

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

**THIAGO LUIZ POMKERNER**

**INFLUÊNCIA DO RUÍDO EM UMA USINA DE PROCESSAMENTO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS BASEADA NAS NORMAS NR-15  
(2011) E NHO 01 (2001)**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**PONTA GROSSA**

**2014**

**THIAGO LUIZ POMKERNER**

**INFLUÊNCIA DO RUÍDO EM UMA USINA DE PROCESSAMENTO DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS BASEADA NAS NORMAS NR-15  
(2011) E NHO 01 (2001)**

Monografia apresentada como requisito  
parcial à obtenção do título Especialista em  
Engenharia de Segurança no Trabalho, da  
Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Me. Jeferson José  
Gomes

**PONTA GROSSA**

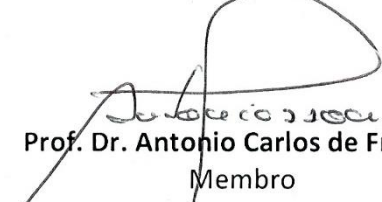
**2014**



**ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

Aos vinte e cinco dias do mês de janeiro do ano de dois mil e quatorze, às oito horas, na sala de treinamentos da DIREC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Ponta Grossa, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski (UTFPR) presidente da banca; Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR); Prof. Dr. José Carlos Alberto Pontes (UTFPR); Prof. Me. Jeferson José Gomes (UTFPR); para examinar a monografia, intitulada: “INFLUÊNCIA DO RUÍDO EM UMA USINA DE PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS BASEADA NAS NORMAS NR 15 (2011) E NHO 01 (2001)” de **THIAGO LUIZ POMKERNER**. Após a apresentação, o proponente foi arguido pelos membros da referida Banca, tendo tido a oportunidade de responder a todas as perguntas. Em seguida, esta banca examinadora reuniu-se reservadamente para deliberar, considerando a monografia **APROVADA**, com média **7,6 (SETE VÍRGULA SEIS)** para obtenção do título de **Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho**. A sessão foi encerrada às dez horas e quinze minutos, sendo a presente assinada pelos participantes desta banca examinadora.

  
Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski  
Presidente

  
Prof. Dr. Antonio Carlos de Frasson  
Membro

  
Prof. Dr. José Carlos Alberto de Pontes  
Membro

  
Prof. Me. Jeferson José Gomes  
Membro

Dedico este trabalho a meus pais, Elza e Pedro.

Pelo amor e apoio.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador Prof. Me. Jeferson José Gomes pela pronta disposição em me atender e orientar.

Agradeço, sobretudo, a meus pais que sempre incentivaram e apoiaram meus estudos e minha carreira profissional. Pelos cafés nas manhãs de sábado antes das aulas e os almoços inesperados.

Agradeço aos meus colegas e amigos Natália Hidalgo, Celina Vanat e Rodrigo Semchechem, pelas longas conversas e apoio em todos os momentos, de luta e de lazer.

São muitas pessoas que gostaria de agradecer e certamente cometerei injustiças por esquecer algumas. Mas todos os amigos que conheci e as histórias que tenho para contar são meu verdadeiro legado desse programa de pós-graduação.

Aproveito também para agradecer ao ex-prefeito de Jaguariaíva, Dr. Otélio Renato Baroni, falecido durante o andamento deste trabalho e que foi um grande incentivador e facilitador do mesmo.

Encerro estes agradecimentos estendendo-os a Prefeitura Municipal de Jaguariaíva e sua equipe, meus colegas de trabalho, a Cooperativa de Catadores e a todos que de certa forma contribuíram com a conclusão desse estudo.

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso  
sem perder entusiasmo.”

—Winston Churchill

## RESUMO

POMKERNER, Thiago Luiz. **Influência do ruído em uma usina de processamento de resíduos sólidos urbanos baseada nas normas NR-15 (2011) MTE E NHO 01 (FUNDACENTRO)**. 2014. 56 páginas. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a exposição ao ruído dos agentes ambientais que trabalham junto a esteira de separação de resíduos sólidos na Usina de Processamento de Resíduos Sólidos Urbanos de Jaguariaíva/PR, utilizando os procedimentos descritos na NHO 01 (2001) e NR 15 (2011). Através do uso de um dosímetro foi realizada a medição no nível de pressão sonora a que estão expostos os agentes ambientais que atuam no local. Para isso, foram escolhidos dois trabalhadores que permanecem junto a fonte de ruído durante toda a jornada de trabalho. Enquanto em um deles foi utilizado o dosímetro calibrado conforme determina a NHO 01, no outro, o procedimento foi o mesmo mas com o aparelho calibrado segundo a NR-15. Após a análise dos dados coletados ficou constatado que os agentes ambientais que desempenham atividades junto a esteira de triagem de resíduos sólidos não estão expostos a níveis perigosos de pressão sonora, embora, tenha sido averiguado que, em ambas as normalizações empregadas, medidas de prevenção devem ser implementadas.

**Palavras-chave:** Nível de Pressão Sonora. Ruído. NHO 01. NR 15. Agentes Ambientais. Dosímetro.

## ABSTRACT

POMKERNER, Thiago Luiz. Influence of noise in a plant for processing municipal solid waste based on NR - 15 (2011) MTE E NHO 01 (FUNDACENTRO) standards. 2014. 56 pages. Monograph (Engineering Specialization of Work Safety) - Federal University of Technological. Ponta Grossa, 2014.

This study aimed to evaluate the noise exposure of environmental agents working along the treadmill separation of solid waste in the Processing Plant Solid Waste Jaguariaíva / PR, using the procedures described in NHO 01 (2001 ) and NR15 ( 2011). Using a dosimeter, the measurement was performed in the sound pressure level to which workers are exposed. Thus, two workers who remain with the noise source throughout the workday were chosen. While one of them, the calibrated dosimeter was used as established by NHO 01, on the other, the procedure was the same but was calibrated according to NR-15. After the data analysis, it was found that workers who perform activities along the conveyor for sorting solid waste are not exposed to dangerous levels of sound pressure, though, has been ascertained that in both normalizations employed, preventive measures should be implemented.

Keywords: Sound Pressure Level. Noise. NHO 01. NR 15. Environmental Agents. Dosimeter.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Principais tipos de ruídos .....	19
Figura 2 - Faixas de frequência audíveis pelo ser humano.....	21
Figura 3 - Circuitos de compensação A,B,C e D.....	23
Figura 4 - Esquema de divisões simplificadas do ouvido humano.....	26
Figura 5 - Estruturas do ouvido humano .....	27
Gráfico 1 - Distribuição dos NPS ao longo do período de amostragem – P1NHO....	44
Gráfico 2 - Distribuição dos NPS ao longo do período de amostragem – P2NR.....	46
Quadro 1 - Comparativo entre o limite diário de exposição com diferentes taxas de duplicação da dose. ....	22
Quadro 2 - Classificação de surdez pela AAOO. ....	27
Quadro 3 - Critérios de Tomada de Decisão – NHO 01 .....	45
Quadro 4 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.....	47
Fotografia 1 - Braço hidráulico que maneja o lixo na entrada da usina.....	38
Fotografia 2 - Imagens do Dosímetro DOS-500 da Instrutherm®. ....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Súmula da avaliação de ruído segundo a NHO-01 (2001).....	43
Tabela 2 – Súmula da avaliação de ruído segundo a NR-15 (2011).....	45

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 PROBLEMA: .....	14
1.2 JUSTIFICATIVA .....	14
1.3 OBJETIVO GERAL .....	15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA .....	15
1.6 HIPÓTESE .....	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 SOM E RUÍDO .....	17
2.1.1 Nível de pressão sonora - NPS .....	20
2.1.2 Dose de exposição .....	21
2.1.3 Circuitos de compensação .....	23
2.1.4 Critério de referencia – CR .....	24
2.1.5 Nível de exposição normalizada (NEN) .....	24
2.1.6 Nível equivalente de pressão sonora – Neq .....	24
2.2 EFEITOS FISIOLÓGICOS DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO .....	25
2.2.1 Sistema Auditivo humano .....	25
2.2.2 Doenças ligadas ao ruído .....	28
2.2.3 Perda auditiva .....	28
2.2.4 PAIR .....	30
2.2.5 Efeitos não auditivos .....	32
2.2.6 Trauma Acústico .....	33
2.3 NHO – 01 .....	34
2.4 NR – 15 .....	35
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	36
3.2 LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ESTUDOS .....	36
3.3 USINA DE PROCESSAMENTO .....	37
3.4 COLETA DE DADOS .....	38
3.4.1 Procedimento de coleta de dados .....	40
<b>4 Resultados .....</b>	<b>42</b>
4.1 DOSIMETRIA .....	42
4.1.1 Dosimetria — P1nho .....	42
4.1.2 Interpretação dos resultados segundo a nho-01(2001) .....	44
4.1.3 Dosimetria — P2nR .....	45

<b>5 Conclusão.....</b>	<b>48</b>
<b>6 Referências:.....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O modelo de consumo adotado pela sociedade contemporânea acarreta o esgotamento dos recursos naturais, o agravamento da pobreza e do desequilíbrio, porque pautado na acumulação e no desperdício. Surge daí a expressão “descartável”, que passou a ser utilizada sem muito controle, desencadeando dois processos: de um lado, a quantidade e a qualidade dos resíduos gerados e, por outro lado, frente às políticas econômicas e sociais, uma massa de excluídos, que passaram a se “beneficiar” dessa geração, que é a população de catadores e selecionadores de materiais recicláveis. (PORTO, 2004).

A importância da coleta seletiva de lixo vem crescendo devido ao maior valor que as pessoas estão dando ao destino lixo. O aumento da produção de lixo seco tornou necessário o recurso da reciclagem do mesmo. Essa solução de racionalidade positiva enfrenta como obstáculos, concepções societárias que dificilmente associam a imagem do lixo (objeto desprezado) como material que pode ser retransformado e reinserido em um novo ciclo produtivo, e raramente incorporam informações sobre a relação coleta de lixo e saúde do trabalhador.

A maioria da população não tem noção de como é realizado o trabalho dos coletores de lixo, bem como dos riscos e as doenças a que são submetidos, por isso se torna necessário o uso dos EPIs (luvas, avental, máscara, botas, óculos, abafador de ruídos). Embora haja resistência ao uso dos EPIs, os trabalhadores devem se conscientizar de que estes equipamentos são para garantir saúde e segurança. (PEREIRA E AMARAL, 2011).

A discussão do tema saúde do trabalhador no meio dos profissionais da área de saneamento ambiental é ainda bastante incipiente, embora um grande número dos mesmos esteja diretamente envolvido nos processos operacionais. No caso da coleta de resíduos urbanos, uma atividade de caráter universal encontrada em qualquer cidade do mundo, existem na América Latina poucos estudos sobre os riscos a que estão sujeitos os trabalhadores envolvidos nesta atividade. Os indivíduos que vivem da coleta e seleção de materiais recicláveis, denominados agentes ecológicos, entendidas como meio de sobrevivência e de obtenção de renda, ainda são pouco estudados pela saúde pública ou qualquer outra área. (FERREIRA, 2006).

Ferreira e Anjos (2001) citam o ruído excessivo como um dos agentes físicos mais frequentes nos processos de manuseio e processamento dos resíduos, capazes de interferir na saúde humana e no meio ambiente

Segundo Cavalcante et. al (2013) a exposição ao ruído no trabalho é o fator de risco modificável mais importante para a perda auditiva em adultos. Na indústria de transformação, a exposição a níveis elevados de pressão sonora afeta um grande número de trabalhadores. As normas brasileiras estabelecem como obrigatório, para todas as empresas, o monitoramento do ruído ocupacional e da condição auditiva dos trabalhadores, assim como garantias para a proteção do trabalhador. No entanto, a aplicação das normas é frágil e pouco se sabe sobre a distribuição de exposição ao ruído no País.

A exposição a níveis elevados de pressão sonora ambiental está associada a efeitos negativos para os seres humanos (ARAÚJO, 2002). 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 (CALDART et al. 2006). O ruído intenso é comum a diversos processos produtivos e, portanto, a exposição ao ruído no trabalho é considerado o fator de risco modificável de maior relevância para a perda auditiva em adultos (DOBIE, 2008).

### 1.1 PROBLEMA:

O ruído gerado no processamento de lixo dentro da Usina de Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Jaguariaíva/PR coloca a saúde dos trabalhadores em risco iminente?

### 1.2 JUSTIFICATIVA

O trabalho dos agentes ambientais na triagem e separação do lixo é de fundamental importância para o adequado funcionamento da Usina de Processamento, uma vez que não existe tecnologia disponível para separação de lixo.

Além da separação dos itens recicláveis, para posterior comércio, é extremamente necessário que se processe o resíduo orgânico, o qual é também reaproveitado após ser triturado e decomposto. Essas atividades utilizam equipamentos eletromecânicos capazes de gerar grandes quantidades de ruído, em especial o triturador de resíduos orgânicos.

Já existem queixas por parte dos agentes ambientais que operam a usina, daí a importância de se avaliar de forma mais aprofundada se os trabalhadores realmente estão expostos a níveis elevados de ruído capazes de prejudicar sua saúde.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

Avaliar a exposição ao ruído dos agentes ambientais que trabalham junto a esteira de separação de resíduos sólidos utilizando os procedimentos descritos na NHO 01 (2001) e NR 15 (2011).

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar medições dos níveis de ruído do local de trabalho;
- Avaliar os níveis de ruídos com base nas normalizações citadas;
- Apontar medidas de controle, caso seja verificado o risco à saúde dos trabalhadores.

### 1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho de avaliação se aplica a uma usina de processamento de resíduos sólidos urbanos, conforme descrito anteriormente. Dessa forma, as metodologias empregadas serão apenas aquelas descritas nas normas citadas para o ambiente em questão. Com este trabalho poderão ser definidas ações de controle ou proteção dos ruídos, caso estes se verifiquem, e sua intensidade e ou duração mostrem-se prejudiciais, cabendo isso aos técnicos responsáveis pela usina.

## 1.6 HIPÓTESE

Uma vez que existem queixas quanto ao ruído provocado pelos equipamentos que compõe a estrutura da usina de processamento de resíduos, espera-se comprovar que os níveis de ruído aos quais estão expostos os trabalhadores, apresentam risco a saúde, seguindo os princípios das normas NR 15 (2001) e NHO 01 (FUNDACENTRO).



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SOM E RUÍDO

Som ou ruído é o nome dado a qualquer vibração que ocorre em um meio elástico, geralmente o ar, que é capaz de ser percebido pelo ouvido humano. De maneira geral reserva-se o nome de ruído aos sons desagradáveis, indesejáveis e de som à uma sensação prazerosa, desejada, como a produzida pela música. Entretanto, é preciso ter claro que, seja prazeroso ou não, se estiver elevado, som ou ruído podem provocar danos à audição (SANTOS e SANTOS, 2000). O julgamento de ruído é conexo a uma magnitude do som, enquanto o som é definido como sendo a variação da pressão atmosférica dentro dos limites de amplitude e bandas de frequências aos quais o ouvido humano responde (SILVA et al. 2004).

A Organização Mundial da Saúde - OMS (1980), define ruído como sendo toda sensação auditiva insalubre e, ou um fenômeno acústico não-periódico sem componentes harmônicos definidos, que causam problemas de saúde pública.

Araújo (2002) descreve em seu trabalho resumidamente as características principais do ruído:

**INTENSIDADE:** a partir de 84/90 dB o ruído pode causar uma lesão coclear irreversível e quanto maior for o ruído maior será a lesão, o que autora afirma ser razoavelmente comum em alguns ambientes industriais como metalúrgicas, teares, bancos de prova de motores e outros.

**FREQUÊNCIA:** Quanto a frequência, qualquer área do espectro sonoro é capaz de desencadear problemas cocleares, tendo como mais traumatizantes os ruídos compostos pelas frequências altas.

**TEMPO DE EXPOSIÇÃO:** Em relação ao tempo de exposição, a lesão é diretamente proporcional ao tempo em que o indivíduo fica exposto ao ruído; com 100 horas de exposição já se pode encontrar patologia coclear irreversível, por este motivo intervalos para descanso acústico em ambientes adequados são fundamentais na tentativa de recuperação enzimática das células sensoriais.

**NATUREZA DO RUÍDO:** A natureza do ruído refere à distribuição da energia sonora durante o tempo, podendo ser contínua, flutuante e intermitente. Ruídos de impacto, como na explosão, são particularmente prejudiciais.

**TIMBRE:** O timbre, é uma característica da fonte geradora e não do som, assim, embora o som possa ser emitido por instrumentos diferentes, pode-se identificar a mesma nota musical, por meio de diversas frequências harmônicas, as quais arranjam um som complexo (RUSSO, 1993).

Em relação a Psicoacústica, enquanto o som é utilizado para descrever sensações prazerosas, o ruído é usado para descrever sons indesejáveis ou desagradáveis, o que traz um aspecto de subjetividade à sua definição. Quando o ruído é intenso e a exposição a ele é continuada, em média 85dB(A) por oito horas por dia, ocorrem alterações estruturais na orelha interna, que determinam a ocorrência da "PAIR". (BRASIL, 2006).

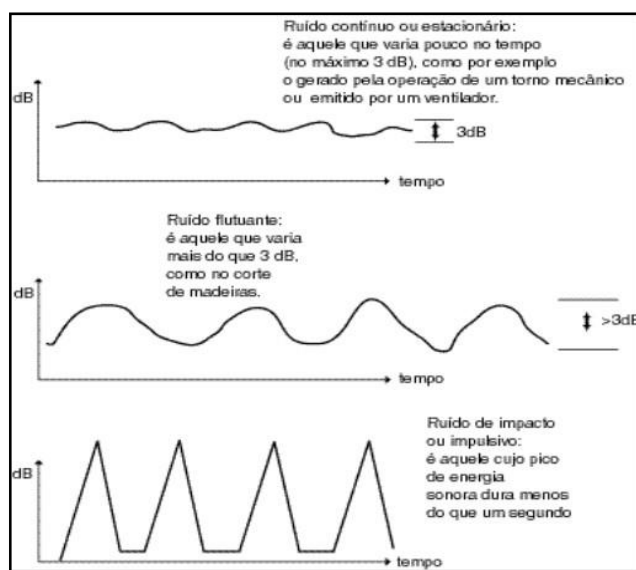
Uma das classificações de ruído muito utilizada internacionalmente é a descrita na norma ISO 2204 (1979), "*Acoustics - Guide to the measurement of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on man*". Silveira et al. (2007) alegam que de acordo com esta norma, os ruídos podem ser classificados, em relação ao tempo, como:

- **Contínuo:** ruído com variações de níveis desprezíveis ( $\pm 3$  dB) durante o período de observação;
- **Não contínuo:** ruído cujo nível varia, significativamente, durante o período de observação;
- **Flutuante:** ruído cujo nível varia continuamente de um valor apreciável, durante o período de observação;
- **Intermitente:** ruído cujo nível cai, rapidamente, ao nível do ambiente várias vezes durante o período de observação; a duração à qual o nível permanece em valores constantes diferentes do ambiental é da ordem de um segundo ou mais;
- **Impacto ou impulsivo:** aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a um segundo, em intervalos superiores a um segundo.

Já Fortuna (2006) classifica em seu trabalho o ruído como flutuante, intermitente ou de impacto, conforme o caso. Se o ruído variar sucessivamente

durante o tempo de observação, denomina-se ruído flutuante, como é o caso do ruído de tráfego. O ruído intermitente sofre suspensões regulares ou irregulares, durante certos períodos de tempo e mantendo-se constante durante períodos de um ou mais segundos. O ruído de impacto é caracterizado por curtos momentos de aumento, com duração, geralmente, inferior a um segundo.

Segundo Santos e Santos (2000), são 3 os principais “tipos” de ruído nos locais de trabalho (Figura 1), e é necessário tomar este aspecto em consideração quando se vai realizar a avaliação em um determinado ambiente, são eles: Ruído Contínuo ou Estacionário; Ruído Flutuante e Ruído de Impacto. Se houver variações muito pequenas (<3dB) ao longo do tempo de observação pode-se considerar o ruído como estacionário. Por outro lado, se ele variar ao longo do tempo tem-se um ruído não estacionário.



**Figura 1 - Principais tipos de ruídos**  
**FONTE: SANTOS e SANTOS (2000)**

Uma classificação menos complicada é encontrada na norma NHO 01 (Norma de Higiene Ocupacional) da FUNDACENTRO (1999). Segundo esta norma, os ruídos podem ser:

- **Contínuo ou intermitente:** todos os ruídos que não podem ser classificados como ruído de impacto ou impulsivo;
- **Ruído de impacto ou impulsivo:** ruído que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a um segundo, em intervalos superiores a um

segundo.

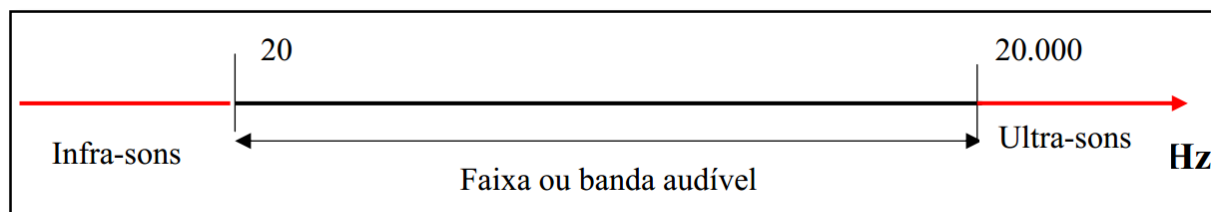
### 2.1.1 NÍVEL DE PRESSÃO SONORA - NPS

Maciel et al. (2012) citando Fundacentro (1983) definem o Nível de Pressão Sonora NPS (Sound Pressure Level – SPL) em um determinado ponto do espaço como uma grandeza relativa, tendo como referência o valor de  $(P_0) = 20 \text{ MPa}$  ( $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ ), sendo expresso em decibel (dB). O valor de  $(P)$  que é o quadrado da média de variação da pressão sonora é proporcional à Intensidade Sonora, o decibel é uma relação entre duas grandezas variáveis. No caso do NPS, a pressão de referência é, por convenção  $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ .

Segundo Ribeiro e Barbosa (2009) Pressão sonora  $(P)$  - É a diferença entre a pressão instantânea do ar na presença de ondas sonoras e a pressão atmosférica. A pressão sonora depende da envolvente acústica. Unidade S.I.: Pa (Pascal ou  $\text{N m}^{-2}$ ). Ainda segundo os autores a amplitude das variações de pressão deve ser mensurada em Pa; já para ruídos deve-se utilizar o dB por considerar o limiar de audibilidade, isto é, a mais fraca pressão perceptível pelo ouvido humano ou a menor variação sonora detectável. O comprimento de onda ( $cdo-\lambda$ ) é a distância atravessada pelo som durante uma vibração completa, ou seja, a distância física no ar entre um pico da onda até o próximo. Conhecendo a velocidade e a frequência do som, podemos saber o seu comprimento de onda.

De acordo com Jeronimo et al. (2013) quando uma pessoa fica exposta a uma pressão sonora de  $200 \text{ N.m}^{-2}$ , ela começa a sentir dor no ouvido, sendo assim, este limite é denominado como limiar da dor, correspondendo a 140 dB. A determinação do nível de pressão sonora é feita através de uma relação logarítmica.

Rodrigues (2006) afirma que o ser humano consegue distinguir variações de pressão entre 20 Hz e 20.000 Hz, como pode ser visto na Figura 2. Dada a grande extensão de intensidade acústica que o homem é capaz de distinguir (variações de pressão sonora perceptíveis estendem-se por uma faixa de 1 (um) a 10 (dez) milhões), foi então seguida uma escala logarítmica para representar esta grandeza. A escala logarítmica decibel (dB) representa melhor a percepção das variações de pressão sonora pelo ouvido humano.



**Figura 2 - Faixas de frequência audíveis pelo ser humano.**  
**FONTE: RODRIGUES (2006)**

Na escala logarítmica decibel (dB), 1 decibel é igual a 0,1 bel. A intensidade de um som em bels é o logaritmo da relação das intensidades do som dado com a do som padrão. Assim, o valor de zero decibel não significa ausência de som, mas sim um nível sonoro de intensidade igual à do som padrão (MORETTI e PRADO, 2007).

### 2.1.2 DOSE DE EXPOSIÇÃO

A capacidade que um ruído tem de causar prejuízos a saúde de um trabalhador não está apenas relacionada a intensidade do ruído mas também ao seu tempo de duração (GERGES, 2000). Segundo a NHO-01 (2001) a dose é um parâmetro empregado para caracterizar a exposição ao ruído. Ela é expressa em porcentagem de energia sonora e faz referência ao valor máximo de energia sonora diária admissível, com base em parâmetros preestabelecidos: q, CR e NLI.

Para a NHO-01 (2001), a dose pode ser circunscrita em dose diária, ou seja, a porcentagem de energia sonora a que um trabalhador recebe em uma jornada diária de trabalho. Assim, a avaliação da exposição sonora contínua ou intermitente a que o trabalhador está submetido, deve ser realizada pela determinação da dose diária ou do nível de exposição que são parâmetros representativos da exposição diária do trabalhador.

Esta norma ainda determina que esta avaliação seja realizada com a utilização de medidores integradores, pessoais e fixados no trabalhador. Outros tipos de medidores, como os de leitura instantânea, somente na indisponibilidade do primeiro equipamento. Porém, ressalta que apenas em situações específicas, onde o trabalhador não se desloque acentuadamente e as dinâmicas de trabalho não sejam demasiadamente complexas.

Portanto, a NHO-01 (2001) estabelece uma dose de 100% para exposição de 8 horas ao nível de 85 dB(A) (q) como critério de referência para embasar os limites de exposição diária na avaliação do ruído ocupacional intermitente ou contínuo. E, além do critério de referência, a norma estabelece o incremento de duplicação de dose (q) igual a 3 e o nível limiar de integração a 80 dB(A), sendo esse critério mais rigoroso. Já a NR-15 (2011), apesar de utilizar o mesmo Limite de Exposição (85 dB), estabelece incremento de duplicação igual a 5 dB(A).

O incremento de duplicação de dose deve ser entendido como o valor em dB que dobra o risco para a saúde, assim, deve-se considerar uma redução à metade para cada incremento. Se  $q=5$ , em cada aumento de 5 dB na intensidade sonora, diminui pela metade o tempo permitido da exposição do trabalhador, ou seja, se a 85 dB pode-se expor o trabalhador a oito horas, quando em 90 dB a exposição permitida é de quatro horas (OLIVA, 2011).

Nível de ruído dB (A)	Máxima exposição diária permissível (q=3)	Máxima exposição diária permissível (q=5)
85	8 Horas	8 Horas
86	6 Horas e 20 min.	7 Horas
87	5 Horas e 2 min.	6 Horas
88	4 Horas	5 Horas
89	3 Horas e 10 min.	4 Horas e 30 min.
90	2 Horas e 31 min.	4 Horas
91	2 Hora	3 Horas e 30 min.
92	1 Hora e 35 min.	3 Horas
93	1 Hora e 15 min.	2 Horas e 40 min.
94	1 Hora	2 Horas e 15 min.
95	47 min.	2 Horas
96	37 min.	1 Hora e 45 min.
98	23 min.	1 Hora e 15 min.
100	15 min.	1 Hora
102	9 min.	45 min.
104	5 min.	35 min.
105	4 min.	30 min.
106	3 min.	25 min.
108	2 min.	20 min.
110	1 min.	15 min.
112	56 segundos	10 min.
114	35 segundos	8 min.
115	28 segundos	7 min.

**Quadro 1 - Comparativo entre o limite diário de exposição com diferentes taxas de duplicação da dose.**

**Fonte: Adaptado da NHO-01 — Fundacentro (2001) e NR-15 (2011) — MTE**

### 2.1.3 CIRCUITOS DE COMPENSAÇÃO

Os Circuitos Eletrônicos de Compensação ou Filtros Ponderadores são sistemas sensíveis a variação da frequência e tem a função de simular o comportamento do ouvido humano. Foi então padronizado em uma classificação de curvas: A, B, C e D. Sendo o circuito A próximo das curvas de audibilidade para baixos níveis de pressão sonora, ou seja, em torno de 40 dB. O circuito A é largamente usado em detrimento dos outros, uma vez que os circuitos B e C não fornecem boa correlação em testes subjetivos. Os circuitos B e C são análogos ao circuito A (Figura 3), entretanto, usa-se para médios e altos níveis de pressão sonora, em torno de 70 e 100 dB respectivamente (HANS, 2001). Já a curva de compensação D, foi padronizada para medições de ruído em aeroportos (CREPPE e PORTO, 2001).

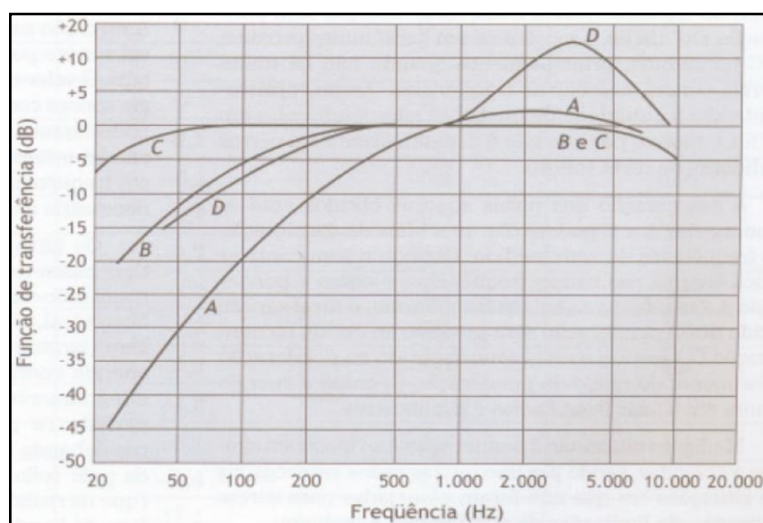
Bistafa (2006) citado por Noronha (2007) descreve o efeito que cada curva tem sobre o espectro sonoro:

A → desenfaziza as baixas frequências e reproduz a sensibilidade humana;

B → ênfase um pouco maior para as baixas frequências;

C → quase plana;

D → desenvolvida para avaliação de ruídos de sobrevoos de aeronaves (penaliza altas frequências).



**Figura 3 - Circuitos de compensação A,B,C e D.**  
**Fonte: Bistafa (2006) citado por Noronha (2007)**

A NHO 01 (2001) recomenda a utilização do circuito de ponderação A para medidores de leitura instantânea em locais com ruído contínuo ou intermitente. A mesma recomendação se estende para Medidores Integradores de uso pessoal e portados pelo avaliador.

#### 2.1.4 CRITÉRIO DE REFERENCIA – CR

É definido pela NHO-01 (2001) como nível médio para o qual a exposição, por um período de 8 horas, corresponderá a uma dose de 100%. No Brasil, a dose de referência definida pela NR-15 (2011) em seu Anexo I e é de 85 decibéis.

Assim, entende-se que se o trabalhador ficar exposto a um nível de pressão sonora igual ao critério de referência durante 8 horas, então ele estará recebendo uma dose de 100%.

#### 2.1.5 NÍVEL DE EXPOSIÇÃO NORMALIZADA (NEN)

O nível de exposição normalizado (NEN) corresponde a energia acústica média que tem o mesmo potencial de lesão auditiva que o conjunto de todos os níveis considerados dentro do período de integração, ou seja, equipara o nível de exposição (NE) com uma jornada de 8 horas (MAIA, 2001).

Ainda Maia (2001) afirma que no campo da Higiene Ocupacional o NEN é utilizado como parâmetro de controle de saúde auditiva, ou seja, a exposição ao ruído ocupacional, representada pelo NEN, não deve exceder ao valor considerado para a jornada de trabalho (geralmente de oito horas) sob pena de, ao longo dos anos, poder causar danos irreversíveis aos ouvidos dos indivíduos expostos.

#### 2.1.6 NÍVEL EQUIVALENTE DE PRESSÃO SONORA – NEQ

Nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com a ponderação A) referente a todo o intervalo de medição (NBR 10151:2000). O NEQ



representa um nível virtual contínuo, isto é, não varia com o tempo, que tem efeito nocivo análogo ao conjunto dos níveis reais encontrados (MAIA, 2001).

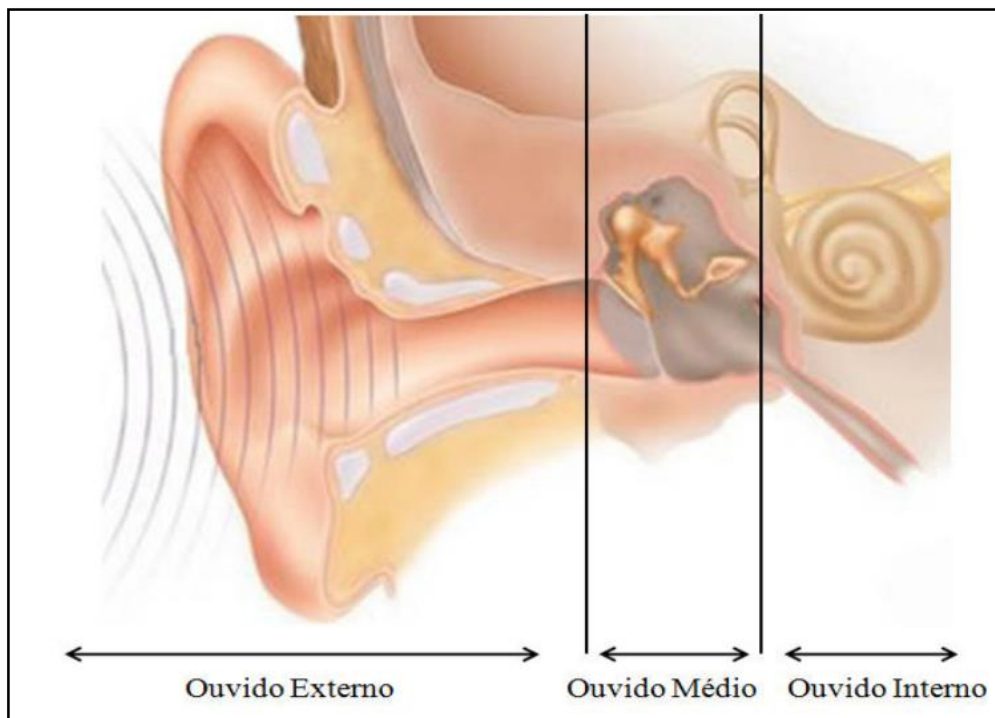
Em um período de amostragem de intervalos definidos, os níveis sonoros podem sofrer variações. Com esses níveis em mãos pode-se calcular um valor único conhecido como nível equivalente de pressão sonora contínua, ou NEQ. Ele satisfaz o nível constante que possui a mesma quantidade de energia que o conjunto de níveis variáveis da fonte sonora que se pretende medir (OLIVA, 2011).

## 2.2 EFEITOS FISIOLÓGICOS DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO

A seguir, serão descritos sucintamente alguns efeitos que a exposição contínua a níveis elevados de ruído podem trazer a saúde humana, independente de atividade laboral.

### 2.2.1 SISTEMA AUDITIVO HUMANO

A audição é um dos cinco sentidos básicos e tem o emprego de reconhecer o som emitido pelo ambiente e também é ocupação do ouvido a manutenção do equilíbrio do corpo. O ouvido é um órgão que tem a capacidade de captar sons existentes no meio em que vivemos e enviá-los ao córtex cerebral. O sistema auditivo divide-se em duas partes: sistema auditivo periférico e sistema auditivo central. O sistema auditivo periférico é dividido em ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno (Figura 4), e o sistema auditivo central é formado pelo nervo e córtex auditivo (GARBE, 2010).

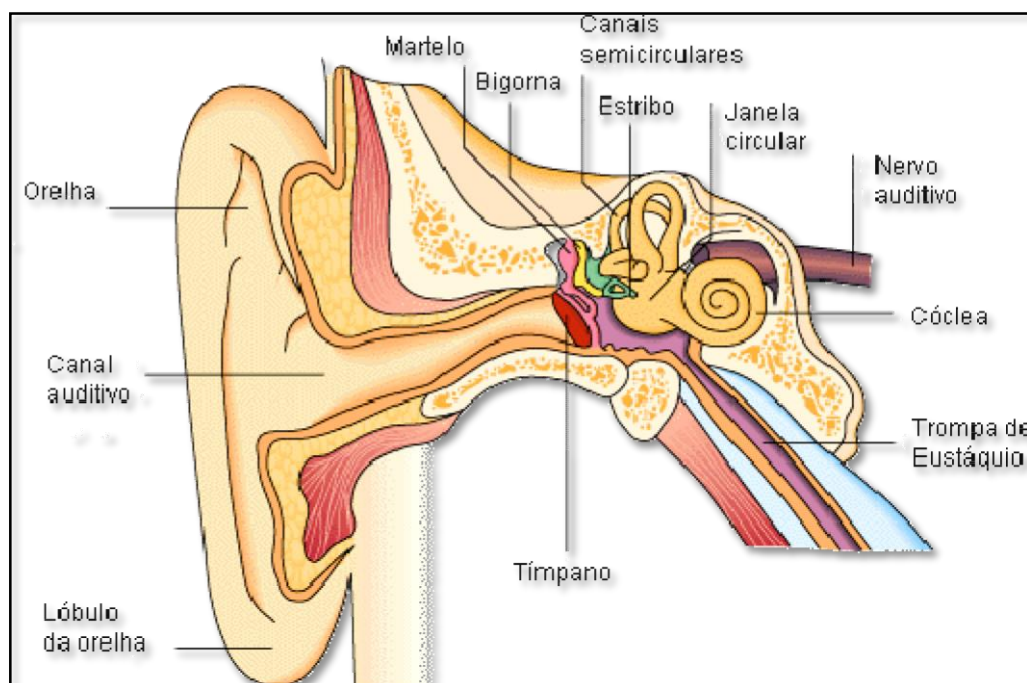


**Figura 4 - Esquema de divisões simplificadas do ouvido humano.**  
**Fonte: GARBE, (2002) adaptado de Mundo Educação, (2010)**

A audição acontece pela conversão das ondas de pressão do ar em sinais elétricos, que são transmitidas ao cérebro para produzir as sensações sonoras. Ele é capaz de suportar sons dentro de uma faixa de 0 a 90 dB NPS. Quando ultrapassam esse valor os sons se tornam desconfortáveis e dolorosos, inclusive com a capacidade de causar lesões destrutivas ao se aproximarem de 130 dB NPS (PFEIFFER et al. 2007).

É no pavilhão auricular que acontece a captação das ondas sonoras. O som é então conduzido através do meato auditivo externo e amplificado particularmente nas frequências de 2000 a 5000 Hz.

Já o canal auditivo externo é responsável pela transmissão sonora. A vibração sonora chega então ao tímpano. O tímpano está aderente ao martelo. A vibração do tímpano devido ao impacto das ondas sonoras leva à vibração dos ossículos que, uma vez em contato com a cóclea, levam a movimentos de rarefação e compressão da perilinfa. Martelo, Bigorna e estribo são três pequenos ossículos (Figura 5) (martelo "malleus", bigorna "incus" e estribo "stapes" assim chamados porque a sua forma faz lembrar os objetos que o nome designa) a nível do ouvido médio, cuja função é a de amplificar o som.



**Figura 5 - Estruturas do ouvido humano**  
**Fonte: Moreira, 2009**

Ainda Moreira (2009) cita em seu trabalho (Quadro 2) a classificação da Associação Americana de Otorrino e Oftalmologia (AAO) onde a surdez é classificada quanto ao grau da seguinte forma:

Limiar compreendido entre 0 – 25 dB (Normal)	Audição normal
Limiar compreendido entre 26 – 40dB (Perda Leve)	Existe alguma dificuldade para ouvir e entender conversação suave, obtendo melhores resultados em ambientes silenciosos e com vozes claras.
Limiar compreendido entre 41 – 55dB (Perda Moderada)	Dificuldade em entender uma conversação normal, particularmente na presença de ruídos de fundo. A fala e o desenvolvimento da linguagem são geralmente afetados. Os aparelhos auditivos podem ajudar a quase totalidade das dificuldades de audição.
Limiar compreendido entre 56 – 70dB (Perda Moderadamente Severa)	Somente vozes altas e a curta distância conseguem ser entendidas. O desenvolvimento da fala e da linguagem é bastante pobre. Aparelhos auditivos podem ser de grande benefício para melhorar a comunicação.
Limiar compreendido entre 71 – 90dB (Perda Severa)	A conversação normal é inaudível. Não há desenvolvimento espontâneo da fala/linguagem. Os aparelhos auditivos são essenciais.
Limiar superior a 90dB (Profunda)	Pode ouvir alguns sons em alto volume, porém percebe mais vibrações do que padrões tonais. Os aparelhos auditivos são essenciais.

**Quadro 2 - Classificação de surdez pela AAO.**  
**Fonte: Adaptado de Moreira (2009)**

## 2.2.2 DOENÇAS LIGADAS AO RUÍDO

Não é de hoje que a exposição ao ruído é considerada um risco. Previamente à revolução industrial, embora em menor escala, já existiam pessoas expostas a ruído elevado nos locais de trabalho. O advento da máquina a vapor, conjuntamente com a revolução industrial, vieram despertar o interesse para o estudo do ruído como um fator de risco ocupacional. Os trabalhadores que nessa época fabricavam caldeiras a vapor contraíam perdas auditivas em tal extensão que a patologia associada foi então designada como "doença dos caldeireiros" (AREZES, 2002).

Mello e Waismann (2004) descrevem os efeitos do ruído na audição divididos em três categorias: mudança temporária do limiar auditivo (MTLA), trauma acústico e mudança permanente do limiar (MPLA); sendo esta última a Perda Auditiva Induzida por Ruído – PAIR.

De acordo com Souza et al. (2001) existem várias pesquisas experimentais demonstrando que a exposição a níveis elevados de ruído por um curto período de tempo pode desencadear respostas cardiovasculares semelhantes às que ocorrem no estresse agudo, com aumento da pressão sanguínea, provavelmente mediado pelo aumento da resistência vascular periférica. Em animais, já se demonstrou que este aumento agudo da pressão sanguínea, ocorrendo repetidamente, pode tornar-se uma alteração permanente devido à hipertrofia da musculatura lisa dos vasos sanguíneos periféricos, levando à hipertensão arterial.

## 2.2.3 PERDA AUDITIVA

Segundo Farias (2011) além da perda auditiva propriamente dita, o trabalhador exposto ao ruído pode apresentar zumbido, hiperacusia, dificuldade de discriminar a fala, como também, alterações do sono e transtornos: da comunicação, neurológicos, vestibulares, digestivos, comportamentais, cardiovasculares e hormonais.

Também o autor afirma que a perda auditiva induzida por ruído é o agravo mais frequente à saúde do trabalhador e se encontra presente nos diversos ramos de

atividade, dentre eles: siderurgia, metalurgia, gráfica, vidraria, construção civil, entre outros. Ainda, que o risco de sofrer acidente do trabalho é cerca de duas vezes maior entre trabalhadores expostos ao ruído. A exposição ocupacional ao ruído não só deteriora a saúde auditiva do trabalhador, mas também se constitui em fator de risco para acidentes do trabalho.

Para Miranda et al. 1998 a perda auditiva decorre de lesão das células sensoriais do órgão de Corti no ouvido interno, é em geral bilateral, e tem evolução insidiosa, com perdas progressivas e irreversíveis, diretamente relacionadas com o tempo de exposição, com os níveis de pressão sonora, e com a suscetibilidade individual. Essa perda manifesta-se, primeira e predominantemente, nas frequências de 6000, 4000 e 3000 Hertz e, com o agravamento da lesão, estende-se às frequências de 8000, 2000, 1000, 500 e 250 Hertz.

Continuando, os autores afirmam que raramente, o ruído leva à perda auditiva profunda pois, geralmente, não ultrapassa os 75 decibéis nas frequências altas e 40 decibéis nas baixas frequências, atingindo seu nível máximo nos primeiros 10 a 15 anos de exposição. Além da perda auditiva podem ocorrer zumbidos, plenitude auricular, tontura, dor de cabeça, distúrbios gástricos, alterações transitórias na pressão arterial, estresse e distúrbios da visão, atenção, da memória, do sono e do humor (MIRANDA et al. 1998).

Moretti e Prado (2007) descrevem a sequência de eventos que antecedem a patologia devido ao aumento de exposição:

1. Encurtamento temporário da radícula com inclinação dos cílios;
2. Rompimento das radículas, e
3. Ruptura da membrana basilar e de células ciliadas.

No trauma acústico observa-se, sequencialmente:

1. Alteração precoce nas células ciliadas externas, com perda de estereocílios;
2. Deformação e desintegração do corpo celular;
3. Deterioração das células de sustentação, células de Deiters e de Hansen, a qual se inicia na espira basal progredindo para as cocleares, envolvendo as frequências médias e baixas.

Em um trabalho sobre ocorrência de PAIR na indústria metalúrgica, Araújo (2002) descreve que as lesões no órgão de Corti ocorrem preferentemente na espira basal da cóclea, na área responsável pelo som de 3 a 6 kHz, independente do espectro de frequência do ruído agressor sendo:

- 1) Insuficiência vascular na região coclear responsável pela audição a 4 kHz;
- 2) A velocidade de propagação da onda sonora é muito alta e faz com que a amplitude de deslocamento no ducto coclear comece a crescer na região de 4 kHz;
- 3) A estrutura anatômica da cóclea causa colisão do fluido na primeira curva coclear;
- 4) Características de ressonância do canal auditivo provocariam a lesão na região citada.

Segundo Araújo (2002) o ruído em excesso tem o poder de lesar consideravelmente a extensão das vias auditivas, desde a membrana timpânica até regiões do sistema nervoso central. No órgão de Corti ocorrem as principais alterações responsáveis pela perda auditiva induzida pelo ruído, pois suas células ciliadas externas são particularmente sensíveis a altas e prolongadas pressões sonoras, a chamada exaustão metabólica, com depleção enzimática e energética, e redução do oxigênio e nutrientes; com a morte celular, o espaço é preenchido por formações cicatriciais, o que resulta em déficit permanente da capacidade auditiva.

#### 2.2.4 PAIR

PAIR é a sigla para Perda de Audição Induzida pelo Ruído, rotulada com o código H83.3 na Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde – CID-10, considerada uma patologia do ouvido interno, onde consta ainda como Trauma Acústico. (CID-10, 2008).

A perda auditiva relacionada ao trabalho, particularmente a perda auditiva induzida por ruído (PAIR), é doença ocupacional de alta prevalência nos países industrializados, destacando-se como um dos agravos à saúde do trabalhador mais prevalentes nas indústrias brasileiras. Caracteriza-se por diminuição gradual da

acuidade auditiva num período de, geralmente, seis a dez anos de exposição a elevados níveis de pressão sonora, sendo sempre neurossensorial e irreversível, com início nas altas frequências audiométricas (GUERRA et al. 2005).

Ferreira et al. (2012) em seu trabalho preterem o uso de PAIR por Perda Auditiva Induzida por Nível de Pressão Sonora Elevado (PAINPSE).

Ainda segundo o Ministério da Saúde (2001) a PAIR tem como características principais a irreversibilidade e a progressão gradual com o tempo de exposição ao risco. A sua história natural mostra, inicialmente, o acometimento dos limiares auditivos em uma ou mais frequências da faixa de 3.000 a 6.000 Hz. Que as frequências mais altas e mais baixas podem levar mais tempo para ser afetadas. E uma vez cessada a exposição, não há progressão da redução auditiva.

Em um estudo Correa Filho et al. (2001) afirmam que existe consenso na literatura de que o tempo atuando em ocupações de exposição a ruído está associado ao aparecimento da PAIR, embora assintam que já foi identificada a associação da PAIR com o tabagismo e com a hipertensão.

Estatisticamente, estima-se que 15% da população exposta a ruído constante de 90dB, oito horas por dia, durante cinco dias por semana e 50 semanas por ano, apresentarão lesão auditiva após dez anos. E que segundo a Organização Mundial do Trabalho, há mais de 140 milhões de pessoas expostas a níveis perigosos de ruído ocupacional no mundo. Ainda, que a perda auditiva induzida por ruído (PAIR) seria hoje a causa de perda auditiva mais evitável no mundo (RODRIGUES et al. 2006).

Guimarães et al. (2011) descrevem que em trabalhadores expostos a níveis elevados de ruído alguns sintomas são mais frequentemente mencionados: zumbido persistente de longa duração e dificuldade para ouvir determinados sons, em geral, sons agudos. O autores ainda afirmam que o ruído pode causar outros efeitos danosos à saúde em geral, tais como nervosismo, irritabilidade, cefaleia, insônia, alterações circulatórias, alteração de visão, alterações gastrointestinais, entre outros apontados como efeitos não-auditivos.

Farias et al. (2011) acrescentam aos sintomas mencionados anteriormente, além da perda auditiva propriamente dita, hiperacusia, dificuldade de discriminar a fala, como também, alterações do sono e transtornos: da comunicação, neurológicos,

vestibulares, digestivos, comportamentais, cardiovasculares e hormonais. Os autores descrevem ainda que o risco de sofrer acidente do trabalho é cerca de duas vezes maior entre trabalhadores expostos ao ruído. A exposição ocupacional ao ruído não só deteriora a saúde auditiva do trabalhador, mas também se constitui em fator de risco para acidentes do trabalho.

No País, são escassos os dados sobre a exposição ao ruído na população economicamente ativa, o que impossibilita a projeção de estimativas do número de trabalhadores expostos e a identificação dos ramos de atividade que oferecem maior risco, informação de grande utilidade para a vigilância e prevenção da PAIR (CAVALCANTE et al. 2013). Os autores ainda concluem que a ausência do número total de trabalhadores por indústria na produção científica é um problema comum, e por isso deve ser reforçada a importância dessa prática, que contribui para a estimativa da prevalência da exposição ao ruído em diferentes ramos de atividade. Novas pesquisas sobre o tema são necessárias, em especial com foco nas condições de trabalho e proteção auditiva dos trabalhadores em ramos de atividade para os quais inexistem informações.

#### 2.2.5 EFEITOS NÃO AUDITIVOS

Seligman (1993) fez em seu trabalho um apanhado descritivo dos principais efeitos não auditivos relacionados ao ruído. Ele assegura que, além dos transtornos típicos ao órgão auditivo, incluindo-se entre estes o zumbido, ainda se pode citar as seguintes alterações:

*DA COMUNICAÇÃO:* a deficiência auditiva associada ao ruído proporciona o isolamento social do indivíduo durante o trabalho com graves consequências em sua natureza interativa.

*NEUROLÓGICAS:* comprovadamente, estudos eletroencefalográficos demonstraram que ruídos, mesmo de fraca intensidade, provocam, ou um complexo "K" ou a passagem temporária de um estado de sono profundo para outro mais leve. Estes episódios duram entre 5 e 15, podendo não ser lembrados pelo paciente ao



acordar. Um número significativo de interrupções desta natureza seguramente pode trazer efeitos desastrosos no dia-a-dia do indivíduo.

*CARDIOVASCULARES:* constrição dos pequenos vasos sanguíneos, com conseqüente redução do volume de sangue e alterações do fluxo, bem como variações na pressão arterial e taquicardia, são relatadas por vários autores.

*DA QUÍMICA SANGUÍNEA:* temos encontrado relatos de modificações dos índices do colesterol, dos triglicerídeos e do cortisol plasmático.

*VESTIBULARES:* dificuldades no equilíbrio e na marcha, vertigens, nistagmos, desmaios e dilatações de pupilas.

*DIGESTIVAS:* diminuição do peristaltismo, enjoos, vômitos, perda do apetite, dores epigástricas, gastrites, úlceras.

*COMPORTAMENTAIS:* mudanças da conduta e do humor, cansaço, falta de atenção e concentração, insônia e inapetência, cefaleia, redução da potência sexual, ansiedade depressão e stress.

Seligman (1993) ainda conclui seu trabalho alertando que ao examinar suspeitos de PAIR, se tenha cuidado de revisar com cuidadosa anamnese os itens relacionados com sintomas não auditivos. Também a pesquisar com exames clínicos e laboratoriais toda e qualquer alteração pertinente; Ainda que se deve procurar saber sobre as questões interativas no trabalho, no lazer, nas atividades sociais e familiares, na tentativa de buscar intervir nestas áreas através de adequados Programas de Conservação da Audição e por fim contribuir para que se faça um relacionamento mais completo e confiável entre a PAIR e as alterações não auditivas.

#### 2.2.6 TRAUMA ACÚSTICO

Segundo Silva et al. (2004) se o ouvido humano for submetido a um ruído de impacto com intensidade sonora igual ou maior aos 120dB ocorrerá o trauma acústico. O autor afirma que uma carga sonora dessa magnitude causará, na cóclea, lesões severas, como ruptura da membrana basilar, desorganização dos tecidos e células ciliadas, de maneira abrupta. Podendo ser uni ou bilateral, com perda auditiva

imediate e permanente ou ainda com a presença de constantes zumbidos. Porém, salienta, que há casos em que a audição pode apresentar melhora com o tempo.

### 2.3 NHO – 01

A Coordenação de Higiene do Trabalho da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho — FUNDACENTRO publicou, em 1980, uma série de Normas Técnicas denominadas anteriormente Normas de Higiene do Trabalho - NHT, hoje denominadas Normas de Higiene Ocupacional – NHO

Em novembro de 2003 foi publicado um decreto presidencial sob nº 4.882, de assinado pelo presidente da República, que alterou dispositivos do Regulamento da Previdência Social, transformando em referência oficial as Normas de Higiene Ocupacional, elaboradas e editadas pela Fundacentro.

*...§ 11. As avaliações ambientais deverão considerar a classificação dos agentes nocivos e os limites de tolerância estabelecidos pela legislação trabalhista, bem como a metodologia e os procedimentos de avaliação estabelecidos pela Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO."  
(NR)*

Segundo a NHO-01 (2001) o nível de exposição (NE) é o nível médio representativo da exposição diária do trabalhador exposto. De forma simplificada compreende-se que o nível médio de exposição é simplesmente o nível de pressão sonora que causaria um impacto equivalente no trabalhador aos níveis sob quais ele realmente esteve exposto ao longo da jornada.

A norma porém salienta que para efeito de comparação com o limite de exposição, deve-se primeiro determinar o Nível de Exposição Normalizado (NEN), que é correspondente ao NE convertido para a jornada padrão de 8 horas. A recomendação da norma é que para o NEN o limite de exposição ocupacional diário ao ruído seja igual a 85dB(A) e o limite de exposição teto seja de 115dB(A).

A Norma de Higiene Ocupacional 01 (NHO-01) estabelece ainda, o uso de medidores integrados de uso pessoal, fixados no trabalhador, de modo que possa captar ruídos o mais próximo possível do pavilhão auricular do mesmo. Ficado também recomendado outros tipos de medidores integrados ou medidores de leitura instantânea, não fixados no trabalhador, que podem ser usados na avaliação de determinadas situações de exposição ocupacional (GUIMARÃES et al. 2011).

#### 2.4 NR – 15

A Portaria Nº 3.214 de 08 de agosto de 1978 aprovou as Normas Regulamentadoras relativas à Segurança e Medicina do Trabalho no Brasil. Assim, passaram a ser consideradas instrumentos legais e legítimos de normatização das atividades profissionais, com vistas a manutenção da saúde e segurança dos trabalhadores.

Barros et al. (2011) explicam que a NR-15 trata das atividades e operações insalubres, agentes insalubres, inclusive seus limites de tolerância, e que esta define quais situações as quais os trabalhadores estejam submetidos são consideradas insalubres, e também, os meios de proteger os trabalhadores de tais exposições lesivas à sua saúde. A fundamentação legal, que dá embasamento jurídico à existência desta NR, são os artigos 189 e 192 da CLT.

Continuando, os autores ainda afirmam que é considerada atividade insalubre quando ocorre além dos limites de tolerância, isto é intensidade, natureza e tempo de exposição ao agente, que causará danos à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral. As atividades insalubres estão contidas nos anexos da Norma e são considerados os agentes: ruído (contínuo, permanente e de impacto); tolerância à exposição ao calor; radiações ionizantes; agentes químicos, poeiras minerais e agentes biológicos (BARROS et al. 2011).

Nos anexos da NR-15 estão estabelecidos os valores limites que permitem uma exposição de até 8 horas diárias a ruídos de até 85 dB em nível de pressão sonora (dBNPS). Conforme aumenta o nível de ruído, diminui o tempo de exposição permitido pela NR 15, que considera como incremento de duplicidade o valor de 5dB(A).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este é um trabalho de pesquisa aplicada, e tem como objetivo obter conhecimentos para um problema prático. Possui enfoque quantitativo, porque usará indicadores numéricos normalizados internacionalmente, a fim de compara-los com outros dados numéricos.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa é descritiva e exploratória, uma vez que irá analisar de forma mais densa um problema real e prático com intuito avaliar e trazer a luz embasamentos capazes de comprovar uma hipótese.

Ainda, classifica-se esta pesquisa como um estudo de caso, pois explora uma situação real e verídica sem contudo, causar prejuízo ao objeto de estudo.

#### 3.2 LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ESTUDOS

A presente pesquisa foi realizada no novo Aterro Sanitário Municipal de Jaguariaíva, município da região denominada Norte Pioneiro no estado do Paraná e tem cerca de 32 mil habitantes, segundo o IBGE (2010). O município de Jaguariaíva é um polo regional da indústria madeireira, com a mais completa cadeia produtiva do Brasil. As serrarias locais produzem mais de vinte e cinco mil toneladas por mês de cavaco energético, destinado, principalmente as indústrias do Estado de São Paulo. É gerada uma receita anual superior a um bilhão e quatrocentos milhões de reais, mais cerca de 400 milhões em impostos e uma massa salarial superior a cento e cinquenta milhões de reais (IBGE, 2010).

Um das metas da Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída em 2010 pela Lei 12.305, é acabar com todos os lixões a céu aberto no Brasil. Para tanto, a lei estabeleceu um prazo que termina em Agosto de 2014. Também faz parte dessa política, a implementação da coleta seletiva, da logística reversa e da compostagem de resíduos orgânicos, entre outros pontos.

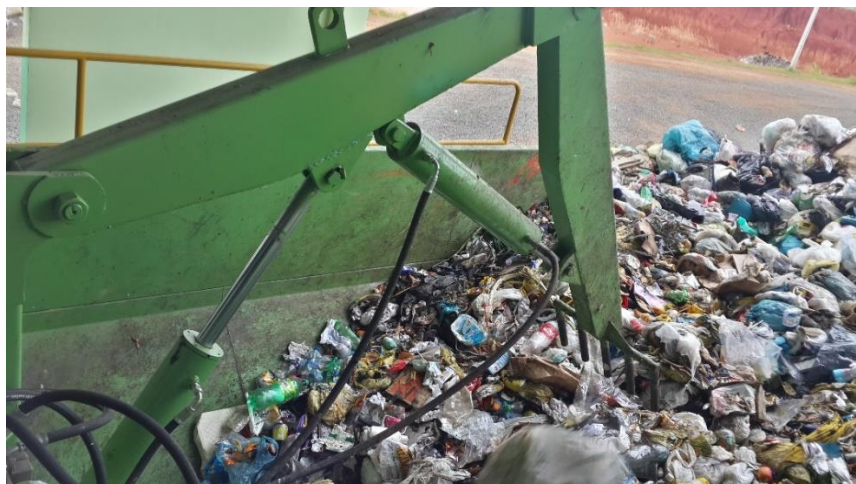
O município de Jaguariaíva/PR iniciou seu projeto de adequação do aterro sanitário municipal em meados de 2010, com a regularização ambiental e contratação de corpo técnico e obras de engenharia para realizar levantamentos e estabelecer um cronograma de investimentos no setor. Até então, havia apenas o recobrimento diário do lixo depositado, cerca de 24 toneladas diárias. Também haviam pessoas que moravam dentro do aterro, em barracos feitos do próprio lixo, onde faziam a separação a céu aberto e vendiam o material para atravessadores.

Em 2011 o município assinou um Termo de Ajuste de Conduta – TAC com o Ministério Público Estadual, comprometendo-se a extinguir a coleta de lixo informal dentro do aterro, criando e agregando os trabalhadores que lá estavam em uma cooperativa de catadores, a COOCRESPRO – Cooperativa de Catadores de Recicláveis e Serviços de Produção.

Outra prerrogativa do TAC era a implantação de uma Usina de Processamento de Resíduos, a qual foi licitada, instalada dentro do aterro municipal e teve sua inauguração no mês de Setembro de 2013. Ao todo, foram investidos mais de 1 milhão de reais nesse processo, segundo a Prefeitura Municipal.

### 3.3 USINA DE PROCESSAMENTO

A função dessa usina é a de facilitar o trabalho de processamento do lixo que é recolhido diariamente na área urbana do município. De tal modo, os agora chamados “agentes ambientais” trabalham em um espaço adequado, com abrigo do clima, equipamentos de proteção individual, espaço social, vestiários, banheiros, cozinha e recebem treinamento periódico. Assim, os caminhões de coleta urbana despejam o lixo no recipiente de armazenamento (moega), onde um braço hidráulico (Fotografia 1) manipula o material até o início da esteira.



**Fotografia 1 - Braço hidráulico que maneja o lixo na entrada da usina.  
Fonte: A autoria própria.**

Ao longo desta esteira, que tem 25 metros de extensão, ficam posicionados 20 agentes ambientais, 10 de cada lado, fazendo a triagem do lixo e depositando este em recipientes para posterior prensagem e comércio.

Ao fim do curso da esteira, o material que não foi triado, preferencialmente resíduos orgânicos, segue até o picador. A função deste é de triturar os rejeitos em partículas menores para que possam passar pela peneira, onde os últimos resíduos não orgânicos são removidos. Daí seguem para as pilhas de orgânico onde passam pelo processo de compostagem e posterior disponibilização para agricultura.

Primordialmente, foi instalada uma segunda esteira, inclinada, na saída do picador. Esta esteira levava o rejeito até uma caçamba, onde um trator trasladava uma vez ao dia até a peneira. Porém, devido a problemas mecânicos na instalação pela empresa contratada, essa esteira foi provisoriamente removida para reparos e adequações. Sendo que posteriormente não deverá haver agente ambiental trabalhando na saída de rejeitos do triturador.

### 3.4 COLETA DE DADOS

Para a efetiva avaliação proposta neste trabalho, serão necessárias coleta de dados segundo descrevem as normas NR-15 e NHO-01. Os dados em questão são provenientes de um único parâmetro ambiental utilizado para a caracterização da exposição ocupacional ao ruído, expresso em porcentagem de energia sonora, tendo

por referência o valor máximo da energia sonora diária admitida, definida com base em parâmetros preestabelecidos pela NHO-01 e NR-15.

As medições das doses de ruído serão realizadas com medidor integrador de uso pessoal que fornece a dose da exposição ocupacional, conhecido como dosímetro. O aparelho selecionado é o DOS-500 da Instrutherm® (Fotografia 2), uma empresa especializada em equipamentos de medição que atua no Brasil desde 1984 com mais de 70.000 clientes. Este aparelho foi locado pela empresa RP Segurança e Medicina Do Trabalho, a qual possui o certificado de calibração e realiza todas as manutenções periódicas.



**Fotografia 2 - Imagens do Dosímetro DOS-500 da Instrutherm®.**  
Fonte: site do fabricante.

O equipamento utilizado atende especificações do Instituto Nacional de Padrões Americanos (ANSI) e S.4-193 IEC651 (1979), projetado de acordo com as especificações ANSI s 1.25 (1978).

A norma brasileira NR 15 (2011) não especifica por quanto tempo nem a metodologia de como as medições devem ser realizadas, deixando espaço para que

o avaliador decida com base nas normas em vigor, sendo feitas apenas as seguintes observações:

- O medidor deve estar próximo ao ouvido do trabalhador e
- O instrumento medidor de NPS deve estar assim ajustado:
  - ✓ Deve ser medido em decibéis (dB)
  - ✓ Circuito de ponderação - "A";
  - ✓ Circuito de resposta - lenta (slow);
  - ✓ Incremento de duplicação de dose = 5 ( $q = 5$ )
  - ✓ Critério de referência - 85 dB(A), que corresponde a dose de 100% para uma exposição de 8 horas;
  - ✓ Faixa de medição mínima - 80 a 115 dB(A);

Já a norma NHO-01 (2001) recomenda que as medições de ruído contínuo ou intermitente sejam realizadas com medidor integrador de uso pessoal onde o microfone deve estar fixado dentro da zona auditiva, ou seja, sobre o ombro e preso na vestimenta. Também é recomendado que em locais onde houverem diferenças significativas entre os níveis de pressão sonora que atingem os dois ouvidos, as medições deverão ser realizadas do lado exposto ao maior nível. Ainda, devem estar ajustados de forma a atender aos seguintes parâmetros:

- Circuito de ponderação - "A"
- Circuito de resposta - lenta (slow) ou rápida (fast), quando especificado pelo fabricante
- Critério de referência - 85 dB (A), que corresponde a dose de 100% para uma exposição de 8 horas
- Nível limiar de integração - 80 dB (A)
- Faixa de medição mínima- 80 a 115 dB (A)
- Incremento de duplicação de dose = 3 ( $q = 3$ )
- Indicação da ocorrência de níveis superiores a 115 dB (A)

#### 3.4.1 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

A Usina de Processamento é assim dividida:

- 1- Moega de recebimento de lixo;



- 2- Esteira de triagem;
- 3- Moedor ou Triturador e
- 4- Peneira.

Os agentes ambientais que queixaram-se de ruído, são os que trabalham próximos ao Triturador, ao fim do curso da Esteira de Triagem, local com a principal fonte de ruído (motor trifásico) uma vez que o motor da esteira fica junto ao motor do triturador e não existem outros motores em operando na Usina. Assim, optou-se por iniciar a medição do NPS pelos dois agentes ambientais mais próximos ao fim da Esteira de Triagem, onde eles trabalham um de cada lado.

Como a dinâmica de trabalho é bastante simples, não houve necessidade de subdividir o ciclo de exposição, pois os procedimentos laborais são constantes ao longo da jornada de oito horas (8h). Ou seja, a partir do momento em que o trabalhador chega em seu posto de trabalho (ao lado da esteira de triagem) os motores já estão em funcionamento e assim permanecem até o fim da jornada. O horário de funcionamento da Usina de Processamento é das oito horas (08h00m) até as dezoito horas (18h00m), com intervalo de duas (02) horas para refeição e descanso.

Dessa forma, optou-se for fazer a medição durante um período para cada agente ambiental, sendo que no primeiro período (manhã) o Dosímetro DOS-500 foi calibrado conforme a NHO-01 (2001) e no segundo período (tarde) a calibração foi feita conforme determina a NR-15 (2011).

## 4 RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos com as medições realizadas em uma Usina de Processamento de Resíduos Sólidos, através da aplicação das metodologias apresentadas nas normas NR 15 (2011) e NHO-01 (2001) para avaliação da exposição ao ruído pelos trabalhadores.

### 4.1 DOSIMETRIA

As medições ambientais foram realizadas no dia 17/12/2013 durante toda a jornada de trabalho (8h), e como citado anteriormente, divididas em dois períodos, sendo o primeiro, denominado P1NHO, dedicado aos procedimentos definidos pela NHO-01 e o segundo, denominado P2NR para a NR-15.

#### 4.1.1 DOSIMETRIA — P1NHO

Cada período deveria compreender quatro (04) horas de medição ininterrupta. Porém, devido a atrasos para o início das atividades na usina, o P1-NHO não atingiu esse valor. Assim, a medição teve duração de três horas e quarenta e um minutos (03h41m), valor muito próximo às quatro (04h) horas almejadas e portanto foi considerado satisfatório, não sendo efetuada nova medição.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos com o dosímetro configurado segundo as orientações da NHO-01 (2001) e processados pelo software proprietário do fabricante.

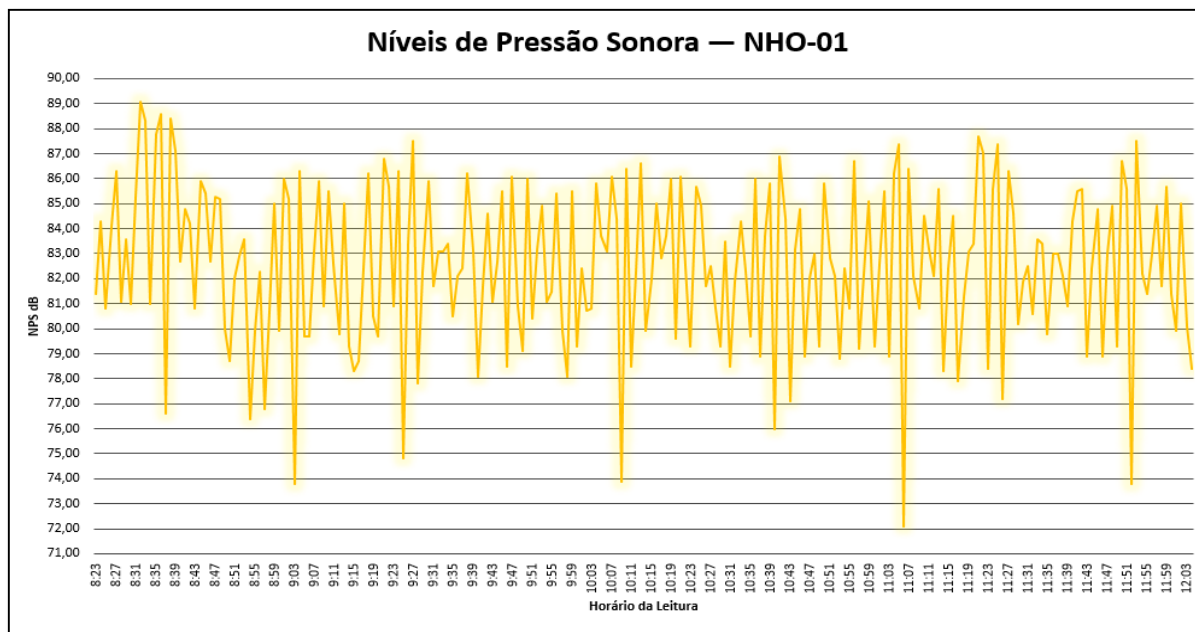
Tabela 1 – Súmula da avaliação de ruído segundo a NHO-01 (2001)

<i>Nível de critério</i>	85dB
<i>Nível limiar</i>	80dB
<i>Taxa de troca</i>	3dB
<i>Ponderação de tempo</i>	LENTO
<i>dB RMS 115</i>	Não
<i>Excedeu 140 dB</i>	Não
<i>Data de início(mm:dd)</i>	12-17
<i>Hora de início(hh:mm)</i>	08:23
<i>Hora de finalização(hh:mm)</i>	12:04
<i>Tempo de exposição(hh:mm)</i>	03:41
<i>Período de pausa(hh:mm)</i>	00:00
<b>Valor de dose (%)</b>	<b>31.58</b>
<b>NEN</b>	<b>83,36</b>

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 1 traz a síntese do dados ambientais coletados pelo dosímetro conforme determina o procedimento descrito na NHO-01 onde, em negrito, estão computados os valores referentes ao valor da dose (em porcentagem) e o Nível de Exposição Normalizado (NEN).

A dose registrada pelo dosímetro foi de 31,58% e o Nível de Exposição Normalizado foi de 83,36 dB(A). No Gráfico 1 pode-se analisar a distribuição dos níveis de pressão sonora medidos durante o ciclo de avaliação do trabalhador. Pelo gráfico pode-se constatar que não houve pico acima dos 89 dB(A), além do ruído, ao longo da jornada, se comportar tipicamente de forma contínua, ou seja, não possui grandes variações.



**Gráfico 1 - Distribuição dos NPS ao longo do período de amostragem – P1NHO.**  
**Fonte: Autoria própria.**

#### 4.1.2 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS SEGUNDO A NHO-01(2001)

A NHO-01 diz que a avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente deverá ser feita por meio da determinação da dose diária de ruído ou do nível de exposição, parâmetros representativos da exposição diária do trabalhador.

Com base no critério de Dose Diária da norma de higiene ocupacional e considerando a dose medida na Usina de Processamento foi de 31,58%, distante, assim, de superar a dose máxima admitida pela norma ( $D=100\%$ ), não se observa portanto risco iminente a saúde auditiva do Agente Ambiental.

A NHO-01 (2001) estabelece ainda, para doses entre 50% e 100% da exposição diária, como critério para intervenção preventiva. Faixa que também não foi atingida pelo trabalho dentro da Usina. Dessa forma, considerando o critério de Dose de Exposição e as determinações feitas pela norma da Fundacentro (Quadro 3), a exposição é aceitável e a atuação recomendada é de no mínimo, manutenção da condição verificada no ambiente de trabalho.

Dose - %	NEN - dB(A)	Consideração Técnica	Atuação Recomendada
0 – 50	Até 82	Aceitável	No mínimo manutenção da condição existente
50 – 80	82 a 84	Acima do nível de ação	Adoção de medidas preventivas
80 – 100	84 a 85	Região de incerteza	Adoção de medidas preventivas e corretivas
Acima de 100	Acima de 85	Acima do limite de exposição	Adoção de medidas corretivas

**Quadro 3 - Critérios de Tomada de Decisão – NHO 01**

**Fonte: Adaptado de Fundacentro, 2001.**

Porém, observando o Quadro 3, é importante fazer uma ressalva, pois mesmo demonstrando uma dose de apenas 31,58% o Nível de Exposição Normalizado (NEN) medido foi de 83,36 dB(A), valor que indica nível de ação segundo a norma, com adoção de medidas preventivas.

#### 4.1.3 DOSIMETRIA — P2NR

Conforme se pode observar na Tabela 2, a avaliação de exposição a ruído realizada no período da tarde com o dosímetro, ajustado segundo a NR-15 do Ministério do Trabalho, teve duração adequada, para os critério definidos, de quatro horas e dezenove minutos (4h19m) e resultou em valor de Dose de 34,97% com nível de exposição normalizado (NEN) de 81.81 dB(A).

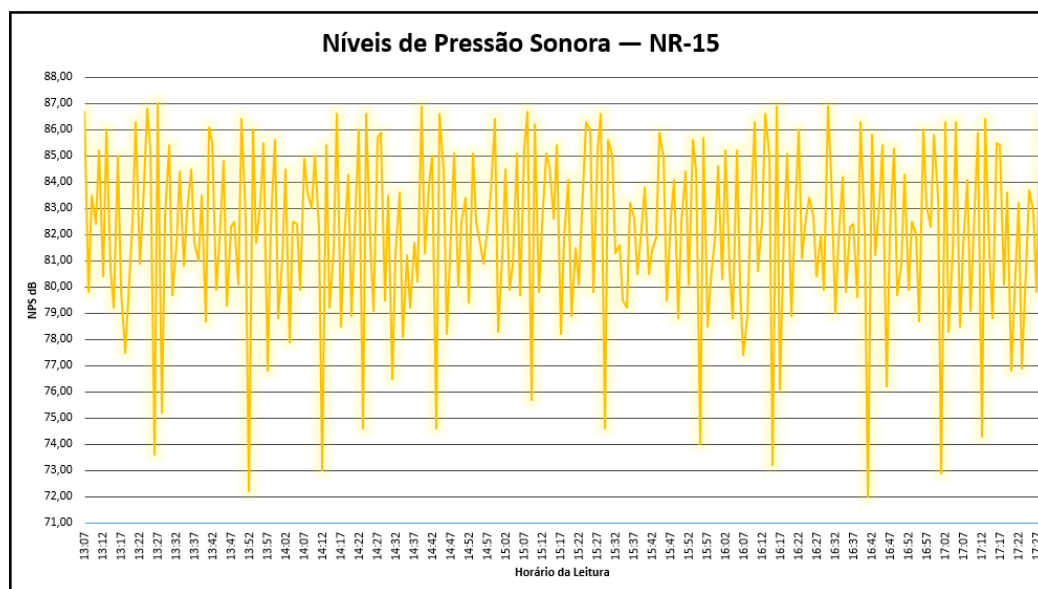
**Tabela 2 – Súmula da avaliação de ruído segundo a NR-15 (2011)**

<i>Nível de critério</i>	85dB
<i>Nível limiar</i>	80dB
<i>Taxa de troca</i>	5dB
<i>Ponderação de tempo</i>	LENTO
<i>dB RMS 115</i>	Não
<i>Excedeu 140 dB</i>	Não
<i>Data de início(mm:dd)</i>	12-17
<i>Hora de início(hh:mm)</i>	13:07
<i>Hora de finalização(hh:mm)</i>	17:27
<i>Tempo de exposição(hh:mm)</i>	04:19
<i>Período de pausa(hh:mm)</i>	00:00
<b>Valor de dose (%)</b>	<b>34.97</b>
<b>NEN</b>	<b>81.81</b>

**Fonte: Autoria própria.**

O agente ambiental que portou o dosímetro no período da tarde (P2-NR) é o que fica imediatamente ao lado do motor que move a esteira e por conseguinte, exposto a maior quantidade de ruído.

O Gráfico 2, assim como no tópico anterior, mostra uma distribuição contínua dos níveis de pressão sonora ao longo da jornada de trabalho. Pode-se notar também a ausência de picos acima dos 87 dB(A).



**Gráfico 2 - Distribuição dos NPS ao longo do período de amostragem – P2NR.**  
**Fonte: Autoria própria.**

#### 4.1.2 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS SEGUNDO A NR-15 (2011)

Embora a NR-15 não utilize o conceito de dose diária este, ainda pela NHO-01, apresenta valor (34,97%) abaixo do nível de ação (50%-100%). E o Nível de Exposição Normalizado medido foi de 81,81 dB(A), para uma jornada de oito horas (8h).

Assim, comparando com o Quadro 4, oriundo da NR-15, se pode constatar que o nível de ruído averiguado na Usina de Reciclagem está abaixo no limite de 85 dB(A) para uma jornada de oito horas (8h) de trabalho contínua, não sendo necessárias providencias nem ações que não as de manutenção do ambiente nestes níveis.

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
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	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

**Quadro 4 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.  
Fonte: NR-15 (2011)**

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar a exposição ao ruído de uma Usina de Processamento de Resíduos Sólidos Urbanos no município de Jaguariaíva/PR, através da aplicação dos procedimentos descritos em duas normas nacionais brasileiras, a Norma de Higiene Ocupacional nº 01 da Fundacentro e a Norma Regulamentadora nº 15 do Ministério do Trabalho.

Embora apresentem parâmetros bastante parecidos os modos de interpretação são bastante diferenciados e é de conhecimento geral que a NHO-01 é muito mais restritiva do ponto de vista da permissibilidade de exposição ao ruído dos trabalhadores, uma vez que adota como índice de duplicação de dose 03 dB(A) e o conceito de dose de exposição (D).

Após a coleta e análise dos dados, ficou claro que os agentes ambientais que trabalham na triagem de resíduos na esteira não estão expostos a condições insalubres ou mesmo que indiquem risco iminente a saúde ocupacional quando se consideram os parâmetros da NR-15, porém dentro do nível de ação de 50% descrito na NR-09. Ou seja, como o limite de exposição é de 85 dB(A) para oito horas (8h) e a dose de incremento é de 5 dB(A), logo, valores acima dos 80 dB(A) já indicam que ações devem ser adotadas, e como o valor medido no período P2NR foi de 81.81 dB(A), medidas de controle devem ser implementadas.

Em nenhuma das medições, a dose de ruído ficou acima dos 50%. Entretanto, foi verificado que o nível de exposição normalizado, segundo a NHO-01, está dentro do nível de ação da norma, logo, ações de prevenção devem ser assumidas. O autor sugere que os trabalhadores não atuem tão próximos do fim da esteira (próximos aos motores) criando-se uma zona de exclusão, enclausuramento dos motores e também os agentes ambientais utilizem equipamentos de proteção individual.

Assim, como as medições indicaram que os níveis de ruídos não são perigosos mesmo para os trabalhadores mais próximos as fontes de ruído, as medições em outros agentes ao longo da esteira de triagem foram descartadas.

Por fim, considera-se que os objetivos geral e específicos foram atingidos neste trabalho, e que medidas corretivas devem ser tomadas no posto de trabalho, conforme a NR 15 (2011) sugere. Novas análises deverão ser feitas com intuito de



aprofundar ainda mais a investigação do porquê das queixas feitas pelos trabalhadores que atuam próximos ao triturador de resíduos quando ao ruído. A hipótese mais provável é que a maioria das pessoas que procuram o trabalho na usina de processamento jamais tiveram emprego em ambientes industriais e, provenientes de meio rural, possuem pouca adaptação a quantidades mais significativas de pressão sonora.

## 6 REFERÊNCIAS:

<<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/cxxv.pdf>> Acesso em: 15 out. 2013.

ARAUJO, S. A. **Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica**. Rev. Bras. Otorrinolaringologia, São Paulo, v.68, n.1, Maio 2002 .

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - (ABNT). NBR 10151: **Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto das comunidades - procedimento**. Rio de Janeiro, 1987.

BRASIL. **Decreto nº 4.882** - de 18 de novembro de 2003 - DOU de 19/11/2003

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Perda auditiva induzida por ruído (Pair)**. Editora do Ministério da Saúde. 40p: il. 1.<sup>a</sup> ed. Brasília, 2006.

Brasil. Portaria n. 3214, de 8 de Junho de 1978. **Aprova as normas regulamentadoras NR do capítulo V, título II da Consolidação das Leis Trabalhistas, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho**. Diário Oficial da União. Jul 1978.

CALDART A.U., ADRIANO C.F., TERRUEL I., MARTINS R.F., CALDART A.U., MOCELLIN M. **Prevalência de perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores da indústria têxtil**. Arq Int Otorrinolaringol. 2006;10(3):192-6.

CAVALCANTE, F.; FERRITE, S. e MEIRA, T. C. **Exposição ao ruído na indústria de transformação no Brasil**. Rev. CEFAC, São Paulo, 2013 .

CAVALCANTE, F.; FERRITE, S.; MEIRA, T. C. **Exposição ao ruído na indústria de transformação no Brasil**. Rev. CEFAC, São Paulo, 2013.

CID-10 - **Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde – 10.<sup>a</sup> revisão**: publicação desenvolvida pela OMS, com o fim de obter informações estatísticas sobre doenças e causas de óbitos, principalmente para atender às necessidades dos serviços de Saúde Pública, visando ainda à unificação da nomenclatura médica. [www.who.int](http://www.who.int)

CORREA FILHO, Heleno Rodrigues et al. **Perda auditiva induzida por ruído e hipertensão em condutores de ônibus.** Rev. Saúde Pública, São Paulo, v. 36, n. 6, Dec. 2002.

CREPPE, R.C.; PORTO, L.G.C. **Utilização do dosímetro nas avaliações de Ruído Ocupacional.** In: VIII Simpósio de Engenharia de Produção, 2001, Bauru. Anais do VIII Simpósio de Engenharia de Produção.

DOBIE R.A. **The burdens of age-related and occupational noise-induced hearing loss in the United States.** Ear Hear. 2008; 29(4):565-77.

FARIAS, V.H.V.; BURITI, A.K.L.; ROSA, M.R.D. **Ocorrência de perda auditiva induzida pelo ruído em carpinteiros.** Rev. CEFAC, São Paulo, v.14, n.3, Junho, 2012.

FELDMAN, A. S.; GRIMES, C. T. **Hearing conservation in industry.** Baltimore: The Williams & Wilkins, 1985.

FERREIRA, A. V. AITA A. D. C. E SIQUEIRA L. P. **Ocorrência de perda auditiva por nível de pressão sonora elevado em trabalhadores de uma indústria do ramo metalmeccânico de Caxias do Sul-RS.** Distúrb Comun, São Paulo, 24(2): 135-147, setembro, 2012

FERREIRA, J. A. **A coleta de resíduos Urbanos e os Riscos para a saúde dos Trabalhadores.** Vitória-ES: ABES, 2006. Disponível em:

FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. **Aspectos de Saúde Coletiva e Ocupacional Associados à Gestão dos Resíduos Sólidos Municipais.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 689-696, maio/jun. 2001.

FORTUNA, V.S. **Um Simulador de Tráfego para o Estudo do Ruído – Dissertação.** Estatística Aplicada e Modelação. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, julho 2006.

FUNDACENTRO. NHO-01 - **Avaliação da exposição ocupacional ao ruído.** Fundacentro. São Paulo: 2001. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/Publicacao/NHO01.pdf>> Acesso em 12 de Outubro de 2013.

GERGES, SAMIR. N. Y. **Ruído. Fundamentos e Controle. 2ª edição.** Florianópolis: Editora Imprensa Universitária UFSC, 2000.

GONÇALVES, V. B.; REIS, Â. V.; BERTOLDI, T. L.; HORNKE, N. F.; & KIRINUS, C. A. **Avaliação do Nível de Ruído no Posto do Operador em Tratores do Programa mais Alimentos.** UFPEL. 2011.

GUERRA M.R., LOURENÇO P.M.C., TEXEIRA M.T.B., ALVES M.J.M. **Prevalência de perda auditiva induzida por ruído em empresa metalúrgica.** Rev Saúde Publ. 2005; 39:527-30.

GUIMARÃES, V.C.; SILVA, D.F.; ALCANTARA, G.B.; LEITE, A.M.P. **Exposição dos trabalhadores ao ruído em uma usina de asfalto.** V Workshop De Análise Ergonômica Do Trabalho – UFV. II Encontro Mineiro de Estudos em Ergonomia. Mai. 2011.

HANS, R.F. **Avaliação de ruído em escolas. Rio Grande do Sul: UFRSPROMEC,** 2001. [Internet]. [citado 2010 Dez 16]. Disponível em: <http://www.liberato.com.br/upload/arquivos/0131010715441616.pdf>.

[http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/teses\\_pdf/PauloMaia.pdf](http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/teses_pdf/PauloMaia.pdf).

IBGE – **Censo Populacional.** 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Genève. ISO 2204; **Acoustic - Guide to International Standards on the measurement of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on human being.** Genève, 1979. 7p.

JERONIMO C. E. M., BORGES G, CARDINS R., COELHO M., PEREIRA J. **Monitoramento dos níveis de pressão sonora produzido por uma instituição de ensino médio de Mossoró – RN.** Scientia Plena, v. 9, n. 9 (2013)

LALANDE, N. M.; HETÚ, R.; LAMBERT, J. **Is occupational noise exposure during pregnancy a risk factor of damage to the auditory system of the fetus?** American Journal of Industrial Medicine, Quebec, Canadá, 1986.

MACIEL, D.U.; CATAI, R.E.; STELLA, J.C.; MATOSKI, A. **Análise dos Níveis de Ruído Dentro de um Canteiro de Obras - Estudo de Caso.** XXXII Encontro Nacional De Engenharia de Produção. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade

Social: As Contribuições da Engenharia de Produção; Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

MAIA, P.A. **Estimativa de exposições não contínuas a ruído: Desenvolvimento de um método e validação na Construção Civil**. Campinas: 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Universidade Estadual de Campinas. Acesso em: 13/10/2013. Disponível em:

PEREIRA, M.F.B.; AMARAL, A.S. **Lixo, Segurança e Saúde: Conscientizando os Agentes Ecológicos do Município de Dourados-MS**. A Respeito de Segurança do Trabalho. Anais do 8º Seminário de Extensão Universitária – Semex, Nº 03. 2010.

MELLO, A. P.; WAISMANN, W. **Exposição ocupacional ao ruído e químicos industriais e seus efeitos no sistema auditivo: revisão de literatura**. Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia, vol.8, p.226-34, 2004.

MERLUZZI, F. Patologia da rumore. In: SARTORELLI, E. **Trattato di medicina del lavoro**. Pádua: Piccin Editore, 1981. v. 2. p.1119-1149.

MIRANDA, C.R.; DIAS, C.R.; PENA, P.G.L; et. al. **Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores industriais da região metropolitana de Salvador, Bahia**. Inf. Epidemiol. Sus, Mar. 1998, vol.7, no.1, p.87-94. ISSN 0104-1673.

MOREIRA, I.P.A. **Reabilitação Auditiva em Crianças com Surdez Neurosensorial Severa/Profunda**. Dissertação de Mestrado. Universidade da Beira Interior. Maio de 2009. Covilhã, Portugal

MORETTI M.M., PRADO I.M.M. **Nível de pressão sonora produzido em experimentos sobre a velocidade do som e a sua ação sobre o organismo humano**. Arq. Mudi. 2007;11(1):34-40.

OLIVA F.C.; MORATA T.C.; LACERDA A.B.M.; STEINMETZ L.; BRAMATTI L.; VIVAN A.G.; et al. **Mudança significativa do limiar auditivo em trabalhadores expostos a diferentes níveis de ruído**. Rev. Soc Bras Fonoaudiol. 2011;16(3):260-5.

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE LA SALUD E ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE LA SALUD – OMS. **Critérios de salud ambiental**. El Ruído, México, 1980.

PFEIFFER, M.; ROCHA, L.R.O.; OLIVEIRA, F.R.; FROTA S. **Intercorrência audiológica em músicos após um show de rock.** Revista CEFAC. 2007;9(3):423-9.

PORTO, M. F. S. **Lixo, trabalho e saúde: um estudo de caso com catadores em um aterro metropolitano no Ripo de Janeiro.** Brasil, 2004.

RIBEIRO, D.; BARBOSA, L. **Relação entre o ouvido humano e o som.** Engenharia de Computação em Revista, América do Norte, 110 07 2010.

RODRIGUES M.A.G, DEZAN A.A, MARCHIORI L.L.M. **Eficácia da escolha do protetor auditivo pequeno, médio e grande em programa de conservação auditiva.** Rev. CEFAC. 8(4): 543-547. Dez. 2006.

RUSSO, I. C. P. **Acústica e Psicoacústica. Aplicadas à Fonoaudiologia.** São Paulo: Ed. Lovise Ltda, 1993. 178 p.

SANTOS, U.P.; SANTOS, M.P. **Exposição a ruído: efeitos na saúde e como preveni-los.** Cadernos de Saúde do Trabalhador . Instituto Nacional de Saúde no Trabalho. 1. ed. São Paulo, novembro 2000.

SELIGMAN, J. **Efeitos Não Auditivos e Aspectos Psicossociais no Indivíduo Submetido a Ruído Intenso.** Curso Ruído e Surdez Pré-Congresso - XXXI Congresso Brasileiro de ORL - Vol. 59 / Edição 4 / Período: Outubro - Dezembro de 1993. São Pauto - 1993.

SILVA, A. P.; COSTA, E.A.; RODRIGUES, S.M.M.; SOUZA, H.L.R.; MASSAFERA, V.G. **Avaliação do perfil auditivo de militares de um quartel do Exército Brasileiro.** Rev. Bras. Otorrinolaringol., São Paulo, v.70, n. 3, Junho 2004.

SILVA, R.P.; FONTANA, G.; LOPES, A.; FURLANI, C.E.A. **Avaliação do nível de ruído em colhedoras combinadas.** Eng. Agríc., Botucatu , v. 24, n. 2, agosto 2004.

SILVEIRA, J.C.M.; FERNANDES, H.C.; RINALDI, P. C. N.; MODOLO, A.J. **Níveis de Ruído em Função do Raio de Afastamento Emitido por Diferentes Equipamentos em uma Oficina Agrícola.** NOTA TÉCNICA. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.15, n.1, p.66-74, Jan./Mar., 2007.

SOUZA, M.C.R. **Determinação da Potência Sonora em Ambientes Industriais por Intensimetria Acústica** – Tese de doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Florianópolis, 2003.

SOUZA, N.S.S.; CARVALHO, F.M.; FERNANDES R.C. P. **Hipertensão arterial entre trabalhadores de petróleo expostos a ruído**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17(6):1481-1488, nov-dez, 2001.