

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO E CONFORTO ACÚSTICO EM UM ESTÚDIO DE  
TATUAGEM

por

Márcio Lutz

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Engenheiro Mecânico.

Porto Alegre, junho de 2019

ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO E CONFORTO ACÚSTICO EM ESTÚDIOS DE  
TATUAGEM

por

Márcio Lutz

ESTA MONOGRAFIA FOI JULGADA ADEQUADA COMO PARTE DOS  
REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
**ENGENHEIRO MECÂNICO**  
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA DO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. Mario Roland Sobczyk Sobrinho  
Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica

Área de Concentração: **Mecânica dos Sólidos**

Orientadora: Prof. Letícia Fleck Fadel Miguel

Comissão de Avaliação:

Prof. Edson Hikaro Aseka

Prof. Felipe Tempel Stumpf

Prof. Letícia Fleck Fadel Miguel

Porto Alegre, 17 de junho de 2019.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente aos meus pais, Jair e Osmilda, por todo carinho e palavras de incentivo sempre que precisei. Obrigado pelo suporte e confiança, vocês fizeram esse sonho ser possível.

Ao meu irmão Maicon, por toda atenção, por abrir meus olhos para tantas coisas e ser essa pessoa incrível na minha vida.

À equipe do Verani Tattoo, em especial, ao Rafael Giovanoli, pelo suporte e por abrir as portas para que este trabalho pudesse ser realizado.

À professora Letícia F. F. Miguel, pela disponibilidade e conselhos fornecidos, essenciais para a execução deste trabalho.

A todos os projetos de extensão que participei, em especial à OTMZA Assessoria em Engenharia, por todas as experiências e aprendizados que me proporcionaram nestes últimos anos.

Aos amigos que fiz durante esta jornada, vocês foram minha família quando a minha estava longe e sempre vou ser grato por isso. Por todos os conselhos e risadas, minha eterna gratidão.

LUTZ, M. **Análise da exposição ao ruído e conforto acústico em um estúdio de tatuagem.** 2019. 19p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

## RESUMO

O ruído é fator inerente a diversas atividades profissionais ou de lazer. A exposição prolongada a níveis elevados causa impacto na saúde humana, podendo levar a diminuição ou perda completa da audição em casos de exposição severa, além de problemas neurológicos e comportamentais. Máquinas de tatuagem emitem ruído enquanto ligadas e esta fonte é pouco caracterizada na literatura, sendo, portanto, um potencial risco à saúde auditiva. A crescente procura por este tipo de serviço nos últimos anos fez aumentar o número de estúdios e o número de pessoas expostas. Desta forma, o presente trabalho objetiva medir e avaliar os níveis de pressão sonora (NPS) presentes em um estúdio de tatuagem, bem como a dose de ruído que um tatuador é submetido em sua jornada de trabalho. A avaliação do ambiente foi realizada seguindo procedimentos estabelecidos na NBR 10152 (2017), enquanto a dose foi avaliada conforme procedimentos definidos na norma NHO-01 (2001). Após medições em campo realizadas para dois tipos de máquinas – rotativas e de bobinas –, os valores de NPS e dose foram comparados com os valores de referência em suas respectivas normas e NR-15 (2014). Os resultados obtidos para a máquina rotativa evidenciam sua adequação aos parâmetros normatizados, apresentando NPS equivalente de  $54,3 \pm 2,6\text{dB(A)}$ , curva NC de 55 que garante o conforto acústico para este tipo de ambiente, e nenhuma leitura acima de 80dB para a dose de ruído. No que tange à máquina de bobinas, o NPS equivalente encontrado foi de  $73,1 \pm 2,9\text{dB(A)}$  e curva NC superior a 70, resultando em falta de conforto acústico no ambiente. Não obstante, a dose foi avaliada em 27% para uma jornada de 6 horas de trabalho efetivo, com utilização da máquina rotativa em 60% do tempo, mostrando-se assim adequada para o caso estudado. Uma análise de possíveis cenários de utilização das máquinas rotativas e de bobinas demonstram possíveis casos de exposição prolongada a ruído severo, necessitando a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) tendo em vista a impossibilidade de medidas de contenção na fonte ou no meio.

**PALAVRAS-CHAVE:** ruído, tatuagem, dose de ruído, NBR 10152, NHO-01, NR-15.

LUTZ, M. **Analysis of noise exposure and acoustic comfort in tattoo studios**. 2019. 19p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

## **ABSTRACT**

Noise is an inherent factor in many professional or recreation activities. Prolonged exposure to high levels causes impact on human health and may lead to decrease or complete hearing loss in cases of severe exposure, as well as neurological and behavioral problems. Tattoo machines emit noise while operating and this source is poorly characterized in the literature, thus being a potential risk to hearing health. The increasing demand for this type of service in recent years has increased the number of studios and the number of people exposed. Therefore, the present study aims to measure and evaluate the sound pressure levels (SPL) present in a tattoo studio, as well as the daily noise dose level that a tattoo artist undergoes in their work day. The evaluation of the room was performed following procedures established in NBR 10152 (2017), while the daily dose was evaluated according to procedures defined in the NHO-01 (2001) standard. After field measurements performed for two types of tattoo machines – rotating and coil –, the values of SPL and noise dose were compared with the reference values in their respective standards and NR-15 (2014). The results obtained for the rotary machine show its adequacy to the normalized parameters, presenting SPL equivalent of  $54.3 \pm 2.6\text{dB(A)}$ , NC curve of 55 that guarantees the acoustic comfort for this type of environment, and no reading above 80dB for the noise dose. Regarding the coil machine, the equivalent SPL found was  $73.1 \pm 2.9\text{dB(A)}$  and NC curve higher than 70, resulting in lack of acoustic comfort in the environment. Nevertheless, the dose was evaluated in 27% for a 6-hour workday, using the rotating machine in 60% of the time, thus being adequate for the case studied. An analysis of possible scenarios for the use of rotary and coil machines demonstrates possible cases of prolonged exposure to severe noise, requiring the use of personal protective equipment (PPE) in view of the impossibility of containment measures at source or in the environment.

**KEYWORDS:** noise, tattoo, noise dose, NBR 10152, NHO-01, NR-15.

## ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO .....	1
1.1.	Motivação .....	1
1.2.	Objetivos.....	1
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	2
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	2
3.1.	Ruído.....	2
3.2.	Dose de ruído .....	3
3.3.	Ruído em estúdios de tatuagem .....	3
3.4.	Impactos do ruído no conforto humano.....	3
3.5.	Normas para avaliar o Nível de Pressão Sonora (NPS) e Dose de Ruído .....	4
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
4.1.	Método de avaliação e equipamentos para nível de pressão sonora (NPS) .....	4
4.2.	Método de avaliação e equipamentos para dose diária de ruído .....	6
4.3.	Análise estatística.....	7
4.4.	Estúdio, máquinas de tatuagem e condições de medições .....	8
5.	RESULTADOS .....	9
5.1.	Resultados para NPS representativos do ambiente .....	9
5.1.1.	Máquina rotativa .....	9
5.1.2.	Máquina de bobina .....	10
5.2.	Resultados para dose diária de ruído .....	11
5.2.1.	Máquina rotativa .....	11
5.2.2.	Máquina de bobina .....	12
5.2.3.	Análise de cenários .....	12
6.	CONCLUSÕES .....	13
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14
	ANEXO A.....	16
	APÊNDICE A .....	18

## 1. INTRODUÇÃO

Modificações corporais são comuns entre seres humanos por diferentes motivos. Segundo Soares (2011), estas modificações apresentam justificativas que vão de ritos de passagem, expressões religiosas, celebração de vitórias, purificação da alma ou meramente estéticas. Dentre estas modificações as tatuagens são uma das mais difundidas. Soares (2011) define tatuagem como um procedimento no qual um pigmento é permanentemente colocado na pele. Segundo Marques (1997), esta modificação corporal obteve seu nome apenas no século XVIII em função do nome dado por taitianos à prática de tingir a pele utilizando instrumentos feitos de osso humano e madeira.

Há consenso entre Soares (2011) e Macedo et al. (2016) de que a tatuagem está se popularizando e deixando de ter o caráter marginalizado que possuía na década de 80. Não obstante, Schlösser (2018) afirma que “os indivíduos tatuados após a década de 90 trazem conteúdos mais voltados à estética, valores individuais e modismo”.

A popularização desta prática levou ao aperfeiçoamento dos equipamentos utilizados por tatuadores. Substituindo as primitivas ferramentas de osso e madeira, surgiram máquinas de bobinas com acionamento eletromagnético, e posteriormente máquinas rotativas com acionamento mecânico. A utilização destes equipamentos aumentou a produtividade e precisão das tatuagens em detrimento da vibração e ruído adicionados ao processo, ainda pouco estudados para esta aplicação específica.

Morata e Lemasters (1995) afirmam que o ruído é o motivo mais comum para a perda auditiva ocupacional. De acordo com o Ministério da Saúde (2006), quando a exposição ao ruído é intensa e continuada ocorrem alterações no ouvido interno, ocasionando Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR).

Gerges (2000) defende que a aplicação de fundamentos de acústica e a elaboração de um programa de controle de ruído, utilizando-se de medições de intensidade sonora, pode fornecer informações detalhadas sobre a fonte de ruído e permitir sua redução. Estas alterações podem gerar benefícios à saúde do trabalhador e vantagens econômicas, uma vez que reduz custos com insalubridade, assistência médica, entre outros.

### 1.1. Motivação

Nos Estados Unidos, Laumann e Derick (2006) identificaram que 24% da população possuía, em 2004, pelo menos uma tatuagem. Há carência dessa informação no Brasil, contudo dados do Sebrae (2014) indicam um crescimento médio de mais de 400% ao ano para serviços de tatuagem e *piercing* entre 2009 e 2012. A popularização das tatuagens leva ao aumento da procura e oferta do serviço, que por sua vez acaba por aumentar o número de pessoas em contato com esta fonte de ruído ainda pouco caracterizada.

### 1.2. Objetivos

O presente trabalho visa aferir e analisar o nível de pressão sonora emitido por máquinas rotativas e de bobinas utilizadas na aplicação de tatuagens. Os níveis obtidos são então comparados com valores de referência definidos na NBR 10152 (2017) - Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações e NR15 (2014) – Atividades e Operações Insalubres. A dose de ruído recebida por um tatuador também é avaliada e comparada segundo critérios da NHO-01 (2001) – Norma de Higiene Ocupacional - Avaliação da exposição ocupacional ao ruído.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Apenas um artigo sobre o tema foi encontrado em buscas pelos termos “taguagem”, “ruído”, “barulho”, “conforto acústico”, suas combinações e traduções em inglês. Neste estudo exploratório, Mendes e Sacaloski (2018) apontam a escassez de informações sobre condições de trabalho, exposição ao ruído e proteção auditiva em profissionais deste segmento. Através de um questionário autoaplicável, os autores verificaram o nível de conhecimento e impacto subjetivo do ruído em tatuadores. Os resultados deste estudo apontam que, apesar de os profissionais informarem que não apresentam tontura, dor de ouvido ou dificuldade para compreender a fala, houve queixa de desconforto para sons intensos e zumbido para 50% e 64,3% dos entrevistados, respectivamente. Não obstante, 71,4% considera seu ambiente de trabalho ruidoso, porém 64,3% não toma ação de proteção ou prevenção contra os impactos na saúde, fato reforçado pela informalização da profissão de tatuador no Brasil. Os autores também avaliaram o ruído de forma objetiva, obtendo níveis de pressão sonora. Os valores obtidos a um metro de distância da fonte sonora tiveram média de 96,4dB(A), enquanto que o NPS avaliado próximo ao ouvido do tatuador teve média de 94,2dB(A).

## 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 3.1. Ruído

O ruído foi definido por Gerges (2000) e Calixto (2002) como a parcela dos sons, emitidos por uma ou mais fontes, com caráter não harmônico, considerados desagradáveis e indesejáveis ao receptor. Ainda segundo os autores, a divisão entre som e ruído não depende somente de parâmetros objetivos, como amplitude, frequência, duração, etc., mas também do caráter subjetivo do ruído frente ao ouvinte.

Não obstante, Calixto (2004) define ruído como "uma oscilação acústica aperiódica originada da soma de várias oscilações audíveis com diferentes frequências". Desta definição incorre que o ruído não é obrigatoriamente um som indesejável e desagradável. Ainda segundo este autor, deve existir uma distinção entre ruído e a parcela desagradável, definida como barulho.

A NR-15 (2014) classifica o ruído segundo seu tempo de exposição e oscilação. São classificados como Ruído de Impacto “aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo”. Além deste, a NR-15 introduz os Ruídos Contínuo e Ruído Intermitente, definindo-os apenas como aquele que não seja de impacto. No entanto, Saliba (2016) define como ruído contínuo aquele com variação menor que 3dB durante um período longo, estabelecido como maior de 15 minutos. Já o ruído intermitente é aquele com variação maior que 3dB.

Além das considerações supracitadas, Calixto (2002) defende que a completa avaliação dos efeitos à exposição ao ruído deve considerar também o tempo em que um receptor está exposto a uma fonte. Esta avaliação, corroborada por Saliba (2016), é realizada através da determinação do Nível de Pressão Sonora Equivalente (*Equivalent Sound Level*),  $L_{eq}$ . Este parâmetro define um valor constante de pressão sonora equivalente às oscilações que o receptor está exposto no tempo avaliado.

O  $L_{eq}$ , que pode ser avaliado experimentalmente através de medidores acústicos, é determinado pela expressão

$$L_{eq} = 10 * \log \left( \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P(t)^2}{P_0^2} dt \right) \quad (1)$$

na qual  $T$  é o tempo de integração,  $P(t)$  é a pressão acústica instantânea e  $P_0$  é a pressão acústica de referência ( $2 \times 10^{-5} \text{N/m}^2$ ).



### 3.2. Dose de ruído

Segundo a norma NHO-01 (2001), a correta avaliação da exposição ocupacional ao ruído deve levar em consideração as múltiplas exposições que um trabalhador está sujeito em sua jornada de trabalho. Da mesma forma, Saliba (2016) afirma que quando a exposição é combinada de dois ou mais períodos de exposição a níveis diferentes, seus efeitos combinados devem ser considerados.

Para esta avaliação, Gerges (2000) sugere a utilização do parâmetro dose de ruído, expresso em porcentagem de energia sonora. Essa porcentagem, definida com base em parâmetros preestabelecidos, define a máxima energia a qual o trabalhador pode estar exposto. Assim, este limite será excedido quando o valor da dose for superior a 100%.

A dose diária de ruído é calculada por meio da soma das frações

$$D = \left( \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_i}{T_i} \right) * 100\% \quad (2)$$

na qual  $D$  é a dose em percentual,  $C_i$  é o  $i$ ésimo tempo de exposição a um nível específico de NPS e  $T_i$  é a  $i$ ésima duração permitida nesse nível, conforme limites estabelecidos na Figura A.1.

### 3.3. Ruído em estúdios de tatuagem

O ruído em estúdios de tatuagem está presente sobretudo em duas formas principais, o som ambiente, ocasionado por conversas e música de fundo, e o ruído das máquinas de tatuar. Este último pode ser classificado como Ruído Contínuo ou Intermitente segundo critérios da NR-15.

O presente trabalho tem por intenção avaliar dois tipos de máquinas de tatuar: de bobinas e rotativa. A primeira, com acionamento eletromagnético, é o modelo mais antigo de máquina. Seu acionamento ocorre pelo movimento imposto por duas bobinas a uma pequena mola de metal. Esta, acoplada na agulha, move-se com um curso limitado por um batente. O movimento gerado move a agulha, responsável pela aplicação da tinta.

A máquina rotativa, de construção mais moderna, faz uso de um mecanismo que converte o movimento circular de um disco diretamente para a agulha, forçada a permanecer em um trilho. Desta forma, o movimento circular é convertido em linear, impondo o movimento necessário para a aplicação da tatuagem.

### 3.4. Impactos do ruído na saúde humana

De acordo com Calixto (2004), a exposição excessiva ao ruído pode ocasionar perda perceptiva (neural), implicando na incapacidade das células nervosas em conseguirem transmitir sensação de pressão do ouvido interno para o cérebro. Esta perda auditiva pode ocorrer em qualquer região do ouvido.

Saliba (2016) afirma que os efeitos do ruído podem ser divididos em efeitos auditivos e extra-auditivos. No primeiro grupo encontram-se o trauma acústico – perda auditiva imediata, severa e permanente –, perda auditiva temporária – recuperada após um período de silêncio – e a perda auditiva permanente, também chamada de perda auditiva induzida por ruído (PAIR).

Considerada progressiva e irreversível por Saliba (2016) e Bistafa (2006), a PAIR é uma perda do tipo neurossensorial que causa danos nas células ciliadas do órgão de Corti (Couto, 2009). Contudo, segundo Morata e Lemasters (1995), há outros fatores que podem contribuir para sua ocorrência, como vibrações, agentes ototóxicos e temperaturas extremas.

Entre os efeitos extra-auditivos ocasionados pela exposição prolongada a níveis elevados de ruído, citados pelo Ministério da Saúde (2006), estão transtornos neurológicos, digestivos ou comportamentais. Ainda segundo Gerges (2000), a exposição prolongada pode ocasionar sobrecarga do coração, causando alterações hormonais e contração de vasos sanguíneos.

### 3.5. Normas para avaliar o Nível de Pressão Sonora (NPS) e Dose de Ruído

Visando obter padronização dos procedimentos, resultados e análises deste estudo, todo o processo de avaliação foi regido através de normas como ABNT NBR e ISO (Associação Brasileira de Normas Técnicas – Norma Brasileira e Organização Internacional para Padronização), além da NHO (Norma de Higiene Ocupacional) e NR (Norma Regulamentadora).

A norma NBR 10152 (2017) - Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações, foi utilizada para definir equipamentos necessários e suas corretas configurações, bem como procedimentos de avaliação do ruído no ambiente. A norma define parâmetros como quantidade e localização dos pontos de medições, tempos de integração, instruções para análise por espectro de frequência e análise das medições para caracterização de níveis equivalentes. Fornece também níveis de pressão sonora por bandas de frequência correspondentes às curvas de critério de ruído, NC (*Noise Criteria*), para avaliação do conforto acústico, apresentada na Tabela A.1.

Para avaliação da dose diária de ruído, a norma NHO-01 (2001) fornece opções de equipamentos e métodos para avaliação. Define também configurações para o equipamento escolhido, procedimento detalhado para aferição e estudo de níveis de pressão sonora equivalentes a que o trabalhador está exposto. Ademais, fornece valores de referência para comparação dos valores obtidos a fim de estimar o risco à saúde, apresentados na Figura A.1.

Finalmente, a NR15 (2014) – Atividades e Operações Insalubres fornece valores de referência, apresentados na Figura A.2, para comparação do nível de pressão sonora do ambiente a fim de avaliar a exposição do trabalhador e cliente.

Na comparação do NPS avaliado com os valores de referência fornecidos por normas deve-se levar em consideração o fator de duplicação,  $q$ . Este é definido como o incremento de NPS necessário para reduzir pela metade o tempo de exposição máximo que um operador pode estar sujeito em sua jornada de trabalho.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

A caracterização do ruído presente em um estúdio de tatuagem, bem como a dose diária de ruído a que um profissional do ramo está exposto é realizada através da medição do nível de pressão sonora (NPS) durante a aplicação de uma tatuagem, seguida de comparação dos valores obtidos com parâmetros de referência estabelecidos em normas.

### 4.1. Método de avaliação e equipamentos para medir nível de pressão sonora (NPS)

A avaliação do ruído no estúdio é executada com auxílio de um decibelímetro posicionado a uma distância de 1,2m do chão. Esta altura foi escolhida por estar próxima ao ouvido do tatuador e cliente durante a aplicação da tatuagem. Seguindo critérios estabelecidos na NBR 10152 (2017) para ambientes menores de 30m<sup>2</sup>, foram adotados 3 pontos de medição: A, B e C, todos com distância mínima de 1 metro das paredes, respeitando limitações físicas da sala, como móveis e bancadas. A sala possui dimensões retangulares de 5m x 2,8m metros e não possui janelas, apresentando somente uma porta e uma escada para acesso ao piso superior. A Figura 4.1 apresenta um esquema com a distribuição dos pontos de medição na sala.

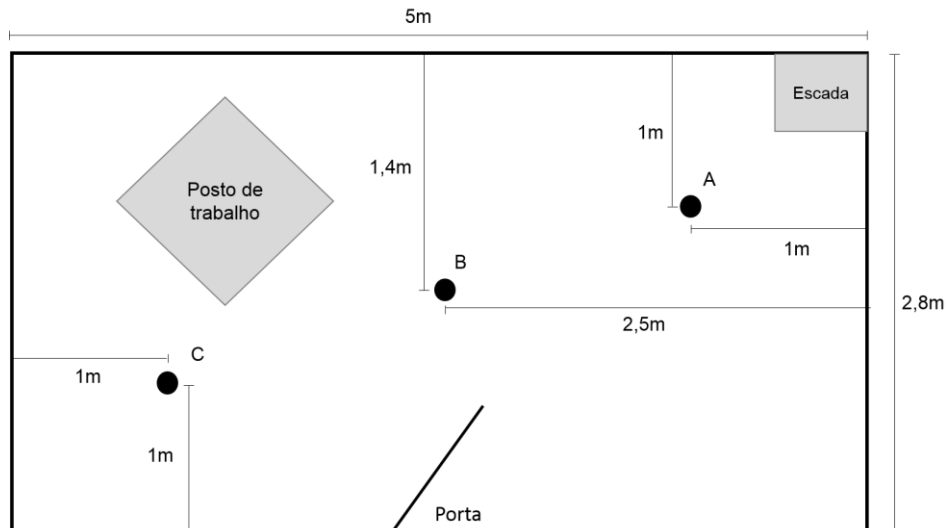


Figura 4.1 – Esquema representativo do estúdio avaliado com pontos de medições e posição de trabalho.

O decibelímetro utilizado (Figura 4.2) foi o modelo 1900 classe 2 da marca Quest Technologies. Para suportar o processo de medição, fez-se uso de um tripé e planilhas de anotações.



Figura 4.2 – Decibelímetro modelo 1900 da marca Quest Technologies utilizado para as medições.

Ainda de acordo com a NBR 10152 (2017), o decibelímetro foi configurado para captar o NPS ponderado em circuito de compensação A e em circuito de resposta lenta (*slow*), realizando integração do mesmo em um intervalo de 30 segundos, fornecendo diretamente o nível de pressão sonora contínuo equivalente ( $L_{Aeq,30s,X}$ ), onde X representa o ponto de medição avaliado. Os valores foram obtidos em um espectro de frequência que varia de 63Hz a 8kHz. Para cada ponto de medição (A, B e C) e faixa de frequência foram realizadas 3 medidas de ruído. A Figura 4.3 mostra a configuração adotada no processo de obtenção dos níveis de pressão sonora do ponto B.



Figura 4.3 – Decibelímetro posicionado para leitura de nível de pressão sonora no ponto B.

De acordo com Gerges (2000), os circuitos de compensação ajustam o nível de pressão sonora, em função da frequência, para fornecer o mesmo nível de audibilidade aparente. Conforme Saliba (2016), o circuito A aproxima-se das curvas de igual audibilidade para baixos níveis de pressão sonoras.

De posse dos níveis equivalentes aferidos para cada uma das frequências e pontos de medição, estima-se a média das três medidas realizadas. Estes valores são utilizados para avaliar o NPS representativos de um ambiente, conforme equação (3) fornecida pela norma NBR 10152 (2017)

$$L_{eq,fkHz(\frac{1}{T})} = 10 * \log \left( \frac{1}{n} \left[ 10^{\frac{L_{eq,fHz(\frac{1}{T}),p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{eq,fHz(\frac{1}{T}),p2}}{10}} + 10^{\frac{L_{eq,fHz(\frac{1}{T}),p3}}{10}} \right] \right) \quad (3)$$

onde n é o número de pontos avaliados e p1, p2 e p3 representam os pontos A, B e C. Além do nível sonoro equivalente ( $L_{Aeq,fHz(1/1)}$ ), o decibelímetro fornece o NPS máximo obtido para cada uma das situações avaliadas. De acordo com a NBR 10152 (2017), o nível máximo de pressão sonora representativo de um ambiente,  $L_{Amax}$ , é obtido pelo maior resultado entre os níveis máximos de pressão sonora, globais, ponderados em A (frequência) e em S (temporal), medidos nos diferentes pontos, nas mesmas condições.

#### 4.2. Método de avaliação e equipamentos para dose diária de ruído

Para determinar a dose de ruído a que o operador está exposto utilizou-se como referência a norma NHO-01 (2001) – Norma de Higiene Ocupacional - Avaliação da exposição ocupacional ao ruído, que estabelecem critérios de avaliação e interpretação de resultados.

Tendo em vista a posição fixa e os pequenos deslocamentos realizados pelo tatuador durante sua jornada de trabalho, optou-se por utilizar o mesmo equipamento supracitado, solução prevista em norma. Desta maneira, utilizou-se medidor portado pelo avaliador e posicionado próximo ao ombro do operador, de forma a caracterizar o NPS ao qual o mesmo está sujeito. A Figura 4.4 mostra a posição do decibelímetro neste procedimento.



Figura 4.4 – Posição do decibelímetro adotada para mensuração do NPS para estimativa da dose diária de ruído.

O decibelímetro foi configurado para fornecer o NPS com circuito de ponderação A e circuito de resposta lenta (*slow*). A norma NHO-01 (2001) prevê a realização de  $n$  medições sequenciais colhidas a intervalos de tempos fixos e predefinidos de no máximo 15 segundos, representativos de um ciclo completo de trabalho. Para o caso estudado, pode-se considerar um ciclo de exposição com tempo médio de 50 segundos, sendo o início do ciclo caracterizado pela recarga de tinta na máquina de tatuar. O período de medição foi dimensionado a fim de cobrir 15 ciclos de exposição completos, totalizando 12,5 minutos.

Para este estudo, utilizou-se tempo de integração e intervalo entre leituras iguais a 15 segundos, com um total de 50 leituras. Nesta avaliação o espectro de frequência não foi considerado. De maneira similar ao procedimento anterior, o decibelímetro fornece diretamente o nível sonoro equivalente,  $L_{Aeq}$ , e o pico máximo,  $L_{Amax}$ , em cada intervalo aferido.

A dose diária de ruído é determinada utilizando a equação (2). Faz-se necessário então determinar o nível médio representativo da exposição do trabalhador avaliado,  $NM$ , através da equação

$$NM = 10 * \log \left( \frac{1}{n} [n_1 * 10^{0,1NPS_1} + n_2 * 10^{0,1NPS_2} + \dots + n_n * 10^{0,1NPS_n}] \right) \quad (4)$$

em que  $NPS_i$  é o  $i$ ésimo nível de pressão sonora assumido,  $n_i$  é o número de leituras obtidas para um mesmo  $NPS_i$  e  $n$  o número total de leituras.

As medições realizadas no decibelímetro são arredondados para a primeira casa decimal e aglutinadas em seus respectivos módulos a fim de montar um histograma da avaliação. Estes valores são utilizados na determinação do  $NM$ . Nesta avaliação, níveis de pressão sonora menores que 80dB não devem ser incluídos nos  $i$ ésimos níveis avaliados.

Uma consideração razoável é estimar a jornada útil, ou seja, aquela em que o tatuador efetivamente utiliza seus equipamentos, em 6 horas diárias. Além disso, para o caso estudado, estima-se utilização de máquina rotativa em 60% do tempo. Com estas informações, utiliza-se a equação (2) e as informações fornecidas na Figura A.1 para avaliação da dose diária.

### 4.3. Análise estatística

O tratamento dos dados e avaliação de incertezas foi realizado através do *software* Microsoft Excel®, tendo como guia a norma NBR 10152 (2017) e ABNT ISO/IEC GUIA 98-3 (2014), Incerteza de medição – Parte 3: Guia para a expressão de incerteza de medição (GUM:1995).

A incerteza dos dados obtidos para o NPS do ambiente é expressa com base em uma incerteza-padrão combinada através da incerteza expandida,  $U$ , estimada com a equação (5). O fator de abrangência,  $k$ , é recomendado pela NBR 10152 (2017) como igual a 2, utilizado para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%

$$U = \pm k * u \quad (5)$$

em que  $u$  é a incerteza-padrão combinada, expressa pela equação (6)

$$u = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (6)$$

em que  $a$  é a incerteza devida aos instrumentos de medição e  $b$  é a incerteza devida à repetibilidade e representatividade. A norma NBR 10152 (2017) recomenda utilização de  $a$  igual a 2 para instrumentos classe 2 e a equação (7) para  $b$ .

$$b = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

em que o desvio-padrão  $s$  é avaliado, segundo a ABNT ISO/IEC GUIA 98-3 (2014), pela equação (8).

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2} \quad (8)$$

na qual  $n$  é o número de observações repetidas,  $q_i$  é o  $i$ ésimo termo da amostra e  $\bar{q}$  é o valor médio da amostra. Neste estudo  $n$  é o número total de medição realizadas em cada ponto, igual a 3.

A norma NHO-01 (2001) não prevê cálculos de incerteza para o nível médio representativo, NM. Contudo, optou-se por avaliar, através da equação (8), o desvio-padrão dos valores lidos com  $n$  igual a 50.

#### 4.4. Estúdio, máquinas de tatuagem e condições de medições

As medições para este estudo foram realizadas entre os dias 23 e 26 de abril de 2019, em estúdio localizado no centro de Porto Alegre - RS, durante a aplicação de tatuagens em ombro e antebraço de 3 clientes diferentes.

A determinação do ruído foi realizada para os dois tipos esqde máquinas presentes no estúdio: bobinas e rotativa. A máquina de bobinas possui configuração menos tecnológica, apresenta maior precisão de traçado e, portanto, é utilizada em traços finos e detalhes. Ademais, possui menor preço de aquisição em relação à máquina rotativa. Contudo, alguns tatuadores optam por realizar todos os trabalhos com um único tipo de aparelho. A Figura 4.5 apresenta os equipamentos avaliados.



Figura 4.5 – Máquina de bobinas (cinza e dourada) e rotativa (azul) avaliadas neste estudo. Em preto o porta-agulhas comum às máquinas.

Seguindo os critérios estabelecidos na norma NBR 10152 (2017), mantiveram-se as condições normais de uso da sala, com seus móveis, bancadas e cadeiras. Estavam presentes no ambiente durante as medições dois funcionários do estúdio, cliente e o avaliador, e somente uma máquina esteve ligada simultaneamente durante o período de avaliação.

## 5. RESULTADOS

Os resultados deste estudo estão divididos em duas seções. A primeira, Seção 5.1, apresenta níveis de pressão sonora (NPS) representativos do ambiente. Nela são apresentados o NPS em bandas de frequência entre 63Hz e 8kHz. A segunda parte, Seção 5.2, apresenta a dose diária de ruído do trabalhador. Ambas as análises são realizadas separadamente para os dois modelos de máquinas a fim de estudar suas diferenças.

Em análise complementar à classificação do ruído realizada na Seção 3.3, os resultados apresentados caracterizam, segundo a definição de Saliba (2016), o ruído de máquinas de tatuagem como Intermitente, tendo em vista a oscilação do NPS no processo de aplicação de tatuagens. Estas variações são ocasionadas pelas interrupções para que o tatuador recarregue a tinta na máquina ou faça a limpeza do excesso de tinta na pele que obstrui sua visão.

### 5.1. Resultados para NPS representativos do ambiente

Utilizando a metodologia apresentada na Seção 4, o NPS representativo do ambiente é obtido em bandas de frequência. A NR-15 (2014) estabelece que trabalhadores podem permanecer no máximo 8 horas a um NPS igual a 85dB. O fator de duplicação  $q$  para esta situação, adotado pela NR-15, é igual a 5dB. A Figura A.2 fornece os limites do NPS e respectivo tempo permitido, a Figura A.3 fornece valores de referência para ambientes internos e a Tabela A.1 fornece o NPS correspondente às curvas NC por bandas de frequências. Para esta última comparação, a NR-17 (2018) – Ergonomia determina que em caso de falta de correspondência com os valores de referência para ambientes internos seja utilizado a curva NC igual a 60. Os resultados obtidos, incertezas e variâncias são apresentados na Tabela A.3

#### 5.1.1. Máquina rotativa

Conforme sugestão da NBR 10152 (2017), o NPS representativo do ambiente é apresentado em forma de gráfico de barras verticais. A Figura 5.1 mostra o NPS equivalente,  $L_{Aeq,fHz(1/1)}$ , e o nível máximo,  $L_{ASmax}$ , para a máquina rotativa, bem como as curvas NC de 40 a 70.

A análise dos resultados obtidos para a máquina rotativa evidencia que a mesma atende as regulamentações de nível de ruído, tendo em vista que nenhum caso avaliado apresentou NPS acima de 85dB. O maior NPS equivalente,  $54,3 \pm 2,6dB(A)$ , ocorre para a frequência de

1000Hz, enquanto que o nível máximo obtido,  $68,8 \pm 2,8\text{dB(A)}$ , ocorre para a frequência de 2000Hz.

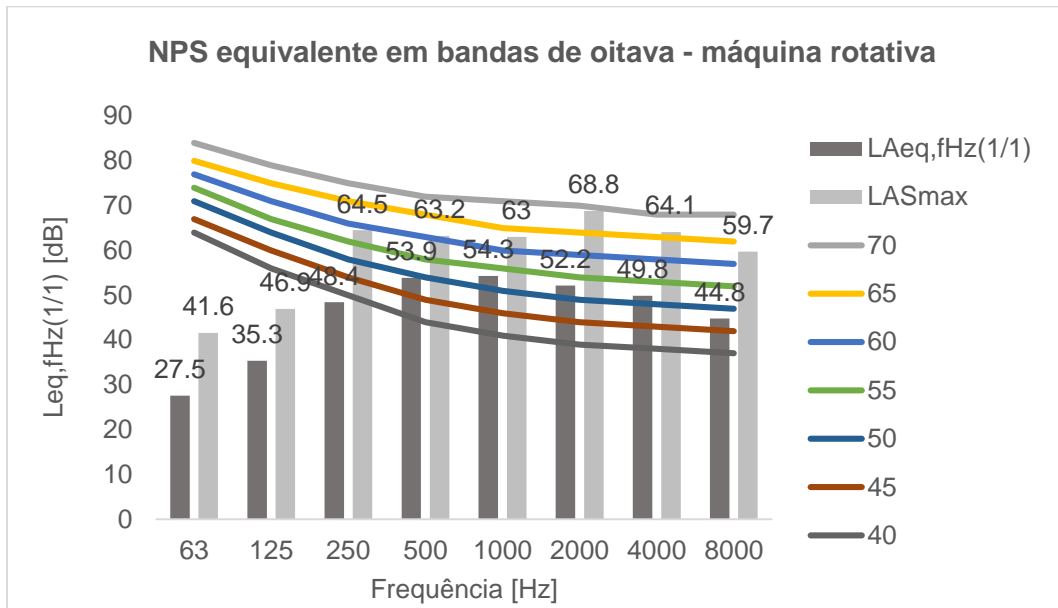


Figura 5.1 – NPS equivalente em bandas de oitava para a máquina rotativa e curvas de conforto acústico (NC).

O nível NC para este caso equivale a 55, mostrando-se abaixo do valor de referência, igual a 60. Deste modo, é possível inferir que o ambiente está em conformidade, apresentando conforto acústico para seus ocupantes. Também é possível afirmar que nenhuma ação de contenção precisa ser tomada para reduzir ou evitar danos à saúde de pessoas que eventualmente estejam circulando pelo ambiente. Máquinas rotativas emitem menor nível de ruído pois sua configuração utiliza um mecanismo de conversão de movimento circular para linear.

Para fins de comparação, ao utilizar-se a referência de laboratórios em clínicas e hospitais, o valor de NC a ser respeitado cai para 40. Nesta situação o conforto acústico não é garantido.

### 5.1.2. Máquina de bobina

De forma análoga à Figura 5.1, a Figura 5.2 mostra o NPS equivalente,  $L_{Aeq,fHz(1/1)}$ , e o nível máximo,  $L_{ASmax}$ , para a máquina de bobina, bem como as curvas NC de 40 a 70. Os dados obtidos revelam que o maior valor de NPS equivalente e NPS máximo ocorrem para a frequência de 4000Hz e valem  $73,1 \pm 2,9 \text{ dB(A)}$  e  $77,0 \pm 2,6 \text{ dB(A)}$ , respectivamente. O nível NC nesta situação é superior a 70.

O ruído elevado nesta situação ocorre pelo contato constante entre a agulha e um batente existente neste modelo de máquina. O processo de aplicação de uma tatuagem exige que a agulha penetre brevemente a pele do cliente, depositando pequenas gotículas de tinta. Este processo é repetido diversas vezes por segundo. Como o final de curso da agulha é um batente, a vibração da agulha emite ruído em alta frequência, confirmado pelos dados apresentados na Figura 5.2.



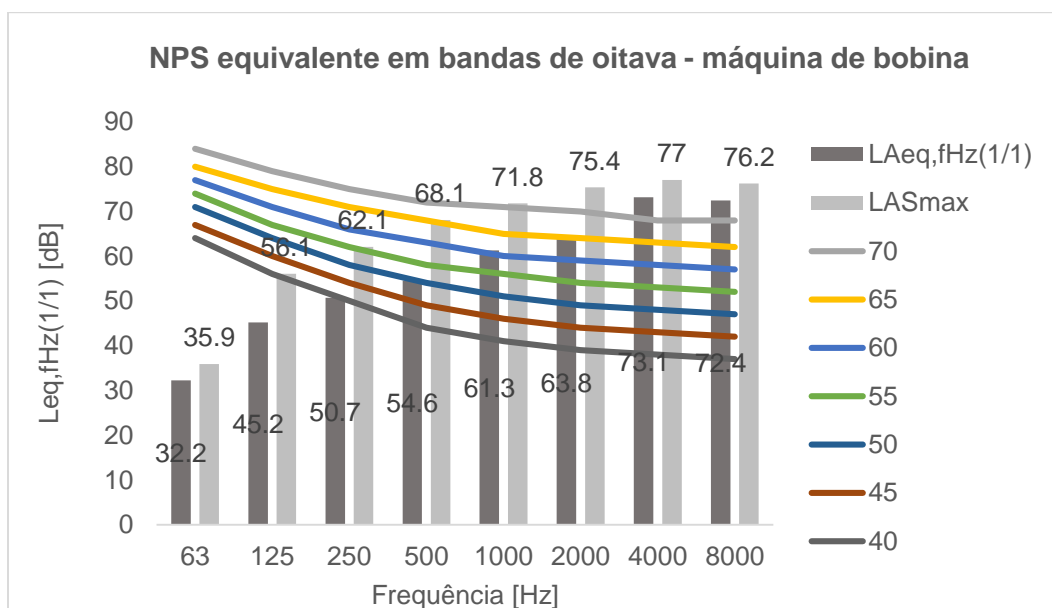


Figura 5.2 - NPS equivalente em bandas de oitava para a máquina de bobinas e curvas de conforto acústico (NC).

Os parâmetros obtidos evidenciam a falta de conforto acústico mesmo considerando o limite inferior para o NPS equivalente e os 5 pontos de tolerância previstos na NBR 10152 (2017). Entretanto, não foram registrados casos em que o NPS superou a marca de 85dB, não apresentando riscos a longo prazo na saúde das pessoas presentes neste recinto.

Para redução do NPS e obtenção de conforto acústico, deve-se priorizar a substituição da máquina de bobinas pela rotativa, que emite NPSs menores. Não sendo possível esta troca, Bistafa (2016) recomenda ações de controle no meio, como aumentar a área e volume do estúdio, bem como implementação de material absorvedor nas paredes.

## 5.2. Resultados para dose diária de ruído

Seguindo os procedimentos apresentados na Seção 4 para determinação da dose diária de ruído, obtém-se um nível médio representativo da exposição para as máquinas avaliadas. Esta análise é apresentada individualmente para cada máquina nas seções 5.2.1 e 5.2.2. A Seção 5.2.3 avalia a dose diária através da criação de possíveis cenários que representem a utilização das duas máquinas na jornada de trabalho.

Para fins de comparação com valores de referência e cálculo da dose são utilizadas as informações apresentadas na Figura A.1. Os critérios estabelecidos pela NHO-01 (2001) definem fator de duplicação  $q$  igual a 3dB e ponto de corte de 80dB. Ou seja, níveis de ruído abaixo de 80dB não devem ser considerados no cálculo da dose diária. Ademais, a norma também define que ações de controle de ruídos devem ser tomadas quando a dose ultrapassar 50%.

### 5.2.1. Máquina rotativa

Na avaliação dos níveis de ruído emitidos pela máquina rotativa, não foram constatados níveis de pressão sonora acima de 80dB. Desta forma, a equação (4) não pode ser utilizada. O NPS médio obtido, estimado através da média aritmética das leituras, é igual a  $59,7 \pm 2,8\text{dB(A)}$ , com NPS máximo igual a  $61,7 \pm 6,9\text{dB(A)}$ . Novamente a máquina rotativa demonstra estar emitindo ruídos de baixa intensidade, não impondo riscos à saúde do operador.

### 5.2.2. Máquina de bobina

As leituras obtidas na avaliação do ruído da máquina de bobinas permitem construir um histograma, mostrado na Figura 5.3, com o número de amostras para cada NPS medido. Os dados para construção deste histograma são apresentados na Tabela A.2. Estes valores, aplicados na equação (4), fornecem um NM de  $84,5 \pm 4,0\text{dB(A)}$ , na qual a incerteza expandida é calculada conforme método apresentado na seção 4.2, resultando em uma variância de 6%. Estes resultados fornecem uma dose de ruído de 27%, considerando utilização de máquina rotativa em 60% do tempo em jornada de 6 horas.

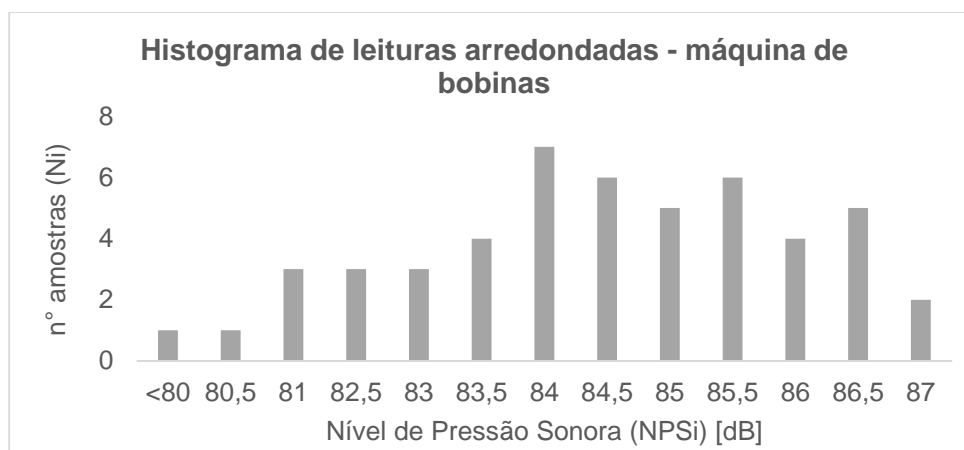


Figura 5.3 – Histograma das leituras obtidas na avaliação da dose de ruído para a máquina de bobinas.

Em comparação com valores de referência, o nível médio está acima do ponto de corte estabelecido pela NHO-01 (2001) de 80dB(A). Percebe-se também a existência de leitura abaixo dos 80dB, o que equivale a 2% das medidas realizadas. A maior concentração está situada entre 84dB e 85,5dB, representando 56% dos pontos medidos.

O nível de intensidade sonora percebida pelo tatuador é consideravelmente maior que aquele existente na sala. Na determinação do nível de pressão equivalente para a máquina de bobinas, nenhum valor ultrapassou o nível de 80dB(A). Esta diferença, que quando comparado ao NPS de frequência 1kHz ultrapassa 10dB(A), é explicada pela posição assumida pelo profissional durante a aplicação da tatuagem. Na posição de trabalho, o tatuador deve manter contato visual e posicionar o corpo do cliente ao alcance de sua mão, garantindo que a qualidade do desenho não seja afetada.

Esta situação interfere na ergonomia do trabalho, forçando a máquina a estar próxima aos olhos do tatuador e, conseqüentemente, próxima ao seu ouvido. Esta proximidade é evidenciada na Figura 4.4. Em muitos casos, o cliente também está em situação similar, caso a tatuagem seja realizada próxima ao seu rosto. Para o tatuador a distância entre máquina e ouvido normalmente varia entre 20 e 50 centímetros.

### 5.2.3. Análise de cenários

Durante a aplicação de uma tatuagem, um mesmo tatuador pode fazer uso dos dois tipos de máquinas, utilizando-as para traçados e texturas específicas. Não obstante, alguns tatuadores executam seu trabalho utilizando somente uma das máquinas. Desta forma, não é possível determinar com precisão os tempos exatos de utilização de cada modelo. Portanto, faz-se necessário mapear diferentes cenários a fim de obter uma análise que englobe situações variadas, fornecendo informação útil ao leitor.

Novamente para a hipótese de jornada diária efetiva de 6 horas, a Tabela 5.1 apresenta doses diárias para seis combinações de utilização, iniciando com utilização somente de máquina

rotativa, com incrementos de 20% na utilização da máquina de bobina. As doses apresentadas na Tabela 5.1 são calculadas para o nível médio de exposição e seus limites superiores e inferiores a partir da interpolação dos dados da Figura A.1. A equação utilizada é mostrada na Figura A.4.

Tabela 5.1 – Cenários de utilização de máquinas rotativas e de bobinas e respectivas doses diárias de ruído.

Cenário	Máquina rotativa (%)	Máquina bobinas (%)	Rotativa (min)	Bobinas (min)	Dose diária		
					NM <sub>LS</sub>	NM	NM <sub>LI</sub>
1	100%	0%	360	0	0,00	0,0	0,00
2	80%	20%	288	72	0,34	0,13	0,05
3	60%	40%	216	144	0,68	0,27	0,11
4	40%	60%	144	216	1,01	0,40	0,16
5	20%	80%	72	288	1,35	0,53	0,21
6	0%	100%	0	360	1,69	0,67	0,26

Uma análise da Tabela 5.1 evidencia uma provável situação de risco para estes profissionais. Considerando o nível médio e a atual situação de emprego dos equipamentos, onde não há utilização de equipamentos de proteção individual (EPI), um tatuador deve utilizar em mais de 20% do tempo uma máquina rotativa. Desta maneira, sua dose será inferior ou igual a 50%. Esta análise mostra resultados mais agravantes se o limite superior for considerado, sendo necessário a utilização da máquina rotativa em 70% do tempo. Esta última análise mostra-se relevante pois máquinas diferentes podem produzir níveis de ruído acima dos aferidos neste trabalho.

Ainda considerando os dados da Tabela 5.1, para os profissionais que não fazem uso de máquinas rotativas, sua dose diária ultrapassará a marca de 50% quando se considera o nível médio de exposição, implicando na necessidade de medidas corretivas.

Em casos que a dose diária ultrapassa o valor de 50%, a norma NHO-01 (2001) prevê que medidas de controle sejam planejadas e executadas a fim de diminuir o nível de ruído. Considerando medidas que atuem na fonte do ruído, sugere-se a utilização de máquinas rotativas, eliminando o forte ruído causado por máquinas de bobinas. Não sendo possível a substituição, medidas de controle no meio ou trajetória não terão sucesso, tendo em vista a proximidade máquina-ouvido supracitada. Desta forma, ações de controle no homem devem ser empregadas, como a redução do tempo de exposição ou a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI), como protetores auriculares.

O caso estudado neste trabalho enquadra-se no cenário 3 da Tabela 5.1. Os dados obtidos demonstram que a dose de 50% é atingida quando se considera o limite superior do nível médio de exposição (NM<sub>LS</sub>).

## 6. CONCLUSÕES

Através do estudo realizado, foi possível mensurar o nível de pressão sonora existente em um estúdio de tatuagem e a dose de ruído que um profissional do ramo está exposto, bem como as diferenças entre as máquinas rotativas e de bobinas analisadas.

É possível perceber que a máquina rotativa possui desempenho acústico superior em relação a de bobinas. Em ambas as análises, este modelo apresentou conformidade com os parâmetros de referência. Na análise do NPS do ambiente, a máquina respeita os limites e garante conforto acústico quando comparado ao parâmetro de NC igual a 60 determinado pela NR-17 (2018). Neste caso, o nível equivalente máximo,  $L_{Aeq,1kHz(1/1)}$ , encontrado foi de  $54,3 \pm 2,6$ dB(A) e NC igual a 55. Não obstante, a dose diária para este tipo de aparelho mostrou-se satisfatória, não apresentando leituras acima de 80dB(A).

Considerando a máquina de bobinas, os resultados evidenciam os problemas percebidos em estúdios. O modelo não respeita o nível de conforto estipulado na NBR 10152 (2017), ultrapassando o valor NC igual a 70. Contudo, o maior nível equivalente de ruído encontrado,  $L_{Aeq,4kHz(1/1)}$ , foi de  $73,1 \pm 2,9$ dB(A), não atingindo critérios de risco para a saúde.

No que tange à determinação da dose diária para o caso estudado, a máquina de bobinas apresentou resultado que respeita os parâmetros normatizados, atingido a marca de 27%. No entanto, a partir da construção de possíveis cenários de utilização, é possível perceber que esta máquina pode causar danos à audição no longo prazo, tendo em vista que sua dose diária pode ultrapassar a unidade quando se considera o limite superior.

Esta situação exige que medidas de controle sejam tomadas. Para obtenção de conforto acústico (redução de NC), pode-se optar pela substituição da máquina, aumento da sala ou instalação de material absorvedor de som.

A comparação dos níveis de pressão sonora do ambiente e dos percebidos pelo operador evidenciam um dos problemas ergonômicos destes profissionais. Para garantir a qualidade da tatuagem, o tatuador obriga-se a manter a máquina próxima de seu campo de visão e, conseqüentemente, de seu ouvido. Esta proximidade intensifica o ruído percebido e faz aumentar a dose diária. Portanto, medidas de controle do meio não afetarão a dose de ruído, sendo aplicáveis somente medidas de controle na fonte ou no homem. Recomenda-se então a utilização de máquinas rotativas sempre que possível e o uso de EPI quando da utilização de máquinas de bobinas a fim de reduzir riscos à saúde auditiva.

Ademais, os níveis de ruído encontrados neste estudo estão abaixo dos encontrados por Mendes e Sacalosi (2018). Assim, novos estudos se fazem necessários para confirmar valores médios. Não obstante, próximos trabalhos podem explorar situações não analisadas, como a influência da posição da tatuagem no corpo do cliente e o próprio risco enfrentado por eles. Pode-se analisar também os efeitos da vibração no corpo e na saúde, tendo em vista que o mesmo movimento que causa ruído também origina vibração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. **NBR 10152**: Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos e edificações. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. **ISO/IEC GUIA 98-3:2014**, Incerteza de medição – Parte 3: Guia para a expressão de incerteza de medição (GUM:1995), Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. “**NR-15 - Norma Regulamentadora No.15. Atividades e operações insalubres**”. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. “**NR-17 - Norma Regulamentadora No.17. Ergonomia**”. 2018.

BISTAFA, S. R. B., “**Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**”, São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

CALIXTO, A. “**Vibração, som e luz**”. Apostila do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná – UFPR – Curitiba, 2002.

CALIXTO, W. P; RODRIGUES, C. G. “**Poluição Sonora**”. V Fórum Nacional de Educação Ambiental, 2004, Goiânia-GO. V FÓRUM NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2004.

COUTO, J. “**Exposição ao ruído e proteção auditiva em moto-táxistas**”, Florianópolis, 2009.

FERNANDES, J. C. **“Acústica e Ruídos”**. Apostila do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Bauru, Bauru, São Paulo, 2002.

FUNDACENTRO, São Paulo. **Avaliação da exposição ocupacional ao ruído: NHO-01**. São Paulo, 2001.

GERGES, S.N.Y. **“Ruído: fundamentos e controle”**. 2ª ed. Florianópolis: NR, 2000.

GODOY, S. **“Tattoo Machines and their Secrets”**. Nova York, 2001.

LAUMANN, E. Et al. **“Tattoos and body piercings in the United States: A national data set”**. Chicago, 2006.

MARQUES, T. **O Brasil tatuado e outros mundos**. Rio de Janeiro, 1997.

MENDES, L. C. T. E SACALOSKI, M. **Saúde auditiva em tatuadores**. Brazilian Journal of health Review, 2018.

MORATA, T. C.; LEMASTERS, G. K. **Considerações epidemiológicas para o estudo de perdas auditivas ocupacionais, In: NUDELMANN, A. A.et al. Pair – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

NUNES, N. **“Higiene Ocupacional – Ruído Fundamentos e Controle”**. Coronel Fabriciano, 2009.

SALIBA, T. M. **“Manual Prático de Avaliação e Controle de Ruído – PPRA”** – 9. Ed. - São Paulo. Editora LTr, 2016.

SCHLÖSSER, A. **“Tatuagem: Representações e práticas sociais”**. Florianópolis, 2018.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **“Os negócios mais promissores em 2015”**. Brasília, 2014.

SOARES, T. **A modificação corporal no Brasil 1980 – 1990**. São Paulo, 2011.

## ANEXO A

Nível de ruídoB(A)	Tempo máximo diário permissível (Tn) (minutos)
80	1.523,90
81	1.209,52
82	960,00
83	761,95
84	604,76
85	480,00
86	380,97
87	302,38
88	240,00
89	190,48
90	151,19
91	120,00
92	95,24
93	75,59
94	60,00

Figura A.1 – Tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível de ruído. Fonte: NHO-01 (2001).

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

Figura A.2 – Tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível de ruído. Fonte: NR-15 (2014).

Finalidade de uso	Valores de referência		
	$RL_{Aeq}$ (dB)	$RL_{ASmax}$ (dB)	$RL_{NC}$
<b>Aeroportos, estações rodoviárias e ferroviárias</b>			
Áreas de <i>check-in</i> , bilheterias	45	50	40
Salas de embarque e circulações	50	55	45
<b>Centros comerciais (<i>shopping centers</i>)</b>			
Circulações	50	55	45
Lojas	45	50	40
Praças de alimentação	50	55	45
Garagens	55	60	50
<b>Clínicas e hospitais</b>			
Berçários	35	40	30
Centros cirúrgicos	35	40	30
Consultórios	35	40	30
Enfermarias	40	45	35
Laboratórios	45	50	40
Quartos coletivos	40	45	35
Quartos individuais	35	40	30
Salas de espera	45	50	40
<b>Culturais e lazer</b>			
Salões de festa	40	45	35
Restaurantes	45	50	40

Figura A.3 – Valores de referência para ambientes internos de uma edificação de acordo com suas finalidades de uso. Fonte: NBR 10152 (2017), reprodução parcial.

Tabela A.1 – Níveis de pressão sonora, em dB, correspondentes às curvas NC por bandas de frequência de 1/1 de oitava.

Curva NC	Frequência centrais das bandas de oitava							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
70	84	79	75	72	71	70	68	68
65	80	75	71	68	65	64	63	62
60	77	71	66	63	60	59	58	57
55	74	67	62	58	56	54	53	52
50	71	64	58	54	51	49	48	47
45	67	60	54	49	46	44	43	42
40	64	56	50	44	41	39	38	37

## APÊNDICE A

Tabela A.2 – Histograma de leituras obtidas para avaliação da dose de ruído, máquina de bobina.

NPSi (dB (A))	n <sub>i</sub>	Porcentagem total
<80	1	2%
80,5	1	2%
81,0	3	6%
82,5	3	6%
83,0	3	6%
83,5	4	8%
84,0	7	14%
84,5	6	12%
85,0	5	10%
85,5	6	12%
86,0	4	8%
86,5	5	10%
87,0	2	4%
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

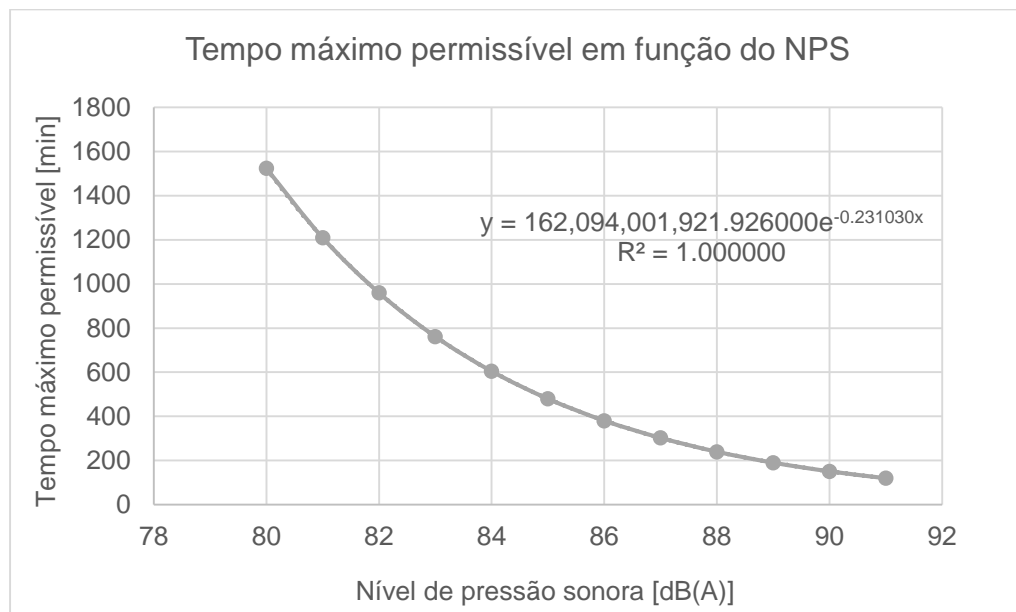


Figura A.4 – Curva e equação interpolante do tempo máximo permissível em função do NPS.



Tabela A.3 – Nível de pressão sonora equivalente e respectivas incertezas expandidas para as máquinas avaliadas.

Frequência (Hz)	<i>Máquina rotativa</i>			<i>Máquina de bobinas</i>		
	L <sub>Aeq</sub> ,fHz(1/1) (dB (A))	Incerteza expandida (dB (A))	Variância (%)	L <sub>Aeq</sub> ,fHz(1/1) (dB (A))	Incerteza expandida (dB (A))	Variância (%)
<b>63</b>	27,5	7,8	8	32,2	2,2	7
<b>125</b>	35,3	4,5	8	45,2	8,1	4
<b>250</b>	48,4	5,6	10	50,7	3,1	5
<b>500</b>	53,9	6,4	9	54,6	3,6	4
<b>1000</b>	54,3	3,9	5	61,3	4,8	5
<b>2000</b>	52,2	2,8	4	63,8	3,1	5
<b>4000</b>	49,8	5,2	7	73,1	2,6	4
<b>8000</b>	44,8	10,1	15	72,4	2,4	4