessa melhoria pode ser considerado eficaz, tanto do ponto de vista técnico, quanto legal, almejando sempre prevenir desconforto auditivo na comunidade, no caso, empresa industrial ao redor do estabelecimento em estudo, bem como, perdas auditivas nos trabalhadores deste próprio estabelecimento industrial.

**Palavras-chave:** Ruído. Legislação Ambiental. Medidas de Controle.

## **ABSTRACT**

Through the implementation of control measures, through different engineering and management techniques, a considerable reduction of the average level of environmental noise outside the walls can be achieved. In this sense, a company that manufactures microwave ovens, the object of this study, developed and implemented control measures that led to the reduction of the mean sound pressure level emitted by one of its production processes, with an industrial plant installed in Manaus-AM. Such noisy source was chosen because it is close to the boundary with the boundary of the surrounding company, which was receiving noise in a location above 60 dB (A), which is the criterion level of evaluation of the night time, serving as the limit of tolerance in accordance with the requirements of Conama Resolution no. 01/90 and NBR 10.151 / 2000. Thus, after the intervention was completed, new environmental assessments were carried out, which made it possible to compare the values obtained before the change was executed, with the results of the evaluations carried out after this execution. Therefore, it was observed that the limits of tolerance in force in Brazil have been met, showing that the result of this improvement can be considered effective, both technically and legally, always aiming to prevent auditory discomfort in the community, in this case, an industrial company around the establishment under study, as well as, hearing loss in the workers of this industrial establishment.

**Key words:** Noise. Environmental legislation. Control measures.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Intervalo de frequência .....	18
<b>Figura 2</b> – Demonstração de controle no meio .....	22
<b>Figura 3</b> – Isolamento mecânico de ruído .....	23
<b>Figura 4</b> – Fórmula para inclusão de diferentes níveis de ruído .....	25
<b>Figura 5</b> – Poluição sonora .....	35
<b>Figura 6</b> – Classificação do grau de perda auditiva .....	39
<b>Figura 7</b> – Localização da empresa .....	52
<b>Figura 8</b> – Fonte de ruído ambiental extramuros .....	54
<b>Figura 9</b> – Caçambas de disposição de resíduos .....	56
<b>Figura 10</b> – Colete de caçamba de resíduos .....	57
<b>Figura 11</b> – Transporte de caçamba de resíduos .....	58
<b>Figura 12</b> – Avaliação de ruído no momento da retirada de resíduos .....	59

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Exemplo de NPS.....	20
<b>Tabela 2</b> – Tipos de ruídos e tipos de tolerância .....	20
<b>Tabela 3</b> – Limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente .....	25
<b>Tabela 4</b> – Limites máximos permitidos para ruído ambiental .....	33
<b>Tabela 5</b> – Exposição ao ruído e proteção auditiva dos trabalhadores nos ramos de Atividades da indústria de transformação no Brasil (1995-2011) .....	42
<b>Tabela 6</b> – Causas de ruídos na indústria.....	44
<b>Tabela 7</b> – Localização dos pontos a serem avaliados em ruído ambiental extramuros .....	61
<b>Tabela 8</b> – Resultados das avaliações de ruído ambiental extramuros: horário diurno	66
<b>Tabela 9</b> – Resultados das avaliações de ruído ambiental extramuros: horário noturno .....	67
<b>Tabela 10</b> – Comparativo dos resultados de ruídos ambiental de 2016 e de 2018: horário diurno .....	69
<b>Tabela 11</b> – Comparativo dos resultados de ruídos ambiental de 2016 e de 2018: horário noturno .....	70
<b>Tabela 12</b> – Resultados de ruído ambiental de fundo de 2016: horário diurno.....	71
<b>Tabela 13</b> – Resultados de ruído ambiental de fundo de 2016: horário noturno.....	72

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I .....	12
1.1. Introdução .....	12
1.2. Estrutura da pesquisa .....	13
1.3. Questão da pesquisa .....	13
1.4. Contribuição e relevância da pesquisa .....	15
1.5. Objetivos .....	16
1.5.1. Objetivo geral .....	16
1.5.2. Objetivos específicos .....	16
CAPÍTULO II .....	17
2.1. Referencial teórico .....	17
2.1.1. Ruídos .....	17
2.1.2. Legislação .....	24
2.1.3. Impacto de vizinhança .....	33
2.1.4. Doenças .....	37
2.1.5. Ruídos nos processos industriais .....	41
CAPÍTULO III .....	46
3.1. Metodologia .....	46
3.1.1. Método .....	46
3.1.2. Abordagem .....	47
3.1.3. Métodos técnicos .....	49
3.1.4. Cenário da pesquisa .....	52
CAPÍTULO IV .....	53
4.1. Estudo de caso .....	53
4.1.1. Localização dos pontos de avaliação .....	60
4.1.2. Equipamentos utilizados nas avaliações .....	62
4.1.3. Parâmetros de configuração do equipamento .....	63
4.1.4. Critério para definição dos resultados .....	63
4.1.5. Horário das medições .....	64
4.1.6. Calibração e ajuste do equipamento .....	65
4.1.7. Posicionamento do equipamento .....	65
CAPÍTULO V .....	66
5.1. Resultados e discussões .....	66

CAPÍTULO VI .....	74
6.1. Conclusões .....	74
6.2. Recomendações para trabalhos futuros .....	75
REFERÊNCIAS .....	76

## **CAPÍTULO I:**

### **1.1. Introdução:**

Esta dissertação tem por objeto a redução do ruído ambiental extramuros, em um ambiente industrial, de forma a tender aos limites máximos permitidos pela legislação em vigor no Brasil. Para tanto, faz-se necessário compreender todos os parâmetros, fatos e fatores que cercam esta temática, em virtude de gerar possibilidades de entendimento macro em todos os cenários e, conseqüentemente, de causar reflexos ambientais na sociedade.

Como ponto de partida buscou-se arguir os conceitos básicos de ruído, legislação, impactos de vizinhança e doenças oriundas da exposição a este agente físico. Tal pensando decorre do nivelamento de informações para aprofundamento e vislumbre das soluções que se apresentam no decorrer do desenvolvimento.

Esta linha de pensamento carrega em si a problemática e justificativa do conteúdo, ou seja, a problemática resta quanto aos processos que podem levar a redução dos ruídos ambientais extramuros. Quanto à justificativa, têm-se o resguardo pela sua relevância nos universos acadêmicos, social e científico em função do reflexo na sociedade e no mercado.

Para estruturar este trabalho, fora escolhida uma metodologia pautada na revisão bibliográfica e na validação dos dados em pesquisa de campo, conhecida com pesquisa-ação, o que o fundamenta como de caráter descritivo em virtude do caráter interpretativo de dados bibliográficos e do fato da ocorrência de interferência do pesquisador no objeto de pesquisa, resultando em sua melhoria, quando comparado com a situação inicial do local objeto da pesquisa.

Neste sentido, apresenta-se os resultados do ruído ambiental emitido pela empresa, antes da intervenção, bem como os novos resultados que foram obtidos após a implementação da medida de controle, garantindo rastreabilidade nos dados e rápida comparação quantitativa. Além disso, a medida administrativa que passou a ser adotada pela empresa objeto do estudo foi explicada e justificada, podendo, inclusive, ser replicada por outros estabelecimentos que se encontrem em situações ruidosas similares.

## **1.2. Estrutura da pesquisa:**

Nesta dissertação, apresentam-se os capítulos que serão avaliados e que estão divididos em tópicos e subtópicos, organizados de forma que será possível constatar, as questões norteadoras e importância desta pesquisa, os objetivos relacionados, o referencial teórico do tema, a metodologia empregada para se atingir os objetivos, o enfoque no estudo de caso da empresa objeto do estudo, a análise dos resultados e discussões, as considerações finais, seguida das diversas referências consultadas para o desenvolvimento desta dissertação.

## **1.3. Questão da pesquisa:**

Segundo Gil (2008, p. 49), problema na “na acepção científica é qualquer questão não solvida e que é objeto de discussão, em qualquer domínio do conhecimento”, de tal forma que podemos verificá-lo e testá-lo. Logo, o conhecimento a cerca dos fatores que envolvem a emissão de ruído restam enquadrados nesta perspectiva, uma vez que se busca compreender quais medidas são necessárias para equalizar possíveis excessos alinhando-os aos preceitos das normas técnicas e aos imperativos da legislação.

Araújo (1998) ressalta que o ruído é um poluente invisível, o qual lentamente vai agredindo os indivíduos, causando-lhes danos auditivos, psíquicos e boa parte do organismo. Inclusive, vários estudos têm mostrado a relação direta existente entre poluição sonora e distúrbios na saúde de cidadãos residentes em centros urbanos. Destes, os principais estão relacionados aos distúrbios do sono, ocasionados de forma direta ou indiretamente pela perturbação ruidosa, através do estresse do ritmo biológico.

Com bem ensina Calixto (2007), o ruído é um problema comumente mecânico, porém, originado da intervenção humana. Assim sendo, o que se busca são os meios para manter o processo industrial em andamento de forma eficaz, mas, sem afetar a sociedade como um todo. Frisa-se que a satisfação desse objetivo se relaciona com o aumento da produtividade, o que de certo se vincula ao retorno financeiro pelo emprego de mais mão de obra no mercado de trabalho.

A problemática deste conteúdo esta na razão do ruído ambiental e o seu alcance para além dos limites da propriedade da planta industrial onde estão localizadas as fontes ruidosas, formadas majoritariamente por maquinários. Levando tal fato em consideração, o questionamento relacionado é: como proceder com a redução do ruído ambiental extramuros?

Quanto à justificativa para elaboração desta dissertação, temos as questões acadêmicas, sociais e científicas que abarcam esta temática. Assim, pontuamos primeiramente a questão acadêmica, ou seja, nesta seara o estudo sobre o ruído ambiental não é latente, havendo raras exceções que apontam mecanismos de diminuição das circunstâncias que fornecem meios para a propagação dos danos gerados por este.

Mediante tal constatação, portanto, pela ótica acadêmica se estabelece um novo parâmetro que beneficiará a sociedade como um todo, por meio da disponibilidade de mais um trabalho de pesquisa, em nível de pós-graduação.

Em se tratado das questões sociais, o volume de pessoas afetadas pela poluição sonora é vasta, notadamente em ambientes citadinos. Dessa forma, por meio dessa dissertação aumentar-se-á a possibilidade de se encontrar opções para a minimização dos fatos geradores de ruído. Tal possibilidade é importante, haja vista que boa parte das soluções já consolidadas dizem respeito à proteção pessoal dos expostos ao ruído, por meio de protetores auditivos, que é um tipo de Equipamento de Proteção Individual (EPI).

Com isso, através desta dissertação, o foco da superação da problemática deixa de ser a colocação de uma barreira diretamente nas pessoas expostas ao ruído, para ser a eliminação ou mitigação da intensidade ruidosa na fonte geradora, protegendo uma quantidade maior de pessoas, não causando desconforto nesses protegidos (como ocorre com o uso dos EPIs) e trazendo benefícios reais para a sociedade.

Pelo viés científico, por sua vez, tem-se a possibilidade de uma nova avaliação sobre conceitos já expostos a partir de um novo processo, o que pode proporcionar uma reavaliação dos parâmetros outrora apresentados em momentos diversos e alheios a esta pesquisa.

Logo, tal dissertação, devido aos resultados positivos e eficazes que almeja apresentar, poderá contribuir com o conhecimento científico, podendo suas soluções para o problema objeto deste trabalho serem replicadas por outras pessoas interessadas em superar situações similares, evidenciando a continuidade do desenvolvimento científico e, conseqüentemente, do avanço tecnológico que ocorre em decorrência dos avanços da ciência.

Dado o exposto, o desenvolvimento deste conteúdo proporcionará para sociedade e para o mercado resultados satisfatórios em virtude do vislumbre do bem social. Portanto, teremos a contribuição para a obtenção direta do conforto acústico, bem como, da promoção da saúde, de forma indireta, tanto no âmbito corporativo, quanto nas suas áreas circunvizinhas.

#### **1.4. Contribuição e relevância da pesquisa:**

Como retratado, a contribuição e relevância desta dissertação reside no retorno social que ela é capaz de promover, quando consideradas as conseqüências decorrentes do ruído ambiental na sociedade, que vai além do popular conceito e entendimento sobre poluição sonora.

Portanto, como abordado na apresentação da problemática e justificativa, esta pesquisa resguarda sua relevância nos universos acadêmicos, social e científico em função do reflexo na sociedade e no mercado.

## **1.5. Objetivos:**

### **1.5.1. Objetivo geral:**

Analisar eficácia de medida de controle em ambiente industrial, visando à redução de nível médio de ruído ambiental extramuros, de forma a atender aos limites máximos permitidos pela legislação em vigor no Brasil.

### **1.5.2. Objetivos específicos:**

- Descrever o conceito de ruído ambiental;
- Apontar os aspectos técnicos e legais que evidenciem como este nível de ruído pode afetar o desempenho desta empresa no cumprimento da legislação;
- Explicar sobre os problemas à saúde humana causados pela exposição aos diversos níveis de ruído;
- Elucidar os resultados de monitoramentos de ruído ambiental extramuros, antes e pós-melhorias;
- Concluir quanto à eficácia da medida de controle implementada relacionada à diminuição do ruído extramuros.

## **CAPÍTULO II:**

### **2.1. Referencial teórico:**

#### **2.1.1. Ruídos:**

Em respeito às questões do impacto do ruído extramuros, Giannini (2013) afirma que o ser humano está de forma contínua recebendo informações sonoras. Podem-se considerar todos os sons como ruídos, mas a sua classificação é subjetiva, destacando o fato de ser ou não desejável (JERONIMO; SILVA; DA SILVA, 2014). Segundo Ilda (1995), o ruído é uma mistura complexa de diversas vibrações, medido em uma escala logarítmica em uma unidade chamada decibel (dB), que assim como ocorre com a vibração, também é a unidade física utilizada para quantificar o ruído.

Lacerda (2013 apud JERONIMO; SILVA; DA SILVA, 2014) diz que nas últimas décadas, pesquisas científicas alertam para o fato de que o homem parece estar cada dia mais habituado com o ruído. Segundo Araújo (1998), o ruído é um poluente invisível, o qual lentamente vai agredindo os indivíduos, causando-lhes danos tanto auditivos, psíquicos e em todo o organismo.

Caracterizado como um fenômeno físico vibratório, o ruído representa um dos maiores riscos para a saúde humana em diferentes ambientes, notadamente nos laborais. Além disso, o ruído possui variações de pressão em função da frequência, uma vez que para uma dada frequência podem existir, em forma aleatória através do tempo, variações de diferentes pressões.

Quando abordamos o conceito de ruído, Calixto (2007) nos ensina que se trata de uma vibração mecânica de um corpo produz deslocamentos oscilatórios das partículas do meio circundante.

São oscilações que se propagam no espaço e ao alcançarem os ouvidos geram oscilações nos tímpanos que por sua vez acionam o sistema nervoso levando ao cérebro a sensação reconhecida como som (CALIXTO, 2007).

Quando se aborda que o som se propaga no espaço, em verdade se busca simplificar a necessidade de um meio elástico para que haja a propagação das

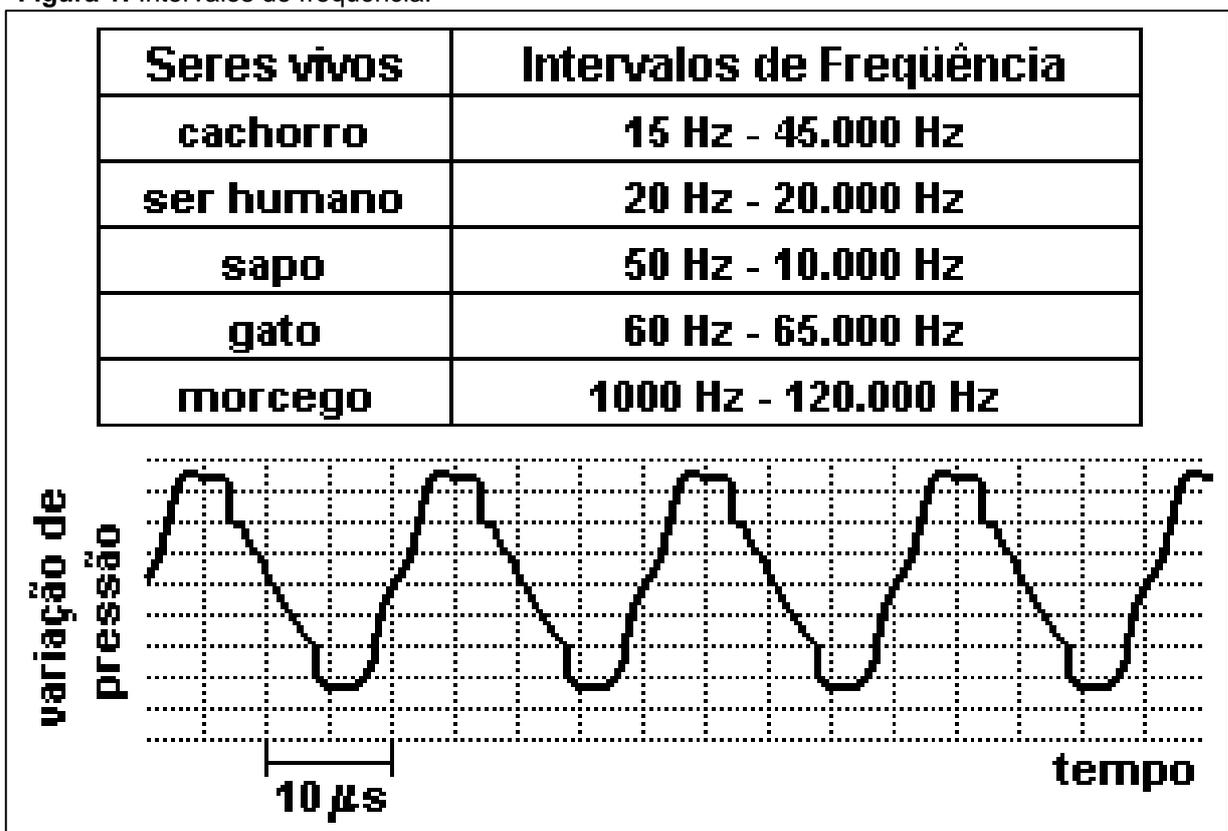
frequências sonoras que podem chegar ao aparelho auditivo, o que ocorre em uma única frequência e duas ou mais vibrações.

Tal posição é igualmente defendida por Saliba (2011) quando este destaca que do ponto de vista da Higiene Ocupacional, o ruído é o fenômeno físico vibratório com características indefinidas de variações de pressão (no caso ar) em função da frequência, que pode ocorrer aleatoriamente e com variações de diferentes pressões, a exemplo do choro de uma criança.

Sob esta perspectiva, “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” (BROWN; LAM, 1987).

Ainda, o conceito de ruído envolve a existência de variadas amplitudes e frequências que ocorrem de forma não harmônica, enquanto o som se fundamenta em poucas amplitudes e frequências, e, por conseguinte, harmônicas.

**Figura 1:** Intervalos de frequência.



Fonte: Heng, (1996).

Sobre a percepção sonora de ambos os conceitos Sadu (1996) destaca que “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”, como está expresso na figura 1.

Com isso se percebe que 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, tais como o seu estado emocional e a sua personalidade.

Como resultado de diversos processos produtivos, o ruído é um elemento também presente nas indústrias fabricantes de diversos produtos, a exemplo de montadoras de fornos micro-ondas, assim como na mecânica, choques, vibrações, aerodinâmica, ressonâncias (dutos), turbulências, hidrodinâmica, cavitação, eletromagnética, magnetostrição e explosões (HENG, 1996).

No que se refere ao ruído laboral, dependendo do nível de pressão sonora emitido, pode ser desenvolvida a surdez profissional condutiva ou neurosensorial, prejudicando assim a integridade dos empregados. O que tem eco na compreensão de Fontes (2018) quando aborda que: “O ruído, de uma forma geral, será quaisquer sons que nos é desagradável. Muitas vezes, devido a uma condição psicossocial. A diferença entre ruído e som, portanto, é pessoal, ou subjetiva.

Na maioria dos casos o ruído será sempre uma questão individual e, em alguns casos até cultural; exceto quando se trata de um som com elevada intensidade (acima de 100dB(A) ) e/ou quando se manifestar num período de curta duração (menos de 1,0 segundo), o chamado ruído de impacto (FONTES, 2018).

Ainda seguindo o lastro do pensamento de Fontes (2018) temos a abordagem da poluição sonora caracterizada como um dos maiores males da sociedade moderna, no qual passa a necessidade de percepção do problema, associada à preocupação e vontade de identifica-la e em seguida atenuá-la ou extingui-la, sendo necessária a passagem por todas essas fases, mesmo que o intervalo necessário para cada pessoas vítima da poluição sonora seja variável. Sobre esta perspectiva, podemos avaliar na tabela 1 algumas fontes de ruído e os níveis de pressão sonora.

**Tabela 1:** Exemplos de NPS.

<b>Fonte de ruído</b>	<b>NPS dB (A)</b>
Lesão Permanente	150
Avião a jato	140
Rebitadeira automática	130
Trovão	120
Metro	90
Trafego	80
Conversação normal	60 a 70
Quarto à noite	25 a 35

**Fonte:** Heng, (1996)

Calixto (2007) demonstra a razão que envolve os níveis de pressão sonora em relação à audibilidade humana, ou seja, o ouvido humano é capaz de captar uma faixa de pressões sonoras que varia desde o limiar da audição, correspondente a pressão de 0,00002 N/m<sup>2</sup> ou 20 Pa, até o limiar da dor cuja pressão é aproximadamente 200 N/m<sup>2</sup> ou 200 Pa [15a, 15d, 15e].

Na visão de Ruiz (2011, p. 8), ou seja, “de acordo com o Prof. Eng. Ricardo Macedo (Portugal / CEE), de cujo conceito não é possível discordar, a sociedade moderna tem multiplicado as fontes de ruído e aumentado o seu nível de pressão sonora. O ruído é uma das formas de poluição mais frequentes no meio industrial”.

O próprio Ruiz (2011, p. 11) estabelece os tipos de ruídos presentes no ambiente, como sendo ruído contínuo, intermitente ou de impacto, conforme tabela 2, abaixo:

**Tabela 2:** Tipos de ruído e tipos de tolerância.

<b>Tipos de ruído</b>	<b>Limite de tolerância (NR-15)</b>
Ruído Contínuo / Intermitente	85 dB(A) para 8 horas de exposição
Ruído de Impacto	LT = 130 dB(linear) / dB, linear e resposta de impacto. OU LT = 120 dB(C) (fast) / dB, FAST, compensação “C”.

**Fonte:** Ruiz, (2001, p. 13)

Deve-se explicar que o Ruiz (2011), explica que o ruído contínuo seria aquele que permanece estável com variações máximas de 3 a 5 dB(A) durante um longo período. Por sua vez, o ruído intermitente seria aquele que apresenta variações fora dessa faixa e em maiores ou menores de intensidade. Finalmente, o ruído de impacto seria aquele que apresenta picos com duração menor de um segundo, a intervalos superiores a um segundo.

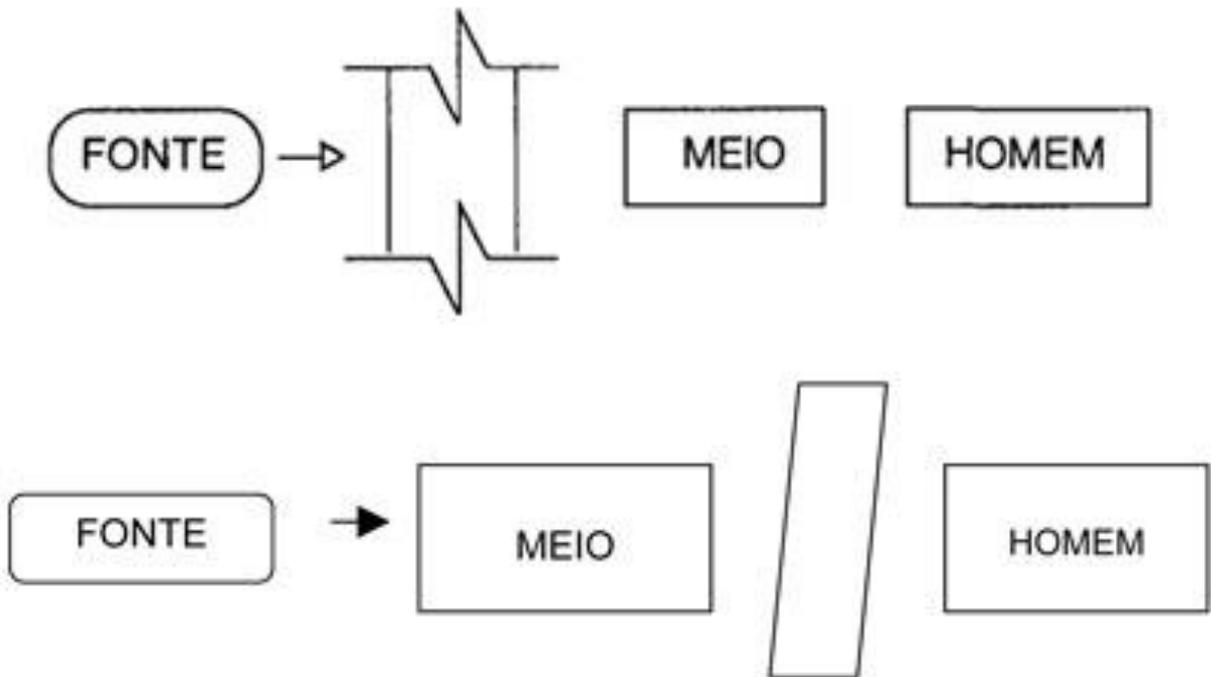
Moreira (2017) orienta com mais fluidez as características e circunstâncias que envolvem os parâmetros listados na tabela 2, desenvolvida por Ruiz (2001), ou seja, o ruído de impacto, segundo o anexo 2 da NR 15, e a NHO 01, é aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 segundo, a intervalos superiores a 1 segundo.

Como exemplo de ruído de impacto, poderíamos citar uma prensa hidráulica que efetue 40 golpes por minuto, ou seja, teríamos um golpe a cada 1,5 segundo. Haveria ruído contínuo e intermitente, pegando o gancho do exemplo acima, caso a prensa efetuasse 70 golpes por minuto. Neste caso, a cada 0,85 segundos haveria um golpe que geraria ruído, em tempo inferior a 1 segundo necessário para classificar o ruído como sendo de impacto (RUIZ, 2001).

Ainda, embora as normas mencionadas não diferenciem o ruído contínuo e o intermitente, existem bibliografias que identificam as diferenças técnicas entre cada um: Ruído contínuo: o NPS (Nível de Pressão Sonora) varia até 3 dB durante um período de observação maior que 15 minutos; Ruído intermitente: o NPS (Nível de Pressão Sonora) possui variação maior ou igual a 3 dB em períodos de observação menores que 15 minutos e superiores a 0,2 segundos (RUIZ, 2001).

Tais posicionamentos decorrem em um inebriável apontamento para soluções de controle do meio e da fonte de propagação como forma de extinguir ou atenuar tais efeitos (figura 2), além do isolamento da fonte, isolamento do receptor e controle no homem (ASHO, 2008).

**Figura 2:** Demonstração de controle do meio.



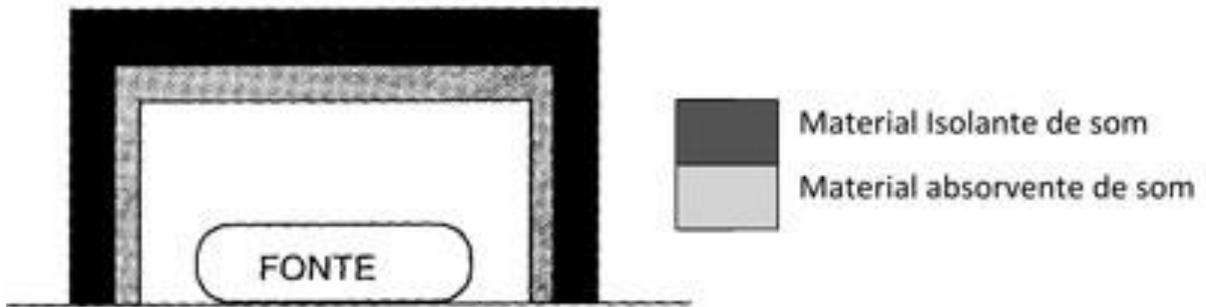
**Fonte:** ASHO, (2018).

Tal situação proposta tem amparo no posicionamento de Calixto (2007) quando este indaga que o controle do ruído e das vibrações está interligado, uma vez que vibrações mecânicas geram ruídos.

No entanto, o efeito das vibrações sobre o ser humano, dependendo das frequências e das acelerações, pode extrapolar os limites dos problemas auditivos sendo necessárias medidas específicas para neutralizar os demais efeitos das vibrações (CALIXTO, 2007).

Assim, com a figura 3, abaixo, ficam demonstrados outros mecanismos de atenuação dos efeitos causados por ruídos, pois “deve-se conseguir o máximo de perdas energéticas por absorção pelo tratamento acústico das superfícies. Essa medida é feita revestindo o local com material absorvente de som, no sentido de se evitar reflexão do mesmo” (MOREIRA, 2017).

**Figura 3:** Isolamento mecânico de ruído.



**Fonte:** ASHO, (2018).

Com isso, percebe-se que existem três métodos de controle do ruído que podem ser utilizados isoladamente ou em conjunto, quais sejam: controle na fonte de origem; controle na transmissão; controle no receptor (CALIXTO, 2007).

Dessa forma, quanto ao controle do receptor Zimmer e Ellermeir (1999, p. 230) destacam que não sendo possível o estabelecimento de barreiras de controle do ruído em relação à fonte, deve-se buscar o efetivo controle a partir da adoção de medidas diretas na pessoa atingida pelo nível de pressão sonora, como:

Limitação do tempo de exposição – Consiste em reduzir o tempo de exposição aos níveis de ruído superiores a 85 dB (A), tomando o cuidado para que o valor-limite para exposição a dois ou mais níveis de ruído diferentes não seja ultrapassado.

Protetores auriculares – São protetores colocados nos ouvidos do trabalhador, devendo ser utilizados quando não for possível o controle para atenuação do ruído a níveis satisfatórios.

Em virtude das características apresentadas, para mitigar os males advindos deste agente físico ambiental, é necessário levar em consideração os que ele se propaga no ar, por meio de ondas vibratórias e que a informações, como materiais com os quais as fontes de ruído foram construídos, distância do receptor em relação às mencionadas fontes e tempo de exposição desses receptores são fundamentais para se encontrar uma solução para tal problemática.

### 2.1.2. Legislação:

Segundo Maciel *et. al;* (2012), de acordo com as orientações contidas na Norma de Higiene Ocupacional sobre avaliação de ruído, a NHO 01 (2001), o limite de exposição diária máximo adotado para ruído contínuo ou intermitente corresponde a uma dose de 100% para exposição, dose percentual essa que corresponde ao nível de ruído de 85 dB(A) para 8 horas de exposição, por exemplo.

Como se fez necessário o estabelecimento de critérios para avaliação ocupacional do ruído, a legislação referente ao tema estabeleceu os limites de exposição diária adotados para ruído contínuo ou intermitente. Assim, esses limites correspondem uma dose de 100% para exposição de oito horas ao nível de 85 dB (A), segundo o Anexo 1 da Norma Regulamentadora n.º 15, regulamentado pela Portaria 3.214/78 (como descrito na tabela 3) (BRASIL, 1978a).

**Tabela 3:** limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.

<b>NÍVEL DE RUÍDO dB (A)</b>	<b>MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL</b>
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	25 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

**Fonte:** BRASIL, (1978a).

É importante explicar que as avaliações ocupacionais de ruído são realizadas com medidores de doses de ruído, aparelho chamado popularmente de audiodosímetro, ou simplesmente de dosímetro, que possui um pequeno microfone instalado em sua estrutura o qual é posicionado o mais próximo possível da zona auditiva do trabalhador avaliado, geralmente, na lapela do fardamento de trabalho, embora haja modelos que possibilitam a sua colocação em abafadores de ruído, um tipo de protetor auricular que encobre as orelhas dos expostos (FERNANDES, 2002). Nas avaliações realizadas com estes aparelhos, se durante a jornada de trabalho ocorrer dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, tal instrumento faz o cálculo dos efeitos combinados, de forma que, se a soma das frações denominadas de “dose diária”, exceder a unidade (equivalente a dose de 100%), a exposição estará acima do limite de tolerância (MACIEL *et. al.*, 2012).

O Anexo 1, da NR -15 traz esse conceito no seu item 6, inclusive, disponibilizando uma fórmula a ser obedecida, conforme figura 4, abaixo:

**Figura 4:** Fórmula para inclusão de diferentes níveis de ruído.

$$\frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C3}{T3} + \dots + \frac{Cn}{Tn}$$

Fonte: BRASIL, (1978a).

Assim, de uma forma simples e conforme já relatado, se após a aplicação da fórmula a exposição foi superior a 1 (um), a exposição estará em desacordo com a lei, ou seja, estará acima do limite máximo permitido, sendo necessário que a adoção de medidas de controle, conforme já relatado no tópico 3.1 desta dissertação, intitulado “ruídos”. Frisa-se, ainda, que na fórmula acima o “Cn” representa o tempo em que a pessoa avaliada fica exposta a um nível de ruído específico, enquanto que “Tn” indica o limite de máximo de exposição permitido para esse mesmo ruído específico ao qual a pessoa avaliada está exposta (BRASIL (1978a), de acordo com os valores contidos na tabela 03, acima apresentada. Destaque-se que os audiodosímetros já realizam tal cálculo de forma automática, quando da apresentação dos resultados, todavia, caso seja utilizado nas avaliações os medidores de níveis de pressão sonora, conhecido popularmente como

decibelímetros ou sonômetros, tais cálculos deverão ser feitos pelo profissional técnico responsável pela avaliação, o que pode trazer um resultado impreciso ou com confiabilidade inferior, o que pode ser vital, uma vez que somente o resultado final da exposição é que pode ser comparado como os limites legais.

Destaca-se, neste momento, que os limites de tolerâncias, ou limites de exposições ocupacionais (expressão mais tecnicamente correta) não são valores absolutos que garantam a preservação da saúde dos trabalhadores que se expuserem a níveis médios de pressão sonora abaixo deles. Isso porque existem as pessoas susceptíveis, as quais podem desenvolver perda auditiva a níveis de exposições ocupacionais abaixo dos limites de tolerância.

Tal ideia, contudo, é contraditória em relação ao próprio conceito de limite de tolerância descrito na própria Norma Regulamentadora n.º15, que fala sobre atividades e operações e insalubre no ambiente de trabalho, uma vez que está definido, adaptado para o caso específico do ruído, que se trata da intensidade máxima, relacionada ao tempo de exposição, que não causará dano à saúde dos trabalhadores expostos, ao longo de sua vida laboral (BRASIL, 1978a).

Entretanto, deve-se considerar que os limites de tolerâncias existentes em nosso país, já apresentados na tabela 3, no que se relaciona ao ruído, foram tornados legais em 1978, quando o legislador brasileiro adotou os limites definidos na ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygiene*) no ano anterior. Sobre isso, PINTO e SILVA (2005) diz que a adaptação dos limites de exposição ocupacional da ACGIH se restringiu à jornada semanal de trabalho, uma vez que enquanto da jornada de trabalho brasileira na época era de 48 horas, nos Estados Unidos, país da ACGIH, a jornada era de 40 horas por semana, o que fez com que alguns limites no Brasil fossem menores. De acordo com SOTO et al (2010), essa adaptação gerou uma redução de 22% dos limites de tolerância brasileiros, em relação a sua base, que era a ACGIH, de 1977. Contudo, isso não significa que a legislação brasileira era mais rigorosa, mas, que simplesmente, havia sido adotado um cálculo matemático de conversão de jornadas de trabalho, sendo que foi adotado o chamado critério de Brief & Scala, o qual era indicado pela própria ACGIH, para os casos de jornadas de trabalho distintas das 40 horas semanais que esta entidade se baseava (PINTO e SILVA, 2005).

É importante elucidar que a ACGIH é uma entidade privada que se dedica, grosso modo, aos estudos e definições de limites de exposições ocupacionais para vários agentes ambientais, chamados de *Thresold Limit Value* (TLV), sendo que anualmente tal entidade publica seu livro, no qual pode haver alterações destes limites, baseadas em novas descobertas científicas.

Uma vez dito isso, deve-se elucidar que a ACGIH define os seus TLVs seriam os níveis ou concentrações que se acredita que a maioria dos trabalhadores possa se expor, dia após dia de exposição, sem que isso resulte no desenvolvimento de efeitos adversos à saúde (ACGIH, 2017). Assim, o termo maioria visa deixar claro que há pessoas que, por motivos diversos, podem desenvolver doenças ocupacionais, mesmo com exposição abaixo dos limites máximos permitidos pela legislação em vigor PINTO e SILVA (2005).

Neste sentido, a justificativa para se exercer o controle nas fontes ruidosas, que resultem em menor nível de pressão sonora para os trabalhadores pode ser mais bem entendido se ficar esclarecido que aproximadamente 16% dos problemas auditivos da população adulta possuem como causa básica o ruído ocupacional, percentual que varia entre 7% e 26%, nas diversas sub-regiões da Terra, consoante Seidman (2010).

Neste mesmo caminho, porém de forma mais direcionada, Kawakita (2009) estima que haja ao redor do mundo aproximadamente 250 milhões de trabalhadores acometidos por perdas auditivas, dos quais 15,2 milhões seriam somente nos Estados Unidos.

Dentre as principais consequências para as empresas que não cuidam da conservação auditiva de seus empregados está à necessidade de pagamento de indenizações trabalhistas. De acordo com o *Health and Safety Professional Alliance* (HaSPA, 2012) estudos científicos evidenciam que o estes desembolsos por motivos judiciais, oriundos da Justiça do Trabalho, representam apenas 7% do total dos custos da exposição a níveis médios de ruído elevados. Isso porque além da necessidade de efetuar estes pagamentos, as corporações também têm diminuída sua produtividade, ampliada sua rotatividade de pessoal e absenteísmo no trabalho, além de conviver com o aumento na ocorrência de acidentes por problemas de comunicação e saúde.

O que é corroborado pelos ensinamentos de Siqueira (2010):

O ruído, por ser o agente físico mais comum encontrado no ambiente de trabalho, pela prevalência da exposição a intensidades deletérias à audição e por considerado como fenômeno socialmente determinado e prevenível com agravo à saúde dos trabalhadores, constitui-se em um importante problema de saúde pública tanto dos países em desenvolvimento como dos povos ditos desenvolvidos [...] É o agravo mais frequente à saúde dos trabalhadores, estando presente em diversos ramos de atividade [...] Relacionada ao trabalho, é a diminuição gradual da acuidade auditiva, decorrente da exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora.

Para evitar que todo esse conjunto de consequências negativas ocorra, as empresas devem investir em prevenção, notadamente quando é constatado que os resultados das avaliações da exposição dos trabalhadores excedem os limites de tolerâncias previstos na supracitada Norma Regulamentadora n.º 15. Em caso contrário, como forma de compensação a norma regulamentadora citada aborda formas de pagamento sobre os danos sofridos, calculados em percentual:

15.2 O exercício de trabalho em condições de insalubridade, de acordo com os subitens do item anterior, assegura ao trabalhador a percepção de adicional, incidente sobre o salário mínimo da região, equivalente a: 15.2.1 40% (quarenta por cento), para insalubridade de grau máximo; 15.2.2 20% (vinte por cento), para insalubridade de grau médio; 15.2.3 10% (dez por cento), para insalubridade de grau mínimo [...]

Todavia, em virtude da já consolidada fiscalização na área trabalhista, notadamente em empresas da área industrial, os problemas de ruído vem sendo tratados, mesmo que seja com o simples fornecimento de protetor auditivo, que é um tipo de equipamento de proteção individual (EPI), considerado algo paliativo, se analisado tecnicamente.

Segundo Mello (2004), aproximadamente 30 milhões de trabalhadores encontram-se expostos a um nível de ruído potencialmente lesivo no seu ambiente profissional, tendo como demonstração indireta dos seus efeitos, o aumento progressivo de ações indenizatórias nas esferas civil e trabalhista.

O que amparo em material divulgado pela CEREST (2011), a despeito da perda auditiva no trabalho: “A exposição ao ruído, pela frequência e pelas suas múltiplas consequências sobre o organismo humano, constitui-se em um dos principais problemas de saúde ocupacional e ambiental na atualidade”.

Ainda,

A Perda Auditiva Induzida por Ruído - PAIR é um dos problemas de saúde relacionados ao trabalho de maior incidência em todo o mundo. Nos Estados Unidos, a OSHA (Occupational Safety and Health Administration) estimou que 17% dos trabalhadores de produção no setor industrial daquele país apresentam, no mínimo, algum dano auditivo leve.

No Brasil, a Sociedade Brasileira de Otologia realizou uma pesquisa no final da década passada, verificando que 63% dos brasileiros sofrem algum tipo de surdez, mas a ignorância sobre o mal entre os afetados permanece, pois 40% dos deficientes auditivos brasileiros não sabem que sofrem deste mal (CEREST, 2011).

De acordo com Siqueira (2010), a norma regulamentadora 7, do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1978b), exige que todo colaborador que trabalha ou trabalhará exposto a ruídos deve ser submetido a exames audiômetros sequenciais para avaliar o estado da sua audição, com a finalidade de diagnosticar se ele está desenvolvendo alguma perda auditiva decorrente da exposição ocupacional.

É importante elucidar que esta este momento este subcapítulo estava se restringindo à legislação trabalhista, considerando a existência do ruído ocupacional. Entretanto, é importante que se passe à análise dos imperativos normativos da área ambiental, uma vez que o ruído extramuros, objeto deste estudo, deixa de ser uma questão trabalhista e passa a ser uma questão de meio ambiente, quando ele ultrapassa os limites físicos do estabelecimento onde as fontes geradoras desse ruído estão localizadas. Assim, deixa-se de ter meramente um problema de insalubridade trabalhista, para se passar a ter, em conjunto ou de forma isolada, um problema de poluição ambiental.

No caso do Brasil, em nível nacional, temos as seguintes legislações relacionadas ao tema, que são mais as difundidas e gerais: Constituição Federal de 1988; por meio do seu artigo 225; Lei n.º 6.938, de 1981 (Política Nacional de Meio Ambiente), com sua respectiva regulamentação, através do Decreto n.º 99.274, de 1990; Resolução CONAMA n.º 01, de 1990 (estabelece critérios e padrões para a emissão de ruídos em decorrência de atividades empresariais); Resolução CONAMA n.º 02, de 1990 (institui o Programa Nacional de Educação e Controle de Poluição Sonora); NBR n.º 10.151, de 2000 (estabelece procedimentos para avaliação de ruído em áreas habitadas, visando ao conforto da comunidade); e NBR n.º 10.152, de 1987 (estabelece níveis de ruído para conforto acústico).

Por meio do artigo 225 ficou definido que “todos têm direito a um ambiente ecologicamente equilibrado”, algo “essencial à sadia qualidade de vida”. Assim, por meio da Lei 6.938/81 (regulamentada pelo supracitado Decreto n.º 99.274/90), foi estabelecida a Política Nacional do Meio Ambiente que, em seu artigo 3º, define poluição como qualquer degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente criem condições adversas sociais e econômicas e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos, inclusive a poluição sonora, e ainda, a Lei de crimes ambientais (Lei nº 9.605/98) estabelece em seu art. 54 (GONÇALVES, 2016).

Especificamente ao que almejamos controlar por meio desta pesquisa de mestrado, deve-se dar maior ênfase à Resolução nº 01, de 1990, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), uma vez que é por meio dela que o trabalho de caracterização do ruído como um agente de poluição ambiental foi realizado. Além disso, tal resolução caracterizou o conceito de ruído e o consequente prejuízo que a sociedade pode sofrer em sua decorrência. Com isso, em tal norma também é definido que o estado deve agir como poder de polícia para controlar a emissão de poluição sonora e evitar os problemas decorrentes (BRASIL, 1990a).

Por conseguinte, a Resolução nº 02, do CONAMA, apresenta a classificação dos órgãos de fiscalização e descrição do poder de polícia citado, dando ênfase, entretanto, ao caráter educativo, almejando à redução da poluição sonora, além de descrever as competências do IBAMA no controle da emissão do ruído em território nacional (BRASIL, 1990b).

Além do já exposto, Ramalho (2011) orienta sobre outras questões legais em relação à poluição sonora, principalmente questões que envolvem a competência e controle por parte do poder executivo federal, estadual e municipal: A União já legislou até os limites de sua competência e capacidade, cabendo aos Municípios legislar sobre os aspectos aplicáveis à convivência urbana, tendo como base normas técnicas editadas e atualizadas pelos órgãos normatizadores, a exemplo, em âmbito nacional, da ABNT, ligada ao INMETRO. Essa ênfase ao âmbito nacional é importante, uma vez que em alguns estados também existem outras normas técnicas sobre o tema que devem ser seguidas, sendo o maior exemplo o estado de São Paulo, onde existem normas da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) que devem ser obedecidas, quais sejam: L11.031, de 1986

(Ruído: determinação do nível de ruído de fundo - método de ensaio); L11.032 (Determinação de nível de ruído em ambientes internos e externos de áreas habitadas: método de ensaio); L11.033 (Ruído: processo prático para calcular o nível de ruído equivalente contínuo - procedimentos); e L11.034 (Critério de ruído para recintos internos de edificações – procedimentos).

Como se observa, a Poluição Sonora é considerada atualmente grave problema de Saúde Pública. A responsabilidade sobre a geração deste tipo de poluição deve ser de todos, pessoas físicas ou jurídicas, não devendo existir a isenção de ninguém às barras da lei, nem mesmo a propriedade privada na figura das residências, devendo o Poder Municipal limitá-las administrativamente por meio do Poder de Polícia (RAMALHO, 2011).

Assim, no âmbito da jurisdição municipal, existe a Lei n.º 605, de 24 de julho de 2001, a qual instituiu o Código Ambiental do município de Manaus. Fazendo a análise dessa legislação se pode verificar que nela não há a definição de limites de tolerâncias para prevenir a poluição sonora, a ser obedecidos no município. Pelo contrário, pois, no que se refere a este tópico, tal lei reforça que devem ser obedecidos os limites definidos na Resolução CONAMA n.º 01, de 1990.

Além disso, a resolução do Conselho Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente, n.º 25, de 02 de julho de 2012, define as zonas sensíveis de ruído no município de Manaus, como sendo aquelas que necessitam de silêncio para cumprir seu propósito. Tais zonas seriam compostas por escolas, hospitais, creches, bibliotecas, unidades de saúde, asilos e o interior de áreas de preservação ambiental. Além disso, em tal resolução foi especificado que se deve considerar o raio de 200 metros de distância dos limites desses locais como áreas que devem permanecer sem interferência de ruído, como se fossem extensão dos referidos espaços, o que mostra a preocupação do legislador com o entorno.

Chama a atenção, contudo, que em tal resolução foi equiparada a zona sensível de ruído locais em que vem acontecendo a geração de ruídos urbanos em Manaus, como: os terminais de ônibus, o interior de veículos de transporte coletivo, os postos de combustíveis, os centros comerciais, as áreas de predominância residenciais.

Assim, observa-se que o legislador tentou por um limite nos abusos cometidos por comerciantes, que utilizam caixas de som para fazer propaganda de

seus produtos, de motoristas que costumam fazer de postos de combustíveis espaços para encontro de carros dotados de grandes aparelhos sonoros, dentre outros exemplos onde ocorre o acúmulo de pessoas, em locais de utilidade pública, como os terminais de ônibus e os próprios veículos coletivos, além, obviamente, de tentar levar uma maior proteção para as famílias dentro de suas moradias.

Todavia, também foi destacado em tal resolução municipal de Manaus que devem ser respeitado o silêncio para unidades de conservação, parques e jardins botânicos, o que mostra preocupação com a fauna habitante destes locais, em geral, cercado pela área urbana da cidade de Manaus. Mas, neste ponto caberia a indagação de qual seria o limite máximo permitido para estas áreas verdes? A pergunta é cabível porque a mesma resolução determina que o ruído tolerável seria aquele previsto na NBR 10.151, consoante resolução CONAMA n.º 01, de 1990, na qual não há um limite específico para essa finalidade, sendo o que mais de aproxima, o previsto para áreas de fazendas e sítios, conforme será visto mais adiante. Assim, o legislador municipal foi corajoso para criar zonas sensíveis de ruído, mas, não ao ponto de avançar no estabelecimento de limites de tolerância, além dos previstos na legislação nacional sobre o tema.

Uma vez explicada a legislação local, é importante elucidar que, de uma maneira geral, a Resolução CONAMA n.º 01, de 1990, determina que as medições de ruído deverão ser feitas de acordo com os parâmetros da NBR 10.151. Além disso, os resultados advindos destas medições deverão ser comparados com os níveis contidos nesta mesma NBR. Assim sendo, é importante explicar que na NBR 10.151, de 2000, existe o conceito de nível de critério de avaliação (NCA). De acordo com Bernardes (2013), trata-se dos limites de tolerância que devem ser obedecidos pelos diversos geradores de ruído, para que haja perturbações ou incômodos para as comunidades em volta das empresas onde se localizam as fontes de ruído. Assim sendo, segue a tabela 4, com os limites máximos permitidos de ruído ambiental, por áreas geográficas nos quais os empreendimentos difusores do ruído estejam instalados:

**Tabela 4:** Limites máximos permitidos para ruído ambiental.

Tipos de áreas	Níveis Máximos em dB (A)	
	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 n.º 10151, (2000).

Baseado nessa análise do âmbito normativo em vigor no Brasil é possível constatar que existem diversos parâmetros técnicos e legais que lastreiam a questão do ruído e da conseqüente poluição sonora, tanto a nível nacional, quanto a nível local, independentemente dos tipos de ambientes onde ela esteja sendo difundida. Assim, torna-se possível acompanhar a evolução de eventuais situações de controles ou de intensificação deste tipo de poluição, por meio da rotineira avaliação de nível de ruído, com a imediata comparação com os limites máximos permitidos no âmbito jurídico nacional.

### 2.1.3. Impactos de vizinhança:

As empresas vêm reduzindo o nível de ruído que chega ao ouvido de seus empregados, mas, e como fica a situação do ruído que sai da empresa e chega à comunidade vizinha, seja tal comunidade formada por outras empresas ou por moradias?

Um dos grandes problemas da vida moderna são os efeitos que o ruído gera no cotidiano das pessoas, seja através de algo mais facilmente notável como a diminuição da qualidade do sono e a menor concentração para realização de tarefas, ou por meio de algo mais indireto, como a mudança de comportamento, em virtude do estresse auditivo recebido, que pode levar a mudanças de atitudes e

sensações, podendo resultar em conflitos, com suas outras consequências sociais (Del Carlo, 1979).

De acordo com Araújo (1998) este é tipicamente um problema a ser fiscalizado pelas prefeituras e suas secretarias municipais do meio ambiente. Todavia, a verdade é que não são todas as 5.570 cidades brasileiras que dispõem de um grupo de pessoas qualificadas e de equipamentos específicos para a realização de medições, visando corroborar a prática de atividades de fiscalização e de controle dos níveis de ruído gerados por diversas atividades humanas, em áreas habitadas, sejam elas preponderantemente residenciais ou não.

Nas grandes cidades já existem várias prefeituras com infraestrutura para realizar esse tipo de serviço. A maior parte das reclamações são originárias de bares e restaurantes abertos, principalmente aqueles com música ao vivo e de atividades de templos religiosos.

O ruído gerado pelo morador imediatamente vizinho também apresenta uma ocorrência significativa, embora não seja comparável as fontes poluidoras acima (ARAÚJO, 1998). Assim, as diversas fontes de ruído urbano devem ser acompanhadas e controladas, a exemplo do que se exige de forma mais enfática para as poluições hídricas e químicas.

Entretanto, de acordo com Souza (1992) estes dois últimos tipos de poluição recebem mais atenção governamental que a poluição auditiva, pois, enquanto aquelas deixam rastros visíveis de contaminação, como água suja e fétida e poluição atmosférica visível, esta deixa apenas efeitos imediatos moderados, mesmo que os níveis de ruído sejam elevados. Dessa forma, conforme este mesmo autor, os efeitos mais graves são resultados de acúmulos, como a surdez, que pode vir acompanhada de outros problemas, tais como desequilíbrios psíquicos.

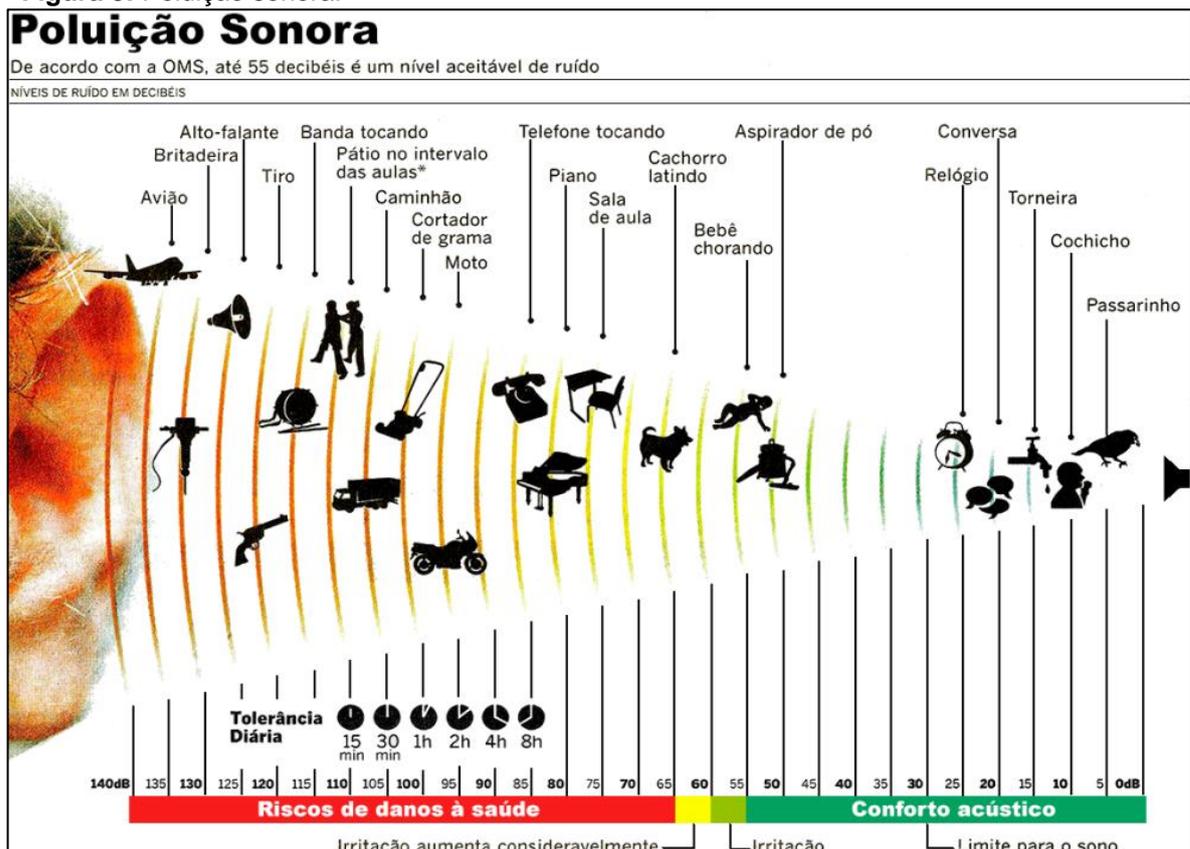
Em virtude do conjunto de consequências nefastas originárias da exposição ao ruído, considerando que dentre as principais fontes ruidosas nos conglomerados urbanos estão os ruídos advindos do processo produtivo de diversas indústrias, deve-se frisar, conforme já explorado, que há no Brasil uma legislação ambiental que trata do assunto, qual seja: a Resolução CONAMA n.º 01, de 08 de março de 1990. De acordo com Kawakita (2009), tal resolução:

Foi criada considerando que os níveis de ruído elevados devem ser considerados poluição ambiental e, devido a isso, devem ser submetidos a critérios de controle desta poluição, evitando que ocorra deterioração da qualidade de vida, notadamente nos centros urbanos, onde tal problemática já é uma realidade.

Dessa forma, através desta resolução foi estabelecido que o limite de tolerância para o ruído ambiental extramuros (chamado tecnicamente de critério de referência), para área notadamente industrial, é de 70 dB(A), durante o dia, e 60 dB(A), durante a noite.

Contudo, tais limites são aplicáveis somente se tais indústrias estejam instaladas de fato em bairros industriais ou, em outras palavras: se uma indústria está instalada, por diversos motivos, em um local onde hoje há preponderância de moradias ao seu redor, o limite máximo de ruído que deve ser gerado é reduzido de 70 dB(A), para 55 dB(A), considerando o horário diurno, e de 60 dB(A), para 50 dB(A), considerando o horário noturno. Isso acontece porque a finalidade desta legislação é garantir que os ruídos gerados pelas empresas não resultem em perturbações para a comunidade em sua volta, com todos os consequentes malefícios, já relatados e que visualmente estão dispostos na figura 5, desenvolvida por Perez (2015).

Figura 5: Poluição sonora.



Fonte: Perez, (2015).

Quanto à questão de vizinhança, Moreira (2018) relata sobre o direito de vizinhança e a poluição sonora, ou seja, os direitos de vizinhança constituem limitações impostas pela boa convivência social, que se inspira na lealdade e na boa fé. A propriedade deve ser usada de tal maneira que torne possível a coexistência social entre todos os ocupantes do espaço.

Se assim não se procedesse, se os proprietários pudessem invocar uns contra os outros seu direito absoluto e ilimitado, não poderiam praticar qualquer direito, pois as propriedades se aniquilariam no entrelaço de suas várias faculdades. Como é do conhecimento geral, a deterioração da qualidade de vida, causada pela poluição sonora, está sendo continuamente agravada em centros urbanos, segundo generalizadas reclamações da comunidade, merecendo, por isso, atenção constante da administração pública.

Moreira (2018) ainda explica que a exposição a níveis de ruídos incômodos e acima dos padrões toleráveis gera consequências danosas à saúde física e psíquica, degenerando as relações de vizinhança. Isso porque o proprietário ou inquilino de um prédio tem o direito de impedir que o mau uso da propriedade vizinha possa prejudicar a segurança, o sossego e a saúde dos que o habitam.

A ocorrência de sons, vibrações e ruídos incômodos configura poluição do meio ambiente. Alguns especialistas enfatizam bem a questão sobre o que se deve considerar por incômodos intoleráveis, deixando esclarecido que a perturbação que autoriza a limitação do direito de propriedade é o intolerável, exemplificando isso como sendo o que é produzido em grau capaz de afetar o sossego e a saúde do vizinho, não importando que o eventual gerador do ruído seja proprietário ou inquilino do estabelecimento ruidoso.

O que, como esboçado no item sobre legislação, estabelece-se como contravenção penal o descumprimento do artigo 42 do Decreto Lei nº 3688/1941, que estabelece pena de prisão simples, de 15 (quinze) dias a 3 (três) meses ou multa para quem perturbar o trabalho ou o sossego alheio, com: prática de gritaria ou algazarra; exercício de profissão incômoda ou ruidosa, acima dos limites permitidos; abuse do uso de sinais sonoros ou de sinais acústicos; e por não impedir o barulho produzido por animal de quem tem a guarda (Brasil, 1941).

Quando se aborda os ruídos da indústria, Araújo (1998) ensina que:

Os órgãos estaduais de controle de ruído se dedicam basicamente à fiscalização dos índices de poluição sonora gerados pelas indústrias, tanto na fase de sua implantação, através da elaboração de relatórios de Impacto sobre o Meio Ambiente-RIMA, como na fiscalização da indústrias depois de colocada em operação.

Esses órgãos foram equipados (mais de 25 medidores de nível sonoro) pelo IBAMA, que promoveu ainda, em conjunto com o INMETRO, diversos cursos para seus técnicos sobre a aplicação da legislação, principalmente no que diz respeito à utilização dos equipamentos e da norma técnica brasileira que trata do assunto.

Em algumas oportunidades, quando os municípios não dispõem das condições necessárias para a realização da fiscalização, os órgãos estaduais são chamados a intervir, embora nem sempre os mesmo atendam a essa demanda.

Para garantir o sossego da comunidade, os diversos empreendimentos sejam eles comerciais, industriais ou de quaisquer outros seguimentos, devem cumprir os preceitos da legislação ambiental, notadamente os limites máximos permitidos de ruído definidos na NBR 10.151, de 2000, conforme torna imperativo a Resolução CONAMA n.º 01, de 1990. Caso tais limites sejam obedecidos, não haverá perturbação na comunidade, portanto, não haverá poluição sonora. Caso contrário, tal poluição poderá ser o mal que se visará eliminar ou mitigar.

#### **2.1.4. Doenças:**

Segundo Siqueira (2010), o ano de 1994 marca o aumento da preocupação com as perdas auditivas. Neste período começaram a serem desenvolvidas ações preventivas e o programa de conservação auditiva aparece com maior índice nos artigos encontrados.

Sabendo-se que a década dos anos 90 trazem os cuidados primários a saúde, a atenção primária e um conjunto de mudanças legais como a criação do Sistema Único de Saúde – SUS tem-se talvez por contágio o começo da proteção à saúde do trabalhador mesmo que timidamente.

Torna-se digno de registro que o governo por sua condição de estado, pela legislação e normas regulamentadoras tem pouco interesse em definir índices mais adequados de reconhecimento de uma doença ocupacional denominada perda

auditiva induzida por ruído ocupacional (PAIRO), porque, não raras vezes, ele é um dos envolvidos (SIQUEIRA, 2010).

Aliados a este aparecimento, estão outros efeitos não auditivos que ocasionam dificuldades de comunicação e socialização, ou mesmo outros problemas de ordem de saúde. De acordo com Zilio (2012), os problemas podem ser tanto de natureza fisiológica, quanto psicológica. Para o primeiro caso seriam exemplos a dor de cabeça, a fadiga, a gastrite, os distúrbios cardiovasculares, a contração dos vasos do sangue e a frequência cardíaca aumentada. Para o segundo caso, por sua vez, seriam exemplos a irritação, com a conseqüente perda de humor, a diminuição de reflexos, a perda da capacidade de se concentrar e o desenvolvimento de insegurança nos atos praticados, fatores que podem deixar a pessoa abalada psicologicamente.

Neste mesmo sentido, Souza e Freitas (2014) elucidam estudos que concluíram, dentre outras coisas já mencionadas, que o ruído faz com que o organismo produza e libere colesterol de forma acentuada. Assim, pessoas expostas de forma habitual a intensidade ruidosas entre 65 dB(A) e 70 dB(A) possuem 10% a mais de chance de sofrerem enfartes, sendo que o risco dobra para 20%, caso a exposição se encontre na faixa entre 71dB(A) e 80dB(A). Embora seja disseminada a informação de que o ruído pode levar a prejuízos na audição, em geral as pessoas não sabem os demais efeitos fisiológicos que podem ser desenvolvidos pelo organismo. Além disso, esse autores também explicam que o excesso de ruído pode provocar labirintite, ansiedade, hipertensão arterial, gastrites e úlceras.

Ainda sobre o tema, mas, focado na perda auditiva, Brevigliero *et al* (2006, p. 229), ensina que “a surdez de origem condutiva acontece por meio ruptura do tímpano, ossículos ou outra estrutura de condução; em contrapartida, a surdez de origem sensorial ocorre a partir da destruição dos órgãos ciliados de Corti”. Vejamos a figura 6 com a classificação do grau da perda auditiva:

**Figura 6:** Classificação do grau da perda auditiva.

<b>MÉDIA TONAL</b>	<b>DENOMINAÇÃO</b>	<b>HABILIDADE PARA OUVIR A FALA</b>
≤ 25 dBNA	Audição normal	Nenhuma dificuldade significativa
26 - 40 dBNA	Perda auditiva de grau leve	Dificuldade com fala fraca ou distante
41 - 55 dBNA	Perda auditiva de grau moderado	Dificuldade com fala em nível de conversação
56 - 70 dBNA	Perda auditiva de grau moderadamente severo	A fala deve ser forte; dificuldade para conversação em grupo
71 - 90 dBNA	Perda auditiva de grau severo	Dificuldade com fala intensa; entende somente fala gritada ou amplificada.
≥ 91 dB NA	Perda auditiva de grau profundo	Pode não entender nem a fala amplificada. Depende da leitura labial.

**Fonte:** Tsuji, (2005).

Ressalte-se que a perda neurossensorial apresenta um audiograma diferenciado em relação a outros tipos de perdas auditivas, pois o resultado do teste tem uma perda de capacidade muito grande, em torno da frequência de 4.000 Hz, sendo que, tecnicamente e no mundo do trabalho, esta doença profissional é popularmente conhecida como PAIRO, já mencionada em parágrafo anterior.

Apesar da existência de curvas isoaudíveis e de níveis de audibilidade, o mesmo ruído não é percebido da mesma forma pelas pessoas devido a diversos fatores internos e externos. Por isso, para produzir a mesma audibilidade são necessários diferentes níveis de pressão sonora, quando estão em diferentes frequências, pois a orelha humana sente o ruído de forma distinta nas diversas frequências.

Segundo Moreira (2017), a seguir é apresentado alguns efeitos dos ruídos no organismo humano:

Existem várias consequências negativas para a exposição a ruído acima dos limites de tolerância e do tempo previsto pela NR 15. Por ser uma seara voltada para a área de medicina do trabalho, iremos mencionar efeitos auditivos do ruído sem a intenção de esgotar todas as consequências existentes:

Trauma acústico: as estruturas do ouvido são lesionadas devido a ruídos de curta duração e alta intensidade (explosões, tiros com arma de fogo, etc.) Pode haver uma perda auditiva imediata, severa e permanente.

Perda auditiva temporária: exposições moderadas a ruído acima do seu limite de tolerância podem causar perda auditiva temporária no trabalhador. Após um período de descanso prolongado deste, o sistema auditivo consegue recuperar suas propriedades, e volta a normalidade.

Normalmente, o tempo necessário para recuperação varia de 11 a 14 horas, sendo esta a principal razão pela qual, ao fazermos exames de acuidade auditiva (ASO, por exemplo), é pedido para que o trabalhador não vá a boates onde haja música alta, não ande de moto ou que não faça nenhuma outra atividade muito ruidosa.

Perda auditiva permanente: quando o trabalhador não é capaz de identificar sons em determinadas frequências, sendo as mais graves, aquelas abaixo de 1000 Hz, uma vez que a comunicação humana se encontra nesta faixa de frequência. Com isto, haverá comprometimento da capacidade de relacionamentos interpessoais do trabalhador afetado.

Ainda mais consequências no organismo são listadas:

Cansaço, irritação, dores de cabeça, redução da audição, surdez, aumento da pressão arterial, problemas do aparelho digestivo, taquicardia, infarto. As consequências dependem do nível de intensidade e do tempo de exposição. O ruído combinado com agentes químicos de efeitos Oto-tóxicos pode causar perda auditiva. Como por exemplo, os agentes Químicos: Monóxido de Carbono, Chumbo, Manganês, Estireno, Tolueno e Xileno. Além de outros agentes ainda em estudo para efeitos Oto-toxicos: Tricloroetileno, Dissulfeto de Carbono, Mercúrio e Arsênio. (ASHO, 2008)

Segundo Pio (2014), o ruído pode gerar perda de audição, zumbido, ansiedade, insônia e até depressão. Assim, deve-se considerar que o ruído fora de controle gera um tipo de poluição ambiental, das mais nocivas para a saúde humana. Tal tema também é abordado por Neves Neves (2014) ao considerar o zumbido no ouvido, pois, segundo essa fonoaudióloga, a maior parte dos seus pacientes tem também problemas auditivos, mas uma pequena porcentagem (menos de 10%) tem a audição dentro dos limites da normalidade. Assim, as pessoas podem ficar com zumbido no ouvido, mesmo sem necessariamente desenvolverem perda da capacidade auditiva. Contudo, isso pode acarretar em depressão e em insônia, afetando sobremaneira a qualidade de vida e a capacidade de executar atividades rotineiras dos vitimados, como trabalhar ou estudar.

Dado o exposto, prevenir a poluição sonora é mais do que garantir o cumprimento de uma legislação ambiental, não perturbando as pessoas que estão em volta do ruído e não relacionadas a ele. É, acima de tudo, contribuir para qualidade de vida da sociedade, por meio da promoção de saúde, ou da oferta de

possibilidades para o surgimento de doenças diversas, muitas vezes, de difícil nexos com a exposição ao agente físico ruído.

### **2.1.5. Ruídos nos processos industriais:**

Os ruídos nos processos industriais são dos mais nocivos aos indivíduos que são expostos diretamente, assim como aqueles que são acometidos a estes ruídos extramuros. Autores como Calixto (2007) e Ruiz (2011) dão sustentação a este pensar quando ensinam sobre os níveis de ruído e as consequências oriundas da exposição constante a este fator.

O que, igualmente, se sustenta nas palavras de Cavalcante, Ferrite e Meira (2013): “A exposição a níveis elevados de pressão sonora ambiental está associada a efeitos negativos para os seres humanos”.

Nas plantas de produção das fábricas, os processos mediados pelo funcionamento de máquinas produzem ruídos indesejáveis, geralmente de forte intensidade, com potencial para causar danos à audição dos trabalhadores. O ruído intenso é comum a diversos processos produtivos e, portanto, a exposição ao ruído no trabalho é considerada o fator de risco modificável de maior relevância para a perda auditiva em adultos (CAVALCANTE; FERRITE; MEIRA, 2013).

A diminuição gradual da acuidade auditiva, geralmente bilateral e simétrica, decorrente da exposição contínua a elevados níveis de pressão sonora, caracteriza a perda auditiva induzida por ruído ocupacional, doença relacionada ao trabalho, comum em países industrializados e que se destaca como um dos principais agravos na saúde do trabalhador da indústria brasileira, posição defendida por Cavalcante, Ferrite e Meira (2013).

De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), empresas usualmente ruidosas, como as madeireiras e as metalúrgicas, classificam-se na seção denominada “indústria de transformação” (CAVALCANTE; FERRITE; MEIRA, 2013). A Norma Regulamentadora nº4 (NR-4) atribui para a indústria de transformação os graus de risco 2, 3 e 4, em uma escala de 1 a 4, cujos valores dimensionam os Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT.

Matos e Santos (1996), reforçam que “embora seja o ruído um dos agentes mais comuns nos locais de trabalho, e existirem medidas eficazes no seu controle, ainda são poucas as empresas que adotam medidas de controle e programas de conservação auditiva”.

**Tabela 5:** Exposição ao ruído e proteção auditiva dos trabalhadores nos ramos de atividade da indústria de transformação no Brasil (1995 – 2011).

Divisões da Seção “C” da CNAE	Autor/Ano	Intensidade do ruído em dB(A)	Prevalência da exposição ao ruído (%)	Uso do EPA entre os expostos (%)
(01) D.10. Fabricação de produtos alimentícios	- Gonçalves & Iguti, 2006 <sup>18</sup>	65 a 105	51,6 <sup>a</sup>	86,0 <sup>a</sup>
	- Teles & Medeiros, 2007 <sup>19</sup>	> 80	45,2 <sup>b</sup>	-
	- Vivan et al., 2008 <sup>20</sup>	> 85	-	100,0
	- Oliva et al., 2011 <sup>21</sup>	79 a 98,8	-	-
(02) D.11. Fabricação de bebidas	- Teles & Medeiros, 2007 <sup>19</sup>	> 80	45,2 <sup>b</sup>	-
(03) D.12. Fabricação de produtos do fumo	NI			
(04) D.13. Fabricação de produtos têxteis	- Caldart et al., 2006 <sup>2</sup>	65 a 103	-	-
	- Teles & Medeiros, 2007 <sup>19</sup>	> 80	45,2 <sup>b</sup>	-
(05) D.14. Confeção de artigos do vestuário e acessórios	- Caldart et al., 2006 <sup>2</sup>	65 a 103	-	-
	- Teles & Medeiros, 2007 <sup>19</sup>	> 80	45,2 <sup>b</sup>	-
(06) D.15. Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	- Teles & Medeiros, 2007 <sup>19</sup>	> 80	45,2 <sup>b</sup>	-
(07) D.16. Fabricação de produtos de madeira	- Zocoli & Silva, 1995 <sup>22</sup>	78 a 126	-	-
	- Rocha, et al., 2002 <sup>23</sup>	81 a 93	-	-
	- Pignati & Machado, 2005 <sup>16</sup>	85 a 115	92,0	-
	- Teles & Medeiros, 2007 <sup>19</sup>	> 80	45,2 <sup>b</sup>	-
	- Boger et al., 2009 <sup>24</sup>	84,3 a 108,5	-	29,6
	- Lopes et al., 2009 <sup>25</sup>	-	-	50,0
(08) D.17. Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	- Fassa et al., 1996 <sup>17</sup>	> 85	82,1	-
	- Teles & Medeiros, 2007 <sup>19</sup>	> 80	45,2 <sup>b</sup>	-
(09) D.18. Impressão e reprodução de gravações	NI			
(10) D.19. Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	- Gonçalves & Iguti, 2006 <sup>18</sup>	65 a 105	51,6 <sup>a</sup>	86,0 <sup>a</sup>
(11) D.20. Fabricação de produtos químicos	- Teles & Medeiros, 2007 <sup>19</sup>	> 80	45,2 <sup>b</sup>	-
(12) D.21. Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	NI			
(13) D.22. Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	- Teles & Medeiros, 2007 <sup>19</sup>	> 80	45,2 <sup>b</sup>	-
(14) D.23. Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	- Queiróz & Maciel, 2001 <sup>26</sup>	92 a 109	-	-
	- Ribeiro et al., 2002 <sup>27</sup>	84 a 110	-	-
	- Boger et al., 2009 <sup>24</sup>	82,5 a 104,5	-	91,5
(15) D.24. Metalurgia	- Araújo, 2002 <sup>1</sup>	> 85	-	84,5
	- Abreu & Suzuki, 2002 <sup>28</sup>	80 a 118	-	-
	- Gonçalves, 2004 <sup>29</sup>	83 a 105	-	67,2
	- Guerra et al., 2005 <sup>5</sup>	83 a 102	-	55,8
	- Gonçalves & Iguti, 2006 <sup>18</sup>	65 a 105	51,6 <sup>a</sup>	86,0 <sup>a</sup>
	- Teles & Medeiros, 2007 <sup>19</sup>	> 80	45,2 <sup>b</sup>	-
	- Botelho et al., 2009 <sup>30</sup>	80,5 a 99,5	-	-
	- Boger et al., 2009 <sup>24</sup>	91,0 a 103,3	-	94,5
(16) D.25. Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	NI			
(17) D.26. Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	- Teles & Medeiros, 2007 <sup>19</sup>	> 80	45,2 <sup>b</sup>	-
(18) D.27. Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	NI			
(19) D.28. Fabricação de máquinas e equipamentos	NI			
(20) D.29. Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	NI			
(21) D.30. Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	NI			
(22) D.31. Fabricação de móveis	NI			
(23) D.32. Fabricação de produtos diversos	NI			
(24) D.33. Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	NI			

Fonte: Cavalcante, Ferrite e Meira, (2013).

Cavalcante, Ferrite e Meira (2013) elaboraram a partir do estudo de outros autores uma tabela com a exposição ao ruído nos ramos que compõem a indústria de transformação no Brasil. A partir da tabela 5 é possível ter uma clara percepção do cenário que está em discussão.

Tecelão *et. al.*. (2014) destaca que:

O avanço e crescimento tecnológico têm impulsionado cada vez mais a utilização de equipamentos e processos sofisticados pelas indústrias. Tais instrumentos são muitas vezes verdadeiras fontes geradoras de ruídos que causam desconforto, prejudicam a produtividade e afetam diretamente a saúde de funcionários e pessoas que frequentam tais ambientes.

De acordo com Alexandry (1978 apud ALMEIDA, 2008, p. 29), “com relação ao ruído industrial uma fonte é um elemento estático, a qual produz o ruído por vibração interna e que o transmite ao meio ambiente exterior por radiação ao ar ou indiretamente através de vibrações a todos os elementos que a rodeia”.

Portanto, devem ser consideradas as formas pela qual se gera o ruído e as partes da fonte causadora do ruído. Conceitua-se que a forma pela qual se gera o ruído é denominada gerador e a parte da fonte causadora é a causa. Estes conceitos são importantes para se determinar a natureza do controle do ruído industrial, isto é, atuando-se primeiramente nas causas do ruído na fonte geradora. Somente uma forma de controle envolve os geradores, e está consiste na substituição da fonte geradora, o que pode ser impossível em função de que pode-se comprometer tecnicamente a atividade industrial ou em função dos custos serem tão elevados que podem comprometer o resultado econômico da empresa (ALMEIDA, 2008).

Bies e Hansen (2003) descrevem as fontes geradoras de ruído na indústria e as formas de controle destes fatores. Para Bies e Hansen (2003), as principais fontes são: ventiladores, compressores, torres de resfriamento, bombas, fluxos de fluidos, válvulas de controles, fluxos de fluidos em tubulações, caldeiras, turbinas, combustão interna de motores, fornos, motores elétricos, geradores, transformadores, engrenagens e veículos de transportes.

Na tabela 6, temos a apresentação dos fatores que geram as causas de ruído expressadas acima:

**Tabela 6:** Causas de ruídos na indústria.

<b>Causas Mecânicas</b>	
<b>Gênero</b>	<b>Descrição</b>
De impacto	A causa mecânica de impacto é a aplicação ou o desaparecimento brusco de uma força sobre uma peça, causando nesta um esforço de deformação. Estas duas possibilidades são opostas, do ponto de vista físico, pois a aplicação brusca de uma força implica na quantidade de movimento com que a referida força atua, em função da velocidade da aplicação, enquanto que o desaparecimento brusco da força aplicada faz surgir à força elástica que atuará na recuperação da peça, fazendo com que esta entre em vibração.
De fricção	A fricção é a força que se opõe ao movimento relativo de dois corpos, e depende da força e da área das superfícies em contato. O ruído mecânico por fricção aumenta pelo grau de rugosidade das superfícies e diminui pela lubrificação. Portanto, o ruído oriundo da fricção pode ser em função da falta de lubrificação.
<b>Causas Pneumáticas</b>	
<b>Gênero</b>	<b>Descrição</b>
	É resultado da vazão de uma coluna de ar dentro de um duto e pode causar ruídos devido às turbulências do ar no duto. Estas turbulências dependem da velocidade e pressão da coluna e também da forma física e da rugosidade do duto. Além de que, a geometria dos dutos são fatores determinantes também, tais como cotovelos, dobras, bifurcações, aumento e diminuição da geometria dos dutos são determinantes.
<b>Causas explosões e implosões</b>	
<b>Gênero</b>	<b>Descrição</b>
	As explosões e implosões são resultantes da mudança súbita da pressão de gás contido numa câmara, causando uma transformação de energia potencial em energia cinética. Diz-se que é explosão quando a pressão original é superior à fina.
<b>Causas hidráulicas</b>	
<b>Gênero</b>	<b>Descrição</b>
	É resultado da vazão de uma coluna de água dentro de um duto e que podem causar ruídos devido a turbulências desta coluna no duto em função de moverem-se em regimes turbulentos pela presença de uma grande quantidade de bolhas de ar, que sofrem compressões. Estas bolhas, por sua vez, produzem desequilíbrios elásticos, que causam variações no movimento interno de suas partículas. Este fenômeno obedece a uma perturbação dos extremos da coluna de água que causa vibrações gerando o ruído.
<b>Causas magnéticas</b>	
<b>Gênero</b>	<b>Descrição</b>
	A indução magnética devido à passagem da corrente elétrica no enrolamento de um motor produz uma vibração no enrolamento que constitui a bobina elétrica. A vibração é proporcional à intensidade da corrente elétrica.

**Fonte:** Alexandry, (1978).

Litwinczik (2011) expressa que:

A redução dos níveis de ruído nas instalações industriais pode trazer benefícios aos empresários, com o prolongamento da vida útil das máquinas e o aumento da produtividade, e aos funcionários, com a melhoria das condições de saúde. Um bom trabalho de acústica leva a indústria a atuar de acordo com as exigências dos órgãos fiscalizadores e também pode refletir em redução de custos e aumento na qualidade dos produtos, visto que o excesso de ruído dificulta a concentração e interfere diretamente na performance dos trabalhadores.

De igual modo, Gerges (1992) e Bies e Hansen (2003) citam que além das causas do ruído devem ser consideradas outras variáveis presentes em ambientes fechados, que influenciam na propagação sonora, como no ambiente industrial, as quais assumem comportamento de análises complexas na propagação sonora no ambiente. Sob esta ótica Tecelão *et. al*, (2014) :

O ruído excessivo recorrente nas indústrias é, muitas vezes, consequência da falta de preocupação com a acústica do ambiente projetado e da omissão em se providenciar mecanismos para minimizá-lo. Há diversas formas e métodos de tratar este problema e tornar os níveis de ruídos suportáveis dentro dos limites propostos pelas normas regulamentadoras. É importante estudar cuidadosamente cada caso, com suas peculiaridades, de modo a desenvolver projetos e soluções adequadas visando conforto acústico dos funcionários e evitando danos potenciais à saúde dos mesmos.

Almeida (2008), em questão aos ruídos industriais ensina que “de acordo com a OMS (1980), os níveis de ruído industrial podem ser reduzidos ou limitados pelo controle da emissão. A ação mais eficiente é reduzir o ruído na fonte”. A indústria dispõe de tecnologia para controlar o ruído e solucionar muito dos problemas típicos que crescem com o uso de maquinários. Geralmente a ação mais eficaz é reprojeter ou substituir equipamentos ruidosos, porém se isto não for possível, uma redução significativa dos níveis de ruído pode ser obtida pela modificação estrutural e mecânica das máquinas, ou pela utilização de abafadores, isoladores de vibrações e enclausuramento da máquina (ALMEIDA, 2008).

Por fim, os ruídos nos processos industriais, residem na questão que envolve a própria prática industrial. Mas, há possibilidades e exigências legais que imperam a necessidade de diminuição da intensidade gerada visando ao bem estar dos envolvidos, além de como ressaltado trazer benefícios econômicos para as próprias empresas e tranquilidade para as comunidades nas quais elas estejam inseridas.

## **CAPÍTULO III:**

### **3.1. Metodologia:**

Quanto à metodologia, temos o seguinte ensinando:

A Metodologia é compreendida como uma disciplina que consiste em estudar, compreender e avaliar os vários métodos disponíveis para a realização de uma pesquisa acadêmica. A Metodologia, em um nível aplicado, examina, descreve e avalia métodos e técnicas de pesquisa que possibilitam a coleta e o processamento de informações, visando ao encaminhamento e à resolução de problemas e/ou questões de investigação. A Metodologia é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade (FREITAS; PRODANOV, 2013, P. 14).

O que vai de encontro ao entendimento de que toda pesquisa demanda por uma organização que possibilite sua concretude da melhor forma possível. Nesse estudo foi necessária a adoção de procedimentos com a finalidade de otimizar recursos e tempo sem perda de qualidade do trabalho.

#### **3.1.1. Método:**

Marconi e Lakatos (2003) ensinam que “o método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista”. De modo direto, as autoras demonstram os caminhos que devem ser percorridos para que o conhecimento possa ser estabelecido.

O método desse trabalho científico caracterizou-se por ser uma pesquisa-ação, que consiste em um meio de condução da pesquisa empírica. Segundo Thiollent (1994):

Esse método pode ser utilizado em processos de intervenção, possibilitando o andamento da pesquisa sem a necessidade de dividir o problema em partes. Verificar a totalidade dos fatos para alcançar os objetivos propostos

consistiu em um ponto positivo da pesquisa-ação, incentivando a opção por esse tipo de método.

De acordo com Bernardes (2013), o estudo empírico permite a criação de teorias mediante a junção de diferentes conhecimentos em um todo organizado. Pelo fato dessa pesquisa ter um caráter prático, foi essencial a escolha de um método que permitisse a atuação do pesquisador não apenas como observador, mas também como participante do processo. Na pesquisa-ação, o pesquisador observa os fatos ao mesmo tempo em que promove a mudança no seu objeto de estudo.

Como o principal foco da preservação ambiental consiste na integridade e bem-estar do meio ambiente e das pessoas que nele habitam, partiu-se da escolha da pesquisa-ação como método que mais se encaixava dentre outros conjuntos de procedimentos metodológicos existentes no campo científico. Isso porque a pesquisa-ação não despreza o lado humano, sendo viável sua utilização em organizações empresariais, tais como o caso em estudo.

O conhecimento na pesquisa-ação adveio da observação e avaliação das ações, bem como dos obstáculos encontrados no percurso de estudo. Muito mais importante do que alcançar uma solução ótima para a questão em voga, o método de pesquisa-ação foi válido na medida em que propiciou o compromisso com a mudança diante do problema para que, posteriormente, fosse aplicada uma teoria que a estruturasse cientificamente.

### **3.1.2. Abordagem:**

Para realizar um estudo que terá como método a pesquisa-ação, as atividades passarão por quatro fases, que de fato deveriam ser realizadas, conforme relata Tripp (2005):

A primeira constituir-se-á em planejar uma melhora da prática. Por conseguinte, será necessário agir para implantar a melhora planejada. A terceira fase abrangerá o monitoramento e a descrição dos efeitos da ação. Por fim, será essencial avaliar os resultados da ação. Além disso, deve ser frisado que, pelo fato de a pesquisa-ação ser uma pesquisa social, sua realização prevê a resolução de um determinado problema.

Com isso, a primeira fase do método contemplará o planejamento da melhoria da prática desta pesquisa, que, na prática, já foi realizado há um ano, pois o limite de tolerância definido na legislação ambiental não estava sendo obedecido, em um dos doze locais avaliados.

Assim, a pesquisa já foi iniciada por meio da escolha de práticas que viessem dar resposta à situação a ser revertida. Nessa fase foi feito o levantamento da alternativa mais adequada ao caso em análise, além de haver a delimitação das mudanças que se queriam alcançar.

Na fase posterior que foi relacionada à ação para colocar em prática a melhoria planejada, houve a implementação da alternativa escolhida na fase anterior. Sendo assim, após o planejamento, foi o momento que se deu a ação propriamente dita, sendo que as modificações planejadas foram postas em prática quando houve autorização da diretoria da empresa para sua efetivação.

O monitoramento resultará na terceira fase da pesquisa-ação. Na prática, nessa etapa haverá novas avaliações dos níveis de pressões sonoras, obtido com as intervenções realizadas, sendo que tais avaliações serão realizadas com o auxílio de instrumentos específicos para esta atividade. Além disso, a descrição dos efeitos da ação fará parte desse processo com a finalidade de corroborar a validade das ações tomadas.

Na última fase, a avaliação dos resultados da ação, será analisada os pontos positivos e negativos da intervenção realizada no ambiente onde a pesquisa está sendo desenvolvida. De forma mais elucidativa, dever-se-á explicar que a avaliação foi realizada por meio da comparação dos novos resultados de ruído obtidos, com os resultantes que existiam antes das mudanças sugeridas serem efetivas, bem como, através da comparação destes citados novos resultados de ruído, com os limites de tolerância para este agente físico, conforme legislação em vigor no Brasil. Vale ressaltar que as quatro fases da pesquisa-ação se complementarão perfeitamente, não podendo ser consideradas dissociadas.

Portanto, outro aspecto a ser ressaltado trata da relevância do trabalho científico, uma vez que esta pesquisa não se remeteu apenas ao conhecimento empírico, frente à produção desta tese ter amparo em informações bibliográficas,

bem como, de legislações e de aspectos técnicos que tratam sobre o tema ruído ambiental.

Por meio da seleção, análise e interpretação de textos e dados oriundos de equipamentos técnicos, foi possível estabelecer conexões entre o conhecimento empírico e o referencial teórico, com a finalidade de validar o trabalho de pesquisa desenvolvido.

### **3.1.3. Métodos técnicos:**

No tocante aos procedimentos técnicos, temos duas vertentes, ou seja, a parte bibliográfica, “concebida a partir de materiais já publicados” e pesquisa-ação em virtude de buscarmos “estabelecer uma relação com uma ação ou problema coletivo” (FREITAS; PRODANOV, 2013).

Para Minayo (1993), a pesquisa de documentos compreende uma atividade básica das ciências no intuito de indagar e descobrir a realidade, sendo isso considerado um processo permanentemente inacabado, pois, sempre é possível avançar no florescimento de conhecimentos.

Levando isso em consideração, nosso propósito consiste em fazer o levantamento dos trabalhos já realizados sobre a temática, possibilitando novas perspectivas de análise, de atualização e de confronto mediante aquilo que já foi produzido.

Neste sentido, a pesquisa documental constitui uma etapa primordial deste projeto de dissertação, uma vez que serviu de base para o cumprimento dos objetivos estabelecidos, baseados em suas respectivas premissas. Conforme já mencionado, esta pesquisa contemplará a consulta de literaturas sobre a temática.

Os instrumentos utilizados ao longo da pesquisa são os seguintes:

a) Registro Fotográfico: foi um instrumento empregado para fazer o registro nos locais das avaliações de ruído, nas situações autorizadas pela empresa em estudo (apresentadas no próximo tópico);

b) Registros institucionais: pode ser denominada de análise documental, sendo uma das primeiras fontes de informações que o pesquisador obtém registros.

Além disso, essa técnica permitiu a redução de tempo e custo quando as informações já estavam disponíveis. Foi o caso, por exemplo, da obtenção de informações sobre as legislações nos sites do Ministério do Meio Ambiente, da ABNT e da Prefeitura de Manaus.

c) Além do levantamento sobre o tema em livros que tratam sobre controle de ruído, foram analisados: padrões de execuções de serviços da fabricante de fornos micro-ondas, artigos e informações técnicas disponíveis em sites especializados, dentre outras fontes secundárias cabíveis.

Uma vez manipulados os dados e obtidos os resultados, o passo seguinte é a análise e interpretação dos mesmos, constituindo-se ambas ao centro da pesquisa.

Assim, a análise dos dados ocorrerá de forma exploratória por meio de técnicas de estatística procurando traduzir em números os impactos [FREITAS; PRODANOV, 2013) proporcionando o entendimento das soluções aplicadas visando a diminuição dos ruídos ambientais extramuros, o que terá como consequência o relatório final de pesquisa que será desenvolvido e apresentado na conclusão.

O que encontra eco no entendimento de Trujillo (1974), quando este ressalta que esta etapa é “a tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores”.

Como ressalta Duarte (2002):

Esta etapa compreenderá propriamente a análise dos resultados no sentido de produzir interpretações e explicações para o problema e questões de investigação.

Ao optar pela pesquisa-ação enquanto método de pesquisa é recomendável utilizar uma estratégia analítica geral com o objetivo de reunir os conhecimentos empírico e científico, visando o aprimoramento de determinado processo.

Cumprido tais esclarecimentos, deve-se explicar que no ano de 2016 foram realizadas avaliações de ruído ambiental extramuros na empresa objeto de estudo, momento no qual se verificou que em um determinado local seria necessária à realização de melhorias, pois, o nível de pressão sonora estava acima do limite máximo recomendado, para o horário noturno.

No ano seguinte, a empresa modificou alguns de seus processos, dentre os quais, o que proporcionava a geração do ruído em questão, conforme havia sido

sugerido em de 2016, após as avaliações de ruído supracitadas. Assim, novas avaliações ambientais de ruído extramuros foram realizadas em 2018, com o intuito de saber se os resultados obtidos passaram a atender os preceitos da lei ambiental em vigor no Brasil.

É importante frisar, também, que todos os cuidados metodológicos adotados em 2018, também haviam sido praticados em 2016, de forma que é possível fazer a comparação entre os resultados dos dois conjuntos de avaliações, mesmo que haja um intervalo de dois anos entre eles.

Outro ponto importante desta pesquisa e que está relacionada à sua etapa quantitativa, diz respeito ao fato de terem sido realizadas avaliações de ruído de fundo, também em 2016, pois na época houve um momento no qual a empresa em estudo passou por um processo de férias coletivas, momento no qual o processo produtivo ficou totalmente parado, sendo realizadas algumas manutenções preventivas nesta oportunidade.

Como consequência, as fontes de ruído objeto deste estudo estavam totalmente desligadas, não gerando seu ruído característico da rotina. Isso significa que se tornou possível saber qual a redução máxima possível, uma vez que quantificamos quais os níveis de ruído, sem a influência do processo produtivo do estabelecimento industrial em questão. Assim, foi realizada uma avaliação de ruído ambiental extramuros, com as mesmas características metodológicas descritas anteriormente, sendo que por meio dela foi possível saber qual seria o nível máximo de redução de ruído possível.

Os dois relatórios de 2016 (ruído ambiental com a empresa em pleno funcionamento e ruído de fundo, com a empresa parada) que foram elaborados por empresa de consultoria com especialidade no assunto, estão sob a guarda da empresa objeto deste estudo.

Neste mesmo sentido, o relatório de avaliação de ruído ambiental extramuros de 2018 também ficou sob a guarda desta empresa, pois, é proprietária do estabelecimento industrial.

Com isso, a direção da empresa está permitindo a divulgação apenas dos resultados quantitativos referentes ao local onde os resultados de nível médio de ruído estavam acima do limite de tolerância.

Todavia, destacamos que todos os demais onze locais avaliados estão com seus resultados abaixo do limite de tolerância, sendo que, na totalidade, são doze pontos de avaliações no estabelecimento industrial em estudo.

#### 3.1.4. Cenário da pesquisa:

Trata-se de uma empresa localizada em um bairro da zona Norte de Manaus-AM. Esta empresa atua na fabricação de peças componentes e na montagem de fornos micro-ondas. Inclusive, por solicitação da direção da empresa, não será informada sua razão social, seu nome fantasia ou seu endereço. Entretanto, foi permitido o uso de imagens de satélite, porém, sem colocar destaque ou marcação com setas ou círculos que possibilite a identificação do estabelecimento industrial, no texto da dissertação.

Dessa forma, por meio da figura 7, abaixo, por meio da qual se torna possível visualizar a comunidade circunvizinha, formada por outras indústrias e por uma área habitacional.

**Figura 7:** Localização da empresa.



Fonte: Google Earth, (2018).

Tal informação é altamente relevante, pois, é perceptível que, como a empresa objeto deste estudo possui dois tipos de comunidades a sua volta, haverá a necessidade de tratar o ruído emitido por ela considerando estas distinções dos receptores do nível de pressão sonora.

Esta empresa tem como vizinhos outros estabelecimentos industriais (na frente e nas laterais do estabelecimento), e residências ou moradias (no fundo do estabelecimento). Além disso, esta área residencial pode ser dividida em duas categorias, quais sejam: a) um condomínio fechado, frequentado por pessoas de renda média; e b) uma comunidade habitada por pessoas de baixa renda, a qual é resultante de uma ocupação desordenada que, no primeiro momento, foi considerada ilegal e é caracterizado como o tipo de ocupação de solo conhecida no estado do Amazonas com o nome pejorativo de “invasão”.

Em virtude dessa realidade, a empresa objeto deste estudo precisa atender os critérios de referência, ou limites de tolerância, para ambas as situações: área predominantemente industrial e área predominantemente residencial.

## **CAPÍTULO IV:**

### **4.1. Estudo de caso:**

Para a realização deste estudo de caso a empresa que serviu como cenário para o desenvolvimento da pesquisa autorizou todos os passos e procedimentos necessários para coleta de dados. Contudo, solicitou sigilo quanto a sua identidade restringindo a divulgação ao seu segmento de atuação, ou seja, produção de micro-ondas no Polo Industrial de Manaus (PIM).

Frente a essa peculiaridade e restrições, a partir deste momento passamos a nomear a empresa objeto deste estudo apenas como “empresa”.

Assim, realizar suas atividades industriais com segurança e garantir que o ruído característico delas não gere desconforto na comunidade em sua volta deve estar dentre os objetivos de todas as organizações. Neste sentido, a primordial finalidade deste estudo de caso é validar os objetivos apontados – conjuntamente com a problemática, quanto à avaliação ambiental de ruído extramuros e elucidar as

partes envolvidas, qual o nível da intensidade de ruído gerado pela Empresa, em sua unidade, localizada próxima da av. Torquato Tapajós, em Manaus – AM.

Todavia, no estabelecimento industrial em análise havia algumas máquinas de prensas, localizadas no setor de tratamento de resíduos, que fazia com que o nível de ruído ambiental extramuros não fosse obedecido em um dos doze pontos avaliados, no horário noturno, conforme foi constatado nos resultados de avaliações ambientais de ruído de 2016, que será apresentado mais adiante.

Tal situação se devia porque as prensas funcionam nos três turnos de trabalho do estabelecimento, porém, não de forma contínua. Além disso, estavam localizadas a 30 metros da divisa com a empresa vizinha, que estava recebendo o nível de pressão sonora acima do permitido pela legislação ambiental, para o horário noturno. Segue abaixo, na figura 8, imagens dos modelos das prensas que eram utilizadas na empresa, antes da intervenção de melhoria:

**Figura 8:** Fonte de ruído ambiental extramuros.



**Fonte:** o autor, (2018).

É importante esclarecer que estas prensas eram utilizadas para prensar os resíduos metálicos que sobravam de seus variados processos produtivos, de forma que os produtos resultantes desta prensagem eram vendidos pela empresa objeto de estudo para outra empresa, que trabalha com reciclagem de resíduos de diversos tipos, inclusive, metálicos.

Assim, quando o primeiro conjunto de avaliações foi feito, no ano de 2016, tais máquinas eram as causas do descumprimento da legislação ambiental, ou seja, eram os níveis de pressão sonora oriundos delas que fazia com os limites de tolerância definidos na NBR 10.151, de 2000, não estivessem sendo obedecidos, de acordo com análise técnica dos profissionais envolvidos.

Neste sentido, na busca pela superação desta problemática, a direção da empresa, após considerar recomendações técnicas e comerciais, mudou o processo de tratamento de resíduos desta planta industrial. De uma forma geral, a empresa mudou a forma de contratação da empresa compradora de resíduos, deixando de vender para aquela que só comprava o produto que já estivesse prensado, para passar a comercializar para outra que se comprometia em fazer todas as etapas do tratamento, inclusive, aquela relacionada à prensagem.

Dessa forma, a nova empresa parceira na área de resíduos disponibilizou 08 (oito) caçambas, de tamanhos diferentes, para os resíduos da empresa objeto deste estudo, sendo duas para resíduos metálicos, diretamente relacionados a este estudo acadêmico, uma vez que as prensas existiam em virtude da disponibilidade dos resíduos de natureza metálica.

Todavia, também foram entregues caçambas para os outros tipos de resíduos comercializados, quais sejam: papéis (duas caçambas), plásticos (duas caçambas) e isopor, que embora tenha natureza plástica, tem um tratamento diferenciado na reciclagem (duas caçambas). Assim, segue abaixo a figura 9, através da qual é possível ver as caçambas onde os resíduos passaram a ser colocados, sem necessidade de preparos prévios, como prensagens:

**Figura 9:** Caçambas de disposição de resíduos.



**Fonte:** o autor, (2018).

É importante elucidar, ainda, que a empresa de reciclagem firmou contrato no qual estavam estabelecidos os períodos nos quais as caçambas, cheias de resíduos, seriam retiradas por ela mesma, e substituídas por outras vazias. Na prática, diariamente os caminhões coletores de caçambas desta empresa de tratamento de resíduos fazia tais coletas.

Assim, as prensas deixaram de ser utilizadas (foram vendidas) e seu ruído característico deixou de existir. Contudo, é perceptível que outro problema envolvendo o novo processo de coleta de caçambas por caminhões coletores, que não existia anteriormente, poderia gerar níveis de pressão sonora também acima dos limites máximos permitidos. Para mitigar eventuais ruídos não conformes, foi estabelecido que todas as caçambas deveriam conter rodas na extremidade oposta ao lado no qual elas são presas ao braço mecânico do caminhão coletor, responsável pela sua suspensão e posicionamento na carroceria do veículo. Tal medida foi importante, pois, como a empresa de reciclagem possui caçambas tanto

com rodas, quanto sem, não haveria garantia do tipo de estrutura que seria entregue. Deve-se esclarecer que o objetivo de tal ação era evitar o arraste da parte metálica inferior das caçambas no piso de concreto da empresa, uma vez que esse atrito seria fonte de ruído. Abaixo, nas figuras 10 e 11, é possível verificar a retirada de uma caçamba pelo caminhão coletor, de forma que é possível visualizar as rodas mencionadas neste parágrafo:

**Figura 10:** Coleta de caçamba de resíduos.



**Fonte:** o autor, (2018).

Observa-se na figura 10 que o operador do caminhão coletor está prendendo o braço mecânico do caminhão na caçamba que será retirada, por já está cheia de produtos recicláveis. É possível perceber, ainda, que há duas rodas metálicas na extremidade oposta da caçamba, em relação ao lado que está sendo acoplado ao caminhão. A finalidade destas rodas é evitar o arraste da caçamba no piso de concreto, uma vez que isso iria gerar ruído.

**Figura 11:** Transporte de caçamba de resíduos.



**Fonte:** o autor, (2018).

Além disso, outra medida adotada pela direção da empresa foi definir outro local para sua central de resíduos, pois, conforme foi mencionado em parágrafo anterior, o local inicialmente utilizado para essa finalidade ficava localizado a poucos metros de distância da divisão com um estabelecimento industrial circunvizinho. Esta localização ficava em uma das laterais de um dos galpões industriais da empresa, contudo, em virtude da mudança de processo, optou-se por mudar o local para um dos fundos do mesmo galpão industrial, uma vez que isso, além de evitar que o ruído da circulação dos caminhões perturbasse os empregados da mencionada empresa vizinha, também proporcionaria maior segurança no trabalho, pois, o espaço para manobra dos veículos seria maior no novo espaço estabelecido.

Elucida-se, também, que este novo local também foi escolhido porque a distância em relação à empresa mais próxima era bem maior que a anterior. Assim, caso houvesse problemas com ruído, tal decisão já estaria inclusa dentre as medidas de controle, no caso, feita por antecipação, sendo uma das etapas

preconizadas pela Norma Regulamentador n.º 09 que, embora seja da legislação trabalhista (especifica o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, sendo considerados os riscos ocupacionais) também pode ser muito bem adotado quanto a este critério de antecipação de riscos, também para mitigar riscos decorrentes de eventuais poluições ambientais, no caso, eventual poluição sonora. Uma vez feito tal esclarecimento, é primordial que seja externado que quando da realização das novas avaliações ambientais de ruído extramuros, realizadas em 2018, este local foi monitorado nos momentos em que as coletas de resíduos eram realizadas pelos supramencionados caminhões, de forma que além de garantir que as medições de níveis de pressão sonora tenham sido realizadas na situação mais desfavorável possível para o meio ambiente, também permitiu avaliar a eficácia desta medida de controle implementada pela empresa objeto deste estudo. Na figura 12 é possível verificar imagens das avaliações de ruído realizadas neste local.

**Figura 12:** Avaliação de ruído no momento de resíduos.



**Fonte:** o autor, (2018).

Com isso, em busca de superar o problema de descumprimento da legislação ambiental relacionada ao tema de ruído extramuros, a empresa obteve avanços na sua gestão de resíduos sólidos, evidenciando o quão importante é ser legalista como passo inicial para a busca da melhoria contínua de processos e produtos.

#### **4.1.1. Localização dos pontos de avaliação:**

A Empresa definiu e informou os 12 (doze) pontos onde as avaliações deveriam ser realizadas, sendo que na definição de cada um deles foram considerados os imperativos da NBR 10.151, ou seja, fica situado a uma distância mínima de dois metros de quaisquer fontes refletoras, tais como barrancos, muros, cercas e áreas verdes.

Para cada um dos pontos a serem avaliados, a Empresa informou: sua localização, suas coordenadas georeferenciadas e as fontes de ruído a eles relacionados, fontes essas que foram confirmadas posteriormente pela equipe de avaliação de ruído ambiental.

Assim, para que as avaliações sejam realizadas exatamente nos mesmos pontos das avaliações de 2016, foi utilizado um aparelho de Sistema de Posicionamento Global, mais conhecido pela sigla GPS, de forma a garantir confiabilidade quando da posterior comparação entre os resultados de 2018, em relação aos resultados prévios de 2016.

Com isso, segue a tabela 7, na qual constam as localizações dos pontos e as respectivas fontes de ruído:

**Tabela 7:** Localização dos pontos a serem avaliados em ruído ambiental extramuros.

Pontos	Fontes de ruído identificadas	Localização dos pontos
01	Durante o dia: passagem de carros de grande porte e carregamento de produtos nas docas Durante a noite: passagem de carros de grande porte e carregamento de produtos nas docas.	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.
02	Durante o dia: passagem de um caminhão. Durante a noite: passagem de carros de grande porte, movimentação de paleteiras na doca 1.	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.
03	Durante o dia: passagem de um caminhão. Durante a noite: trânsito de carro (rua dentro da Empresa); latidos de cachorros, ruído de panelas da casa ao lado.	Ao lado da comunidade – bairro próximo.
04	Durante o dia: trânsito de ônibus na via pública e cães latindo (comunidade vizinha). Durante a noite: trânsito de um ônibus (via pública ao lado); latidos de cães da vizinhança; ruídos de grilos.	Ao lado da comunidade – bairro próximo (área atrás do prédio 2).
05	Durante o dia: passagem de veículos durante a avaliação. Durante a noite: trânsito de um caminhão, durante a segunda avaliação (rua dentro da Empresa).	Ao lado da empresa de galpões (ao lado da ladeira de acesso ao prédio 2).
06	Durante o dia: trânsito de veículo em via de acesso. Durante a noite: passagem de veículo em via pública de acesso único à empresa.	Antes do portão de acesso às dependências da Empresa
07	Durante o dia: grupo gerador instalado no estacionamento, próximo a esquina da cozinha industrial e máquina de corte. Durante a noite: grupo gerador instalado no estacionamento, próximo a esquina da cozinha industrial e máquina de corte.	Na divisa do estacionamento da Empresa com as dependências do prédio 3.
08	Durante o dia: sistema de exaustão do setor de tubulação. Durante a noite: sistema de exaustão do setor de tubulação.	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.
09	Durante o dia: sistema de exaustão do setor de tubulação. Durante a noite: paleteiras elétricas do prédio 1.	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.
10	Durante o dia: ventilador industrial das docas do setor de resíduos; passagem de um caminhão. Durante a noite: ventilador industrial das docas do setor de resíduos.	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões (próximo das docas do setor de separação de resíduos).
11	Durante o dia: suspiros de ar comprimido da sala dos compressores. Durante a noite: suspiros de ar comprimido da sala dos compressores.	Próximo da cancela da Portaria da Empresa
12	Durante o dia: suspiros de ar comprimido da sala dos compressores. Durante a noite: suspiros de ar comprimido da sala dos compressores.	Próximo do depósito de produtos químicos, na divisa com a propriedade de uma empresa vizinha

**Fonte:** Desenvolvido pelo autor (2018)

Na prática, os pontos ou locais de avaliações de ruído ambiental de 2018 eram exatamente os mesmos de 2016, o que possibilita uma real comparação técnica, uma vez que a metodologia utilizadas em ambas avaliações foi a mesma.

Neste momento cabe explicar que o local onde funcionava a central de resíduos e onde o limite de tolerância de ruído ambiental extramuros é representado pelo “ponto 12”. No mesmo sentido, é importante destacar que o local onde passou a ser o novo local onde a central de resíduos foi instalada é representado pelo “ponto 10”. Em outras palavras: no ponto 12 era onde havia o problema ambiental que levou ao desenvolvimento desta pesquisa e à intervenção realizada pela empresa, visando a superar tal problemática, enquanto que no ponto 10 seria o local onde poderia surgir uma nova não conformidade, quanto à obediência do nível de critério de avaliação de ruído.

#### **4.1.2. Equipamentos utilizados nas avaliações:**

Para realização das avaliações ambientais de ruído extramuros foram utilizados os equipamentos abaixo destacados:

- Medidor digital de nível de pressão sonora, modelo SOLO, marca 01dB, que possui o número de série 5278;
- Calibrador acústico para medidor digital de nível de pressão sonora, modelo QC-10, marca Quest Technologies/3M, que possui o número de série QID100183.
- GPS, modelo GPSMAP 654, marca Garmin, que possui o número de série 3BM054862.

Portanto, em todas as avaliações foram utilizados medidores de nível de pressão sonora confiáveis tecnicamente, calibrados em instituições reconhecidas pela Rede Brasileira de Calibração (RBC).

#### **4.1.3. Parâmetro de configuração do equipamento:**

O medidor de nível de pressão utilizado neste trabalho possui recursos para medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A” (LAeq), conforme o item 4.1 da NBR 10151, que preconiza a IEC 60804. Assim, os monitoramentos foram realizados com o equipamento configurado com o incremento de duplicação de dose igual a 3.

Além disso, os resultados obtidos com as avaliações foram comparados com os limites máximos dos níveis de critério de avaliação da tabela 1 da NBR10151, que se tratam dos limites de tolerância ambiental para ruído, o que significa que foram adotadas duas distintas categorias de critério de referência, uma vez que nas imediações da unidade industrial da empresa objeto deste estudo existem tanto indústrias, quanto áreas residenciais.

Com isso, foi adotado o limite de 55 dB(A), para os monitoramentos realizados nos horários diurnos, e 50 dB(A), para os monitoramentos realizados no horário noturno, exatamente como determina da Norma Brasileira 10.151 de 2000, para avaliações em áreas mistas, predominantemente residencial (pontos de 1 a 4 avaliados).

Contudo, foi adotado o limite de 70 dB(A), para os monitoramentos realizados nos horários diurnos, e 60 dB(A), para os monitoramentos realizados no horário noturno, exatamente como determina da Norma Brasileira 10.151 de 2000, para avaliações em áreas predominantemente industriais (pontos 5 a 12 avaliados).

Logo, a configuração do equipamento levou em consideração os limites de tolerância para as duas categorias de áreas geográficas, conforme preconiza a citada NBR, de acordo com os valores constantes na tabela 04, já apresentada.

#### **4.1.4. Critério para definição dos resultados:**

O resultado que representará o nível médio de ruído de cada um dos 12 pontos de avaliação é referente a uma média de 6 minutos de avaliação, com resultados médios apresentados no histograma a cada 10 segundos.

Dessa forma, para cada um dos 12 pontos foram realizadas avaliações de 6 minutos, de forma que o medidor de nível de pressão sonora calculou uma média geral durante este tempo, considerando todas estas medições parciais em conjunto.

Com isso, é exatamente esta média da avaliação de 6 minutos que representará o resultado do nível de pressão sonora de cada ponto.

Ressalte-se, que esta metodologia foi realizada de forma separada para o horário diurno e para o horário noturno. Assim, para cada ponto haverá um resultado que representará o nível médio de ruído para cada faixa de horário.

#### **4.1.5. Horário das medições:**

Os horários das medições de ruído foram estabelecidos em conjunto entre os pesquisadores e da Empresa, as quais levaram em consideração os imperativos da NBR 10.151. Assim, as avaliações do horário diurno foram realizadas entre 10:35h e 15:14h do dia 24 de janeiro de 2018, logo, está dentro da faixa de tempo considerada com sendo de horário diurno.

As avaliações do horário noturno, por sua vez, foram realizadas entre 21h37 e 23h15 também do dia 24 de janeiro de 2018, portanto, também está dentro da faixa de tempo estipulada para o horário noturno, pois conforme a NBR 10151 o período noturno não deve começar depois das 22 h e não deve terminar antes das 7 h do dia seguinte.

É importante frisar, que não foram realizadas medições na existência de interferências audíveis advindas de fenômenos da natureza, a exemplo de trovões, fortes ventanias e chuvas.

Ainda sobre os horários das medições, deve-se mencionar que os monitoramentos realizados em 2016 também foram feitos de acordo com os preceitos da mencionada NBR.

#### **4.1.6. Calibração e ajuste do equipamento:**

Antes da realização das medições em campo foi feita a verificação e o ajuste no equipamento, ou seja, foi feita a pré-calibração, tendo como critério de validade o valor de 114 dB. Este mesmo procedimento foi realizado após o fim de cada avaliação, em cada ponto.

Ressalte-se que os valores destas verificações e ajustes foram gerados, registrados e gravados pelo programa do medidor de nível de pressão sonora utilizado, de forma que tal informação poderá ser constatada nos relatórios com os resultados da avaliação do nível de ruído ambiental, relativo ao período de 6 minutos de monitoramento.

#### **4.1.7. Posicionamento do equipamento:**

Para executar os monitoramentos foi instalado um tripé, no qual o medidor de nível de pressão sonora foi acoplado, de forma a permitir que tal equipamento ficasse estável a 1,20m do piso, conforme determina a NBR 10.151, de 2000.

## CAPÍTULO V:

### 5.1. Resultados e discussões:

Os resultados foram consolidados no software dBTrait2, através do qual foram gerados todos os relatórios, os quais estão apresentados na tabela 8 (resultados do horário diurno) e 9 (resultados do horário noturno):

**Tabela 8:** resultados das avaliações de ruído ambiental extramuros 2018: horário diurno.

Pontos	Localização dos pontos	Limites de tolerância do horário diurno	Resultados do horário diurno
01	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.	55,0 dB(A)	< 55,0 dB(A)
02	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.	55,0 dB(A)	< 55,0 dB(A)
03	Ao lado da comunidade – bairro próximo).	55,0 dB(A)	< 55,0 dB(A)
04	Ao lado da comunidade – bairro próximo (área atrás do prédio 2).	55,0 dB(A)	< 55,0 dB(A)
05	Ao lado da empresa de galpões (ao lado da ladeira de acesso ao prédio 2).	70,0 dB(A)	< 70,0 dB(A)
06	Antes do portão de acesso às dependências da Empresa	70,0 dB(A)	< 70,0 dB(A)
07	Na divisa do estacionamento da Empresa com as dependências do prédio 3.	70,0 dB(A)	< 70,0 dB(A)
08	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.	70,0 dB(A)	< 70,0 dB(A)
09	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.	70,0 dB(A)	< 70,0 dB(A)
10	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.	70,0 dB(A)	< 70,0 dB(A)
11	Próximo da cancela da Portaria da Empresa	70,0 dB(A)	< 70,0 dB(A)
12	Próximo do depósito de produtos químicos, na divisa com a propriedade de uma empresa vizinha	70,0 dB(A)	67,1 dB(A)

**Fonte:** Desenvolvido pelo autor, (2018).

Considerando o limite máximo permitido pela legislação ambiental em vigor no Brasil, percebe-se que todos os resultados obtidos estão conformes.

**Tabela 9:** resultados das avaliações de ruído ambiental extramuros 2018: horário noturno.

Pontos	Localização dos pontos	Limite de tolerância do Horário noturno	Resultado do Horário noturno
01	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.	50,0 dB(A)	<50,0 dB(A)
02	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.	50,0 dB(A)	<50,0 dB(A)
03	Ao lado da comunidade – bairro próximo.	50,0 dB(A)	<50,0 dB(A)
04	Ao lado da comunidade – bairro próximo.	50,0 dB(A)	<50,0 dB(A)
05	Ao lado da empresa de galpões (ao lado do acesso ao prédio 2).	60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
06	Antes do portão de acesso às dependências da Empresa.	60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
07	Na divisa do estacionamento da empresa com o prédio 3.	60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
08	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.	60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
09	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.	60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
10	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.	60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
11	Próximo da cancela da Portaria da Empresa.	60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
12	Próximo do depósito de produtos químicos, na divisa com a propriedade de uma empresa vizinha	60,0 dB(A)	67,1 dB(A)

**Fonte:** Desenvolvido pelo autor (2018)

Todos os resultados das medições apresentados, tanto no horário diurno, quanto no horário noturno, em sua análise comparativa com os Níveis de Critério de Avaliação – NCA, estabelecidos na NBR 10151/2000, tabela 5, permitem concluir que eles estão dentro da faixa aceitável, logo, estão conforme a legislação.

Assim, houve evolução em relação ao levantamento realizado em 2016, quando o ponto n.º 12 apresentou resultado acima do supracitado limite de tolerância, para o horário noturno, que possui limite de tolerância 10 dB(A) menor que o limite diurno – 60 dB(A), contra 70 dB(A). Ressalte-se que na época as

máquinas de prensas de metais, localizadas na central de resíduos (na área externa do prédio e há 30 metros do ponto de medição de ruído – ponto 12) eram responsáveis pela intensidade de ruído acima do permitido, conforme já explicado em parágrafo anterior.

Além disso, os novos resultados obtidos mostram que a nova metodologia de gestão de resíduos da empresa gerou um resultado positivo para o meio ambiente, de forma imediata. Tal resultado pode representar que o serviço de separação mais detalhada do tipo de resíduo e da posterior prensagem passou a ser feito em galpão da própria empresa que realiza o tratamento de resíduos, que fica em outra área da cidade de Manaus (AM). Assim, como consequência, os níveis de pressões sonoras que antes era gerado pelas prensas de resíduos metálicos deixaram de existir, na empresa objeto deste estudo, possibilitando que a legislação ambiental passasse a ser cumprida de forma integral no estabelecimento, uma vez que todos os limites de tolerâncias (níveis de critérios de avaliação) passaram a ser obedecidos (todos os resultados abaixo destes limites, tanto no horário diurno, quanto no horário noturno).

Frisa-se, ainda, que foi constatado que a atividade de retirada e colocação de caçambas não gera ruído prejudicial que levaria ao descumprimento do limite de tolerância, durante a sua execução, o que era uma das preocupações quando da implementação desta nova metodologia. Como as avaliações de ruído de 2018 foram planejadas para serem realizadas no momento em tais atividades estivessem em andamento, conforme já informado, foi possível concluir que o projeto foi exitoso.

Dessa forma, no que se refere à implementação da ação proposta para eliminação deste problema ambiental até então existente, a medida de controle deve ser considerada altamente eficaz.

Como forma de corroborar a afirmação anterior, segue abaixo uma tabela comparativa dos resultados do horário noturno dos anos de 2016 e de 2018, por meio da qual é possível perceber, através dos números, o quão positiva foi essa decisão corporativa. Elucida-se, mais uma vez, que a comparação que importa é que se faz com os resultados noturnos, já que não havia problemas com os resultados do horário diurno, que possui limite de tolerância maior e, portanto, mais fácil de ser obedecido. Mas, visando garantir maior entendimento da situação, também estamos disponibilizando os resultados do horário diurno. Assim, seguem as tabelas 10 e 11:

**Tabela 10:** comparativo dos resultados de ruído ambiental de 2016 e 2018: horário diurno.

<b>Pontos</b>	<b>Localização dos pontos</b>	<b>Resultado de ruído obtido em 2016</b>	<b>Resultado de ruído obtido em 2018</b>
01	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.	<55,0 dB(A)	<55,0 dB(A)
02	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.	<55,0 dB(A)	<55,0 dB(A)
03	Ao lado da comunidade – bairro próximo.	<55,0 dB(A)	<55,0 dB(A)
04	Ao lado da comunidade – bairro próximo.	<55,0 dB(A)	<55,0 dB(A)
05	Ao lado da empresa de galpões (ao lado do acesso ao prédio 2).	<70,0 dB(A)	<70,0 dB(A)
06	Antes do portão de acesso às dependências da Empresa.	<70,0 dB(A)	<70,0 dB(A)
07	Na divisa do estacionamento da empresa com o prédio 3.	<70,0 dB(A)	<70,0 dB(A)
08	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.	<70,0 dB(A)	<70,0 dB(A)
09	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.	<70,0 dB(A)	<70,0 dB(A)
<b>10</b>	<b>Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.</b>	<b>54,2 dB(A)</b>	<b>58,2 dB(A)</b>
11	Próximo da cancela da Portaria da Empresa	<70,0 dB(A)	<70,0 dB(A)
<b>12</b>	<b>Próximo do depósito de produtos químicos, na divisa com a propriedade de uma empresa vizinha</b>	<b>65,1 dB(A)</b>	<b>61,8 dB(A)</b>

**Fonte:** Desenvolvido pelo autor (2018)

Observa-se que com a implementação da mudança proposta pela gestão da empresa, todos os resultados continuam abaixo do limite para o horário diurno, mesmo que tenham ocorrido alterações nos resultados obtidos entre um conjunto de avaliações e outra.

**Tabela 11:** comparativo dos resultados de ruído ambiental de 2016 e 2018: horário noturno.

<b>Pontos</b>	<b>Localização dos pontos</b>	<b>Resultado de ruído obtido em 2016</b>	<b>Resultado de ruído obtido em 2018</b>
01	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.	<50,0 dB(A)	<50,0 dB(A)
02	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.	<50,0 dB(A)	<50,0 dB(A)
03	Ao lado da comunidade – bairro próximo.	<50,0 dB(A)	<50,0 dB(A)
04	Ao lado da comunidade – bairro próximo.	<50,0 dB(A)	<50,0 dB(A)
05	Ao lado da empresa de galpões (ao lado do acesso ao prédio 2.	<60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
06	Antes do portão de acesso às dependências da empresa.	<60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
07	Na divisa do estacionamento da empresa com o prédio 3.	<60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
08	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.	<60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
09	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.	<60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
<b>10</b>	<b>Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.</b>	<b>49,7 dB(A)</b>	<b>56,7 dB(A)</b>
11	Próximo da cancela da Portaria da empresa.	<60,0 dB(A)	<60,0 dB(A)
<b>12</b>	<b>Próximo do depósito de produtos químicos, na divisa com a propriedade de uma empresa vizinha</b>	<b>63,3 dB(A)</b>	<b>59,1 dB(A)</b>

**Fonte:** Desenvolvido pelo autor (2018)

Ressalte-se que os resultados apresentados preservam a empresa e seguem sua recomendação de destacar os resultados numéricos precisos somente dos pontos de medição diretamente relacionados com o projeto que levou à diminuição da problemática sonora em estudo. Assim, os valores dos pontos 10 e 12 estão detalhados, enquanto que os demais apresentam a informação de que estão abaixo do limite de tolerância, que de fato é a realidade.

É importante explicar que em 2016 foi realizado o chamado ruído de fundo, que se trata das medições de ruído realizadas nos mesmos 12 pontos de medições, porém, com a planta industrial totalmente parada (todas suas linhas e máquinas desligadas), durante as férias coletivas, no mês de junho de 2016.

Com isso, realizamos as avaliações de ruído entre 9h32 e 14h06 do dia 13 de junho (horário diurno) e entre 22h04 e 00h08 dos dias 13 e 14 de junho (horário noturno). Assim sendo, seguem as duas tabelas 12 e 13:

**Tabela 12:** resultados de ruído ambiental de fundo de 2016: horário diurno.

<b>Pontos</b>	<b>Localização dos pontos</b>	<b>Limite de tolerância do horário diurno</b>	<b>Resultados de ruído de fundo</b>
01	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.	55,0 dB(A)	47,4 dB(A)
02	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.	55,0 dB(A)	48,3 dB(A)
03	Ao lado da comunidade – bairro próximo (área atrás do prédio 2).	55,0 dB(A)	42,8 dB(A)
04	Ao lado da comunidade – bairro próximo (área atrás do prédio 2).	55,0 dB(A)	48,8 dB(A)
05	Ao lado da empresa de galpões (ao lado do acesso ao prédio 2).	70,0 dB(A)	53,7 dB(A)
06	Antes do portão de acesso às dependências da empresa	70,0 dB(A)	50,9 dB(A)
07	Na divisa do estacionamento da empresa com o prédio 3.	70,0 dB(A)	62,7 dB(A)
08	Na divisa da empresa com a empresa de galpões.	70,0 dB(A)	66,1 dB(A)
09	Na divisa da empresa com a empresa de galpões.	70,0 dB(A)	68,3 dB(A)
<b>10</b>	<b>Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.</b>	<b>70,0 dB(A)</b>	<b>51,6 dB(A)</b>
11	Próximo da cancela da Portaria da empresa.	70,0 dB(A)	58,9 dB(A)
<b>12</b>	<b>Próximo do depósito de produtos químicos, na divisa com a empresa vizinha.</b>	<b>70,0 dB(A)</b>	<b>53,0 dB(A)</b>

**Fonte:** Desenvolvido pelo autor (2018)

Percebe-se que os resultados de ruído ambiental extramuros do horário diurno estavam abaixo do máximo permitido. Assim, a justificativa para as alterações implementadas é referente aos resultados oriundos do horário noturno.

**Tabela 13:** resultados de ruído ambiental de fundo de 2016: horário noturno.

<b>Pontos</b>	<b>Localização dos pontos</b>	<b>Limite de tolerância do horário noturno</b>	<b>Resultados de ruído de fundo</b>
01	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.	50,0 dB(A)	44,0 dB(A)
02	Ao lado da área verde – próximo do conjunto habitacional.	50,0 dB(A)	43,8 dB(A)
03	Ao lado da comunidade – bairro próximo.	50,0 dB(A)	43,9 dB(A)
04	Ao lado da comunidade – bairro próximo.	50,0 dB(A)	45,8 dB(A)
05	Ao lado da empresa de galpões (ao lado do acesso ao prédio 2.	60,0 dB(A)	43,4 dB(A)
06	Antes do portão de acesso às dependências da empresa	60,0 dB(A)	47,2 dB(A)
07	Na divisa do estacionamento da empresa com o prédio 3.	60,0 dB(A)	48,2 dB(A)
08	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.	60,0 dB(A)	53,6 dB(A)
09	Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.	60,0 dB(A)	48,6 dB(A)
<b>10</b>	<b>Na divisa da Empresa com a empresa de galpões.</b>	<b>60,0 dB(A)</b>	<b>44,7 dB(A)</b>
11	Próximo da cancela da Portaria da empresa.	60,0 dB(A)	53,1 dB(A)
<b>12</b>	<b>Próximo do depósito de produtos químicos, na divisa com a empresa vizinha</b>	<b>60,0 dB(A)</b>	<b>51,7 dB(A)</b>

**Fonte:** Desenvolvido pelo autor (2018)

Primeiramente, é importante elucidar que embora a planta industrial estivesse paralisada tanto no horário diurno, quanto no horário noturno, o fluxo de veículos, tanto na Empresa, quanto nas empresas vizinhas e, principalmente, na Avenida

Torquato Tapajós continuava, sendo bem maior no horário diurno, o que justifica maiores resultados de ruído durante o dia, mostrando que o tráfego veicular interfere de forma direta nos resultados finais de controle de ruído.

Uma vez dito isso, passa-se à análise dos resultados contidos nas tabelas 12 e 13, por meio dos quais é possível concluir que o máximo de redução de ruído, por mais eficaz que fosse o projeto, não poderia obter resultados inferiores aos valores contidos em ambas as tabelas, haja visto que a eventual redução obtida seria somada com os resultados de ruído com a planta em funcionamento, que são, obviamente, maiores que os resultados de ruído de fundo acima que, conforme já foi dito, pressupõe que as unidades industriais estejam totalmente paralisadas. Dessa forma, os resultados obtidos, em 2018, de 56,7 dB(A) no ponto de medição n.º 10 e de 59,1 no ponto de medição n.º 12, ambos do horário noturno, são coerentes com a máxima redução que já era esperada de obter, o que reforça a efetividade desde projeto de melhoria.

## **CAPÍTULO VI:**

### **6.1. Conclusões**

Os dados levantados nesta dissertação permitiram observar com imensa clareza a temática dos ruídos ambientais extramuros, além de todos os conceitos que orbitam ao redor deste tema, o que envolve desde os conceitos básicos sobre a propagação e formação do ruído aos fatores de saúde daqueles que são impactados com frequência por ruídos acima do recomendado na legislação.

Com as informações que se obteve no desenvolvimento do conteúdo foi possível identificar um padrão na composição dos ruídos ambientais, e, sobretudo, nas formas que ocorrem à correção dos excessos sonoros.

Considerando os objetivos arguidos nesta pesquisa chegamos à definição de que os ruídos ambientais extramuros possuem grande abrangência social. Contudo, a legislação vigente carece de regulamentação para que as ações de prevenção sejam mais enfáticas, pois mesmo que haja regulamentação não há uma perceptível vinculação dos ruídos ao conceito de dano ambiental.

Ressaltamos que, as ações de correção que as empresas adotam para redução dos ruídos são de fáceis aplicações, mas – em não raras vezes, ficam restritas ao homem, ou seja, a parte mais impactada é vista como vetor de solução.

Por sua vez, no tocante ao estudo de caso realizado, o cenário de solução na fonte foi claramente notado em razão da comparação das fases da pesquisa. Em virtude disso, como recomendação, sugerimos aos interessados na aplicabilidade deste conteúdo para incorporar a metodologia deste ao desenvolvimento do plano de redução dos ruídos ambientais extramuros, assim como nas ações de prevenção interna.

Entretanto, há de levantar o questionamento sobre a possibilidade de transferência de poluição sonora, uma vez que existe a possibilidade de os níveis de ruído da empresa que realiza a coleta e o tratamento de resíduos terem sido ampliados em seu galpão, uma vez que além de ter aumentado o fluxo de caminhões, também pode ter aumentado a atividade de prensagem, que gerava ruído na empresa objeto deste estudo. Assim, cabe a reflexão sobre a eventual

transferência deste problema, sendo isso, todavia, apenas uma hipótese sem embasamento prévio, pois, acima de tudo, precisaríamos ter conhecimento sobre o tamanho do terreno desta empresa, a localização do galpão dentro deste espaço geográfico, a distância do galpão onde ficam as máquinas ruidosas (como prensas) em relação às demais empresas circunvizinhas e, principalmente, os resultados das avaliações ambientais de ruído extramuros. Logo, isso iria requerer um novo estudo, ou um estudo complementar, que não foi foco deste trabalho, mas, cabe a reflexão para futuros desafios.

Por fim, se vislumbrou no decorrer deste trabalho o cumprimento dos objetivos almejados quanto à análise das ações em prol da diminuição dos ruídos ambientais extramuros considerando os parâmetros da legislação vigente. Dado o exposto, somos levados a acreditar que cumprimos nossos objetivos. É de nosso desejo que outros pesquisadores se dediquem à temática da poluição sonora, pois, assim sendo, estaremos preparando uma melhor sociedade para as gerações vindouras.

## **6.2. Recomendações para trabalhos futuros:**

- a) Desenvolver critérios para melhorar a prática de fiscalização do descumprimento da legislação ambiental sobre o ruído;
- b) Analisar a possibilidade de ocorrência de transferência de poluição sonora, uma vez que, tendo como exemplo o que ocorreu neste estudo de caso, pode acontecer de os níveis de ruído da empresa que realiza a coleta e o tratamento de resíduos ter sido ampliado em seu galpão, uma vez que, além de ter aumentado o fluxo de caminhões, também pode ter aumentado a atividade de prensagem, que gerava ruído na empresa objeto deste estudo.
- c) Realizar análise comparativa da legislação ambiental brasileira sobre o tema com a de outros países.

**REFERÊNCIAS:**

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygiene). **TLVs and BEIs: based on the documentation of the Threshold limit values for chemical substances and physical agentes & Biological exposure indices**. Cincinnati (EUA): ACGIH, 2017.

ALEXANDRY, F. G. **O Problema do Ruído Industrial e seu Controle**. FUNDACENCTRO, série técnica, São Paulo, 1978.

ALMEIDA, Nilson Ubirajara. **O controle do ruído ambiental em empresas da cidade industrial de Curitiba**. Paraná: UFPR, 2008.

ARAÚJO, Marco Antônio Nabuco. **Controle de ruído ambiental no Brasil**. 1998. Disponível em: < [http://www.socha.cl/wp-content/uploads/2013/06/01\\_MANabuco\\_1998b.pdf](http://www.socha.cl/wp-content/uploads/2013/06/01_MANabuco_1998b.pdf) > Acesso em: 20 ago. 2018.

ASHO. **O que é ruído**. 2008. Disponível em: < <http://www.asho.com.br/artigos/o-que-e-ruído/> > Acesso em: 16 ago. 2018.

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

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

BERNARDES, Jefferson. **Atenuação do nível médio de pressão sonora em central de geração de vapores: o caso Refinaria Brasil**. Especialização em Higiene Ocupacional. Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2013.

BIES, D. A.; HANSEN, C. H. **Engineering Noise Control: Theory and Practice**. 3. ed. London: Spon Press, 11 New Fetter Lane, 2003.

BRASIL. **Constituição Federal, de 05 de outubro de 1988**. Institui a Constituição Federal da República Federativa do Brasil. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), de 05 de outubro de 1988; Brasília, DF; seção I, p. 1.

BRASIL. **Decreto Lei nº 3688, de 03 de outubro de 1941**. Estabelece a lei das Contravenções Penais. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), de 03 de outubro de 1941; Rio de Janeiro, RJ; seção I, p. 19696.

BRASIL. **Decreto n.º 99.274, de 06 de junho de 1990**. Regulamenta a Lei n.º 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), de 07 de junho de 1990; Brasília, DF; seção I, p. 10887.

BRASIL. **Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), de 02 de setembro de 1981; Brasília, DF; seção I, p. 16509.

BRASIL. **Lei n.º 6.514, de 22 de dezembro de 1977**. Altera o Capítulo V do Título II d Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), de 23 de dezembro de 1977; Brasília, DF; seção I, p. 17777.

BRASIL. **Lei Municipal n.º 605, de 24 de junho de 2001**. Institui o Código Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências. Diário Oficial do Município (da Prefeitura de Municipal de Manaus), de 24 de junho de 2001; Manaus, AM; seção I, p. 1.

BRASIL. **Portaria n.º 3.214, de 08 de junho de 1978.** Aprova as normas regulamentadoras – NR – do capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), de 06 de julho de 1978; Brasília, DF.

BRASIL. **Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente n.º 01, de 08 de março de 1990.** Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), de 02 de abril de 1990; Brasília, DF; seção I, p. 6408.

BRASIL. **Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente n.º 02, de 08 de março de 1990.** Dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora (Silêncio). Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), de 02 de abril de 1990; Brasília, DF; seção I, p. 6408.

BRASIL. **Resolução do Conselho Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente n.º 25, de 02 de julho de 2012.** Dispõe sobre as zonas sensíveis de ruído, sujeitas às vedações contidas no Código Ambiental do Município de Manaus. Diário Oficial do Município (da Prefeitura Municipal de Manaus), de 06 de julho de 2012; Manaus, AM.

BRASIL. **Norma Regulamentadora Nº 15, Anexo I.** Estabelece os limites de tolerâncias para ruído contínuo ou intermitente, aprovado pela Portaria n.º 3.214, de 08 de junho de 1978a.

BRASIL. **Norma Regulamentadora Nº 15, Anexo II.** Estabelece os limites de tolerâncias para de impacto, aprovado pela Portaria n.º 3.214, de 08 de junho de 1978a.

BRASIL. **Norma Regulamentadora Nº 07**. Estabelece o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, aprovado pela Portaria n.º 3.214, de 08 de junho de 1978b.

BRASIL. **Norma Regulamentadora Nº 04**. Estabelece os Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho, aprovado pela Portaria n.º 3214, de 08 de junho de 1978c.

BRASIL. **Norma Regulamentadora Nº 09**. Estabelece os Programas de Prevenção de Riscos Ambientais, aprovado pela Portaria n.º 3214, de 08 de junho de 1978d.

BREVIOLIERO, Ézio; POSSEBON, José; SPINELLI, Robson. **Higiene Ocupacional: agentes biológicos, químicos e físicos**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 1998.

BROWN, A.L.; LAM, K.C. **Urban Noise Surveys. Applied Acoustic**, Austrália, v. 20, p.23-39, 1987.

CALIXTO, Alfredo. **Vibração, som e luz: Conceitos fundamentais**. 2007. Disponível em:<  
[https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/5360/1/Relatorio\\_Mestrado\\_Final.pdf](https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/5360/1/Relatorio_Mestrado_Final.pdf)>  
Acesso em: 15 ago. 2018.

CAVALCANTE, Franciana; FERRITE, Silvia; MEIRA, Tatiane Costa. **Exposição ao ruído na indústria de transformação do Brasil**. São Paulo: CEFAC, 2013.

CEREST. **Perda Auditiva Relacionada ao Trabalho**. 2011. Disponível em:<  
[http://cerestijui.com/publicacao-1310-Perda\\_Auditiva\\_Relacionada\\_ao\\_Trabalho.fire](http://cerestijui.com/publicacao-1310-Perda_Auditiva_Relacionada_ao_Trabalho.fire)> Acesso em: 01 set. 2018.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **CETESB L11.031: Ruído – Determinação de ruído de fundo – Método de ensaio.** São Paulo, 1986.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **CETESB L11.032: Determinação do nível de ruído em ambientes internos e externos de áreas habitadas – Método de ensaio.** São Paulo, 1992.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **CETESB L11.033: Ruído – Processo prático para calcular o nível de ruído equivalente contínuo - Procedimentos.** São Paulo, 1992.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **CETESB L11.034: Critérios de ruído para recintos internos de edificações - Procedimentos.** São Paulo, 1992.

DEL CARLO, U. **Ruído Urbano.** 1979. 1 v. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

DUARTE, Rosália. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. In: **Cadernos de Pesquisa**, n. 115, março de 2002, p. 139-154.

FERNANDES, J. C. **O Ruído Ambiental: Seus Efeitos e seu Controle.** Apostila do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP - Campus de Bauru: 2002.

FONTES, Gustavo. **Som, ruído e poluição sonora.** 2018. Disponível em:< <http://relacus.com.br/site/som-ruído-e-poluicao-sonora/>> Acesso em: 23 ago. 2018.

FREITAS, Ernani Cesar; PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

GERGES, S. N. Y. **Ruído: Fundamentos e Controle**. 1. ed. Florianópolis: Imprensa da Universidade Federal de Santa Catarina, 1992.

GIANNINI, Camila Fernanda *et al.* **Avaliação do ruído ambiental: monitoramento e caracterização do ruído de fundo em Maringá**. Disponível em: <[http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/camila\\_fernanda\\_giannini.pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/camila_fernanda_giannini.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GONÇALVES, Mariana. **Poluição sonora: vizinhos barulhentos**. 26 fev. 2016. Disponível em:< <http://marianagoncalves.com.br/poluicao-sonora-vizinho-barulhento-saiba-o-que-fazer/>> Acesso em: 24 ago. 2018.

HaSPA (Health and Safety Professional Alliance). (2012). **The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals**. Tullamarine, VIC. Safety Institute of Australia.

HENG, C.C. **Sound Propagation in Housing Estates From a Passing Vehicle**. Applied Acoustic, Singapore, v. 48, n. 2, p. 175-183, 1996.

ILDA, Itiro. **Ergonomia – projeto e produção**. 3ª ed, São Paulo: Edigard Blücher, 1995.

JERÔNIMO, C. E. M; SILVA, J. A; DA SILVA, R. R. T. **Modelagem matemática dos impactos extramuros do ruído produzido por uma universidade em Mossoró-RN**. Rio Grande do Norte: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2014.

KAWAKITA, Cristina. **Medição do ruído de tráfego na rodovia SP 270 e avaliação da satisfação quanto ao conforto acústico de seus moradores.** Dissertação. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2008.

LITWINCZIK, Vítor. **Atenuar ruídos nas indústrias beneficia empresários e trabalhadores.** 28 mar. 2011. Disponível em:<  
[https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir\\_noticia/7820-atenuar-ruídos-nas-indústrias-beneficia-empresarios-e-trabalhadores](https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/7820-atenuar-ruídos-nas-indústrias-beneficia-empresarios-e-trabalhadores)> Acesso em: 01 set. 2018.

MACIEL, Douglas Ubirajara *et. al.*,. **Análise dos níveis de ruído dentro de um canteiro de obras – Estudo de caso.** Rio Grande do Sul: ENEGEP, 2012.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia Científica.** 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATOS, Marcos Paiva; SANTOS, Ubiratan de Paula. **Medidas de Controle do ruído.** 2ª ed. São Paulo: Ed. Hucitec, 1996.

MELLO, A.P. **Exposição ocupacional ao ruído e químicos industriais e seus efeitos no sistema auditivo: revisão da literatura.** Rev. Bras. Otorrinolaringologia. São Paulo, v. 8, n. 3, 2004.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento.** São Paulo: Hucitec, 1993.

MOREIRA, Jordan. **Quais os três tipos de ruído que todo profissional de SST deveria saber?** 26 set. 2017. Disponível em:<  
<https://descomplicasm.com.br/index.php/2017/09/26/os-3-tipos-de-ruído-que-o-profissional-de-sst-deve-saber/>> Acesso em: 23 ago. 2018.

MOREIRA, Mario Flávio. **O direito de vizinhança e a poluição sonora**. 04 jan. 2018. Disponível em:< <http://www.jornaldototonho.com.br/o-direito-de-vizinhanca-e-a-poluicao-sonora-mario-flavio-moreira/>> Acesso em: 21 ago. 2018.

NEVES, Amanda. **Saúde Plena**. 2014. Disponível em:< <https://www.uai.com.br/saude/>> Acesso em: 28 ago. 2018.

PEREZ, Marco Antônio Ferraz. **Poluição sonora mata**. 2015. Disponível em:< <http://www.ambientelegal.com.br/poluicao-sonora-mata-primeira-parte/>> Acesso em: 02 set. 2018.

PINTO, Teresa Cristina; SILVA, Maria Cristina. **Analisando os limites de tolerância brasileiros**. São Paulo: 2005. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/22762023-Titulo-analisando-os-limites-de-tolerancia-brasileiros-autoras-teresa-cristina-nathan-outeiro-pinto-maria-cristina-esposito-silverio-p.html>> Acesso em 10 out. 2018.

PIO, Augusto. **Ruído pode gerar perda de audição, zumbido, ansiedade, insônia e até depressão**. 27 ago. 2014. Disponível em:< <https://www.uai.com.br/app/noticia/saude/2014/08/27/noticias-saude,191735/ruido-pode-gerar-perda-de-audicao-zumbido-ansiedade-insonia-e-ate-d.shtml>> Acesso em: 28 ago. 2018.

RAMALHO, Roberto. **Legislação federal sobre poluição sonora urbana e competência dos Municípios**. 28 nov. 2011. Disponível em:< <http://www.egov.ufsc.br/portal/conteudo/legisla%C3%A7%C3%A3o-federal-sobre-polui%C3%A7%C3%A3o-sonora-urbana-e-compet%C3%Aancia-dos-munic%C3%ADpios>> Acesso em: 28 ago. 2018.

RUIZ, Conrado de Assis (Cord.). **O estudo do ruído**. 2011. Disponível em:< <http://www.higieneocupacional.com.br/download/ruído-conrado.doc>> Acesso em: 18 ago. 2018.

SADU, A. A. **Community Attitudinal Noise Survey and Analysis of Eight Nigerian Cities**. Applied Acoustic, Horin, Nigeria, v. 49, n. 1, p. 49-69, 1996.

SALIBA, T. M. **Curso Básico de Segurança e Higiene Ocupacional**. 4. ed. São Paulo: LTR, 2011.

SEIDMAN, M. D. And Standring, R. T., 2010. **Noise and Quality of Life**. Int. J. Environ. Res. and Public Health, 2010; 7 : 3730 – 3738.

SIQUEIRA, Édina Siméia Campos de. **Perda auditiva induzida por ruído em trabalhadores de empresa metalúrgica**. Rio Grande do Sul: Fema, 2010.

SOTO, José Manuel; SAAD, Irene; GIAMPAOLI, Eduardo; FANTAZZINI, Mário Luiz. **Norma Regulamentadora (NR)-15, da Portaria n.º 3.214, de 8.6.1978: um pouco de sua história e considerações do grupo que a elaborou**. Revista ABHO de Higiene Ocupacional. São Paulo, ano 9, n. 21, p. 6-17, set. 2010.

SOUZA, B; FREITAS, A. **População ignora riscos do ruído**. O Estado de São Paulo, São Paulo, 14 jul. 2014. Urbanismo, Cidades, p. C3.

SOUZA, Fernando Pimentel. **A poluição sonora ataca traiçoeiramente o corpo**. In: ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE. Meio ambiente em diversos enfoques. Belo Horizonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 1992.

TECELÃO, Carlos Henrique de Rosa et. al.,. **Um estudo sobre o controle e tratamento de ruído industrial**. São Paulo: Faculdades Metropolitanas Unidas, 2014.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação nas organizações**. 6. ed. São Paulo: Editora Cortez, 1994.

TRIPP, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Revista Educação e Pesquisa. São Paulo, v. 31, n.3, p.443-466, set./dez.2005.

TRUJILLO FERRARI, A. **Metodologia da ciência**. 3. ed. Rio de Janeiro: Kennedy, 1974.

TSUJI, Robinson Koji. **Graus de perda auditiva**. 2005. Disponível em:<<http://portalotorrinolaringologia.com.br/SURDEZ-graus.php>> Acesso em: 01 set. 2018.

VASCONCELOS, Fernando. **Uma visão crítica do uso de padrões de exposição na vigilância da saúde**. Caderno de Saúde Pública. Rio de Janeiro, v.11, n.4, pág: 588-599, out/nov, 1995. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X1995000400007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1995000400007)> Acesso em: 05 out.. 2018.

ZILIO, Juciele. **Estudo das condições acústicas em praças de alimentação de shopping centers na cidade de Porto Alegre**. Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho. Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

ZIMMER, K.; ELLERMEIR, W. **Psychometric Properties of Four Measures of Noise Sensitivity:A Comparison**. Journal of Environmental Psychology, Germany, v. 19, p. 295-302, 1999.