

N. CLASS. M671.2  
CUTTER C837n  
ANO/EDIÇÃO 2014

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS**

**ENGENHARIA MECÂNICA**

**ALLAN LARA COSTA**

**REDUÇÃO NO RUÍDO DO AR COMPRIMIDO DO MOLDE DE FUNDIÇÃO DE  
RODAS DE LIGAS DE ALUMÍNIO NO AMBIENTE DE TRABALHO**

**Varginha  
2014**

**ALLAN LARA COSTA**

**REDUÇÃO NO RUÍDO DO AR COMPRIMIDO DO MOLDE DE FUNDIÇÃO DE  
RODAS DE LIGAS DE ALUMÍNIO NO AMBIENTE DE TRABALHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas para obtenção de créditos na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 1. Com o Orientador Prof. Esp. Rullyan Marques Vieira.

**Varginha  
2014**

**ALLAN LARA COSTA**

**REDUÇÃO NO RUÍDO DO AR COMPRIMIDO DO MOLDE DE FUNDIÇÃO DE  
RODAS DE LIGAS DE ALUMÍNIO NO AMBIENTE DE TRABALHO EM UMA  
INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré requisito para obtenção do grau de bacharel sob, sob a aprovação da banca.

Aprovado em     /     /

---

**Sr . Alessandro Ferreira Alves**

---

**Sr. Bruno Kemptner**

---

**Sr . Kleber Mariano Ribeiro**

---

**Sr . Rodrigo Cesarino Ferreira**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela graça de ter concedido a sabedoria e força dadas durante todo o período de graduação e a minha família principalmente mãe Marlene Stela Lara Costa e meu irmão Luan Lara Costa e a minha noiva Rafaela de Lima Rocha pelo apoio moral, paciência e incentivo nesta etapa de minha vida.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a todos que me ajudaram a elaborar este trabalho, agradeço aos professores pelo conhecimento transmitido e aos companheiros de trabalho, Principalmente a toda equipe da ferramentaria da Unidade de Rodas e Cilindro pelo grande conhecimento repassado durante o inicio de minha vida profissional na área de engenharia.

“Nem tudo que se enfrenta pode ser  
modificado, mas nada pode ser modificado até  
que seja enfrentado.” Albert Einstein

## RESUMO

Através de uma pesquisa de percepção de riscos ambientais no setor de fundição de rodas de ligas de alumínio em uma empresa Automobilística. Concluindo-se então que os colaboradores não estavam satisfeitos com as condições do local devido ao alto ruído do setor. Este trabalho propõe uma análise de processo de melhoria no ambiente de trabalho prevenindo doenças ocupacionais e tornar eficaz o ambiente do setor de fundição da empresa sem alterar o processo de fabricação. Quando se trata de Nível de Pressão Sonora Elevado ou mais comumente chamado de ruído, deve-se entender que pode ocorrer trauma acústico, perda auditiva parcial temporária como também perda auditiva total permanente. Para que isso seja evitado, é necessário monitorar a exposição de trabalhadores com ou sem proteção, seja ambiental através de medições do nível de ruído com a utilização de instrumentos próprios e/ou biologicamente através de exames audiométricos. Através desta má condição, que nos voltou a atenção de aplicar a melhoria no setor operacional para reduzir o índice de ruído onde causava sensação de desconforto em todos os colaboradores.

Palavra-chave: Exposição. Fundição. Reduzir o Índice de Ruído.

## **ABSTRACT**

*Through a survey of perceptions of environmental risks in the casting of aluminum alloy wheels in a company Automotive sector. Concluding then that the employees were not satisfied with the conditions of the site due to loud noise in the industry. This paper proposes an analysis of the improvement process at work preventing occupational diseases and make effective environment foundry sector company without changing the manufacturing process. When it comes to High Sound Pressure Level or more commonly called noise, it should be understood that acoustic trauma, temporary partial hearing loss as well as total permanent hearing loss may occur. For this to be avoided, it is necessary to monitor the exposure of workers with or without protection, either through measurements of environmental noise with the use of own and / or biologically through audiometric testing instruments. Through this poor condition, which turned our attention to implement improvements in the operational sector to reduce the noise level which caused a sensation of discomfort in all employees.*

**Keywords:** Foundry, Reduce The Noise Index, Exposure.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Setor de fundição.....	13
Figura 02	Saída de ar do molde de rodas.....	19
Figura 03	Comparação ao nível prejudicial ao ser humano.....	19
Figura 04	Análise de causa em alto ruído nas injetoras.....	20
Figura 05	Tubo 4,0”.....	22
Figura 06	Junção do tubo à máquina.....	22
Figura 07	Máquina Injetora sem instalação do silenciador.....	22
Figura 08	Tubo fixado na máquina.....	22
Figura 09	Máquina Injetora com silenciador instalado.....	23
Figura 10	Silenciador Instalado.....	23

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 01</b>	<b>Pesquisa de percepção de riscos ambientais.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabela 02</b>	<b>Pesquisa do nível de intensidade de diversos tipos de ruídos.....</b>	<b>17</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 PROCESSO DE FUNDIÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Ruído no Setor de Fundição.....</b>	<b>14</b>
2.1.1 Conceito de ruído.....	14
2.1.2 Ruído Contínuo e Intermitente.....	14
2.1.3 Ruído de Impacto.....	15
<b>3 PARÂMETROS PARA ANÁLISE.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Nível Satisfatório dos Colaboradores.....</b>	<b>17</b>
3.1.1 Análise dos Principais Indicadores Existentes.....	17
3.1.2 Identificação de Saída do Ruído.....	18
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A fundição é um dos primeiros processos industriais utilizados na produção de artigos de metal. Em alumínio pode ser feita por gravidade, com uso de areia ou molde metálico, e sob pressão, (alta ou baixa). Além desses há também processos especiais, com cera perdida e tixofundição (ABAL,2011).

As peças fundidas de alumínio têm suas principais aplicações na área automotiva e de transportes. Como exemplo, pode-se citar blocos de motor, cabeçotes, caixas de câmbio, carcaças e rodas para automóveis e veículos pesados, entre outros (ABAL,2011).

A saúde dos trabalhadores e a segurança nos ambientes de trabalho devem ser tratados com atenção, porém, este fator é considerado com pouca importância diante de um cenário de demanda por uma maior produtividade e menores custos em um ambiente globalizado (FRANÇA; LAFRATTA; LEMOS; SANTOS,(2011)

De acordo com NEVES (1997) “o ruído industrial, entendido como “som indesejado” provoca nos trabalhadores desconcentração e fadiga que poderão estar na origem de acidentes de trabalho.”

As ações educativas de prevenção de ruído desenvolvidas tanto dentro na indústria, junto aos trabalhadores, como em outros estabelecimentos propiciaram o conhecimento da importância de se prevenir à perda da audição com o forte ruído. Desta forma, a visibilidade do departamento de engenharia mecânica, junto às empresas privadas e setores públicos municipais, é consolidada a cada novo projeto(FRANÇA; LAFRATTA; LEMOS; SANTOS.(2011)

Este trabalho compreende em apresentar condição e propor melhoria para redução o ruído do ar da ferramentas do setor de fundição de rodas da empresa, realizando um estudo sobre a norma NR15 tal como:

- a) Realizar um estudo sobre os métodos de análise tipos de silenciadores pneumáticos;
- b) Analisar a situação atual revisando os procedimentos de operação nível satisfatório colaborador;
- c) Analisar os indicadores existentes;
- d) Coletar informações com pessoas ligadas ao processo;
- e) Investigar quais são os principais;
- f) Propor medidas para eliminar ou reduzir as causas do ruído de ar na ferramenta de fundição de rodas;
- g) Apresentar as medidas propostas.

## 2 PROCESSO DE FUNDIÇÃO

O processo de fundição em ferro existe desde 600 A.C na China, sendo que o processo de fundição em aço, mais recentemente em 1740 descoberto por Benjamin Huntsman da Inglaterra. Novas tecnologias vêm surgindo apesar do processo de fundição ser tão antigo (ROSSITTI, 1993).

A figura abaixo representa o setor de fundição de rodas de liga de alumínio de uma empresa automobilística:

Figura 01: Setor de fundição



Fonte: autor

### 2.1 Ruído no Setor de Fundição

Um agente físico de grande importância é o ruído. Este ganha destaque por estar presente nas indústrias, e porque o dano auditivo por ele causado é irreversível. Ainda, a exposição a elevados níveis de ruído pode acarretar ao trabalhador alterações importantes que

interferem na sua qualidade de vida. Com destaque para as empresas de fundição, dados alarmantes a respeito da saúde de trabalhadores atuantes nesse ramo (FRANÇA; LAFRATTA; LEMOS; SANTOS, 2011).

No setor de fundição de rodas, o ruído de ar se apresenta em um nível elevado. Pelo fato que o molde ferramenta é acionado o ar comprimido que passa pelas refrigerações no período de solidificação do alumínio da roda de liga no tempo de cinco minutos, saindo o ruído próximo dos operadores gerando o desconforto nos mesmos.

Para reduzir o índice de ruído de ar de refrigeração na ferramenta no setor de fundição de rodas de liga de alumínio, da empresa é necessário fazer uma medição com o aparelho decibelímetro na ferramenta com ajuda de um técnico de segurança para captar onde esta causando o desconforto aos colaboradores que ficam expostos neste risco, prejudicando os mesmos.

### 2.1.1 Conceito de Ruído

Do ponto de vista da higiene do trabalho

O ruído é o fenômeno físico vibratório com características indefinidas de variações de pressão (no caso ar) em *função da frequência*, isto é, para uma dada frequência podem existir, em forma aleatória através do tempo, variações de diferentes pressões. (SALIBA, 2008, p. 15).

Do ponto de vista físico, não há diferença entre som, ruído e barulho, no entanto, pode variar de acordo com a percepção e/ou preferência de cada elemento humano. Assim, numa boate a música pode ser considerada som para uns e ruído para outros (SALIBA, 2008).

### 2.1.2 Ruído contínuo e intermitente

Segundo a NR-15 – Atividades e Operações Insalubres, Anexo nº.1 da Portaria 3.214/78 aprovada pelo Ministério do Trabalho que define os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente e a norma da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO), Norma de Higiene Ocupacional (NHO-01), entende-se por ruído contínuo ou intermitente, para fins de aplicação de Limites de Tolerância, o ruído que não seja de impacto.

Do ponto de vista técnico, ruído contínuo é aquele cujo NPS varia 3 dB durante um período longo (mais de 15 minutos) de observação. Já o ruído intermitente é aquele cujo NPS varia até 3 dB em períodos curtos (menor que 15 minutos e superior a 0,2 segundos) (SALIBA, 2008, p.25).

### 2.1.3 Ruído de impacto

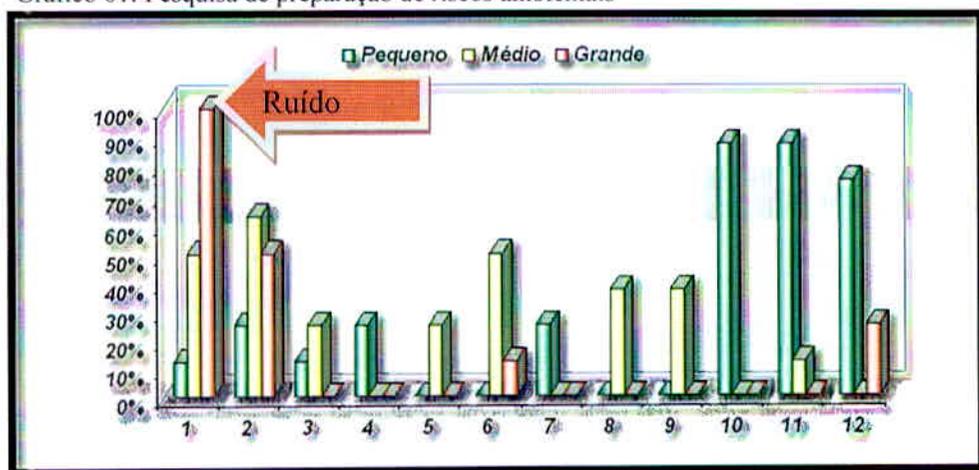
Segundo Anexo 2 da NR-15 – Atividades e Operações Insalubres, da Portaria 3.214/78 aprovada pelo Ministério do Trabalho, entende-se por ruído de impacto aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1(um) segundo, a intervalos superiores a 1(um) segundo.

Quando se utiliza a instrumentação específica pela norma ANSI S1.4, S1.25 ou IEC 804, o ruído impulsivo ou de impacto é automaticamente incluído na medição. A única exigência é que a faixa de medição seja de 80 a 140 dB(A), e que a faixa de detecção de pulso seja de no mínimo 63 dB(A) (SALIBA, 2008, p. 25).

### 3.1 Nível Satisfatório dos Colaboradores

Concluindo se então que os colaboradores não estavam satisfeitos com as condições do local devido ao alto ruído, o risco mais perceptível no setor, como mostra o gráfico 01 referente a tabela 01:

Gráfico 01: Pesquisa de preparação de riscos ambientais



Fonte: autor

#### 3.1.1 Análise dos principais indicadores existentes

A equipe da Ferramentaria, por inúmeras vezes esteve presente no setor de Fundição para manutenção e reparos dos Moldes; e também incomodados com o ruído resolveram descobrir o principal motivo que gera o alto ruído no setor.

Com a ajuda do aparelho decibelímetro fizeram-se as comparações da intensidade das principais fontes de ruídos apresentados na tabela abaixo:

Tabela 02: Pesquisa do nível de intensidade de diversos tipos de ruídos				
Fontes de ruídos	Sem intensidade	Pouca intensidade	Intenso	Muito intenso
Roda caindo		X		
Tipando roda		X		
Martelo caindo	X			
Empilhadeira	X			
<b>Despressurização</b>				<b>X</b>
Motor de injetora			X	
Bandeja avançando	X			
Bandeja recuando	X			

### 3 PARÂMETROS PARA ANÁLISE

No Setor de fundição de rodas, em um setor automotivo o ruído de ar e um nível elevado. Em Fevereiro de 2013 com o envolvimento dos colaboradores do setor de Fundição, o setor de Segurança realizou a Pesquisa de percepção de riscos ambientais considerando os níveis de risco em: Pequeno, médio e grande, como vemos na tabela 01 a seguir:

<b>Tabela 01: Pesquisa Percepção de Riscos Ambientais - Julho 2013</b>						
<b>AVALIÇÃO</b>	<b>Pequeno</b>	<b>%</b>	<b>Médio</b>	<b>%</b>	<b>Grande</b>	<b>%</b>
1 A nocividade do risco físico ruído na sua percepção é?	1	13%	4	50%	8	100%
2 A nocividade do risco físico calor na sua percepção é?	2	25%	5	63%	4	50%
3 A nocividade do risco químico Poeira na sua percepção é?	1	13%	2	25%	0	0%
4 A nocividade do risco químico Gases e Vapores na sua percepção é?	2	25%	0	0%	0	0%
5 A nocividade do risco químico Substâncias compostas ou produtos químicos geral na sua percepção é?	0	0%	2	25%	0	0%
6 A nocividade do risco ergonômico levantamento e transporte manual na sua percepção é?	0	0%	4	50%	1	13%
7 A nocividade do risco ergonômico iluminação inadequada na sua percepção é?	2	25%	0	0%	0	0%
8 A nocividade do risco ergonômico postura inadequada na sua percepção é?	0	0%	3	38%	0	0%
9 A nocividade do risco de acidentes (mecânico) máquina e equipamento sem proteção na sua percepção é?	0	0%	3	38%	0	0%
10 A nocividade do risco de acidentes (mecânico) ferramenta inadequada ou defeituosa na sua percepção é?	7	88%	0	0%	0	0%
11 A nocividade do risco de acidentes (mecânico) armazenamento inadequado na sua percepção é?	7	88%	1	13%	0	0%
12 A nocividade do risco de acidentes (mecânico) outras situações de riscos que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes sua percepção é?	6	75%	0	0%	2	25%

Fonte: Mangels, 2014

Figura 02: Saída de ar do molde de rodas.

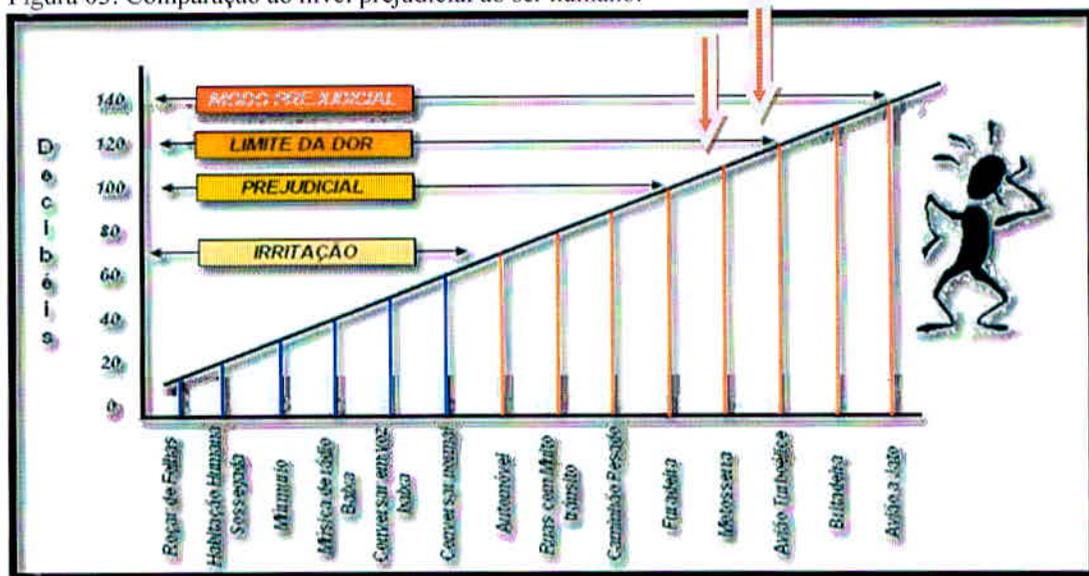


Fonte: Autor

Evidenciando após análise crítica do monitoramento de ruídos da despressurização nas injetoras de baixa pressão que apresentou o nível igual a 115,113 dB(a), mostra também que os colaboradores estão expostos à esse nível de ruído à 85 dB(a) mesmo com o uso do EPI (Equipamento de Proteção Individual).

O ruído emitido é comparável ao funcionamento de uma moto-serra cortando uma árvore e à um avião de turboélice. Que ultrapassa os níveis prejudiciais, se aproximando do limite da dor, como no exemplo:

Figura 03: Comparação ao nível prejudicial ao ser humano.

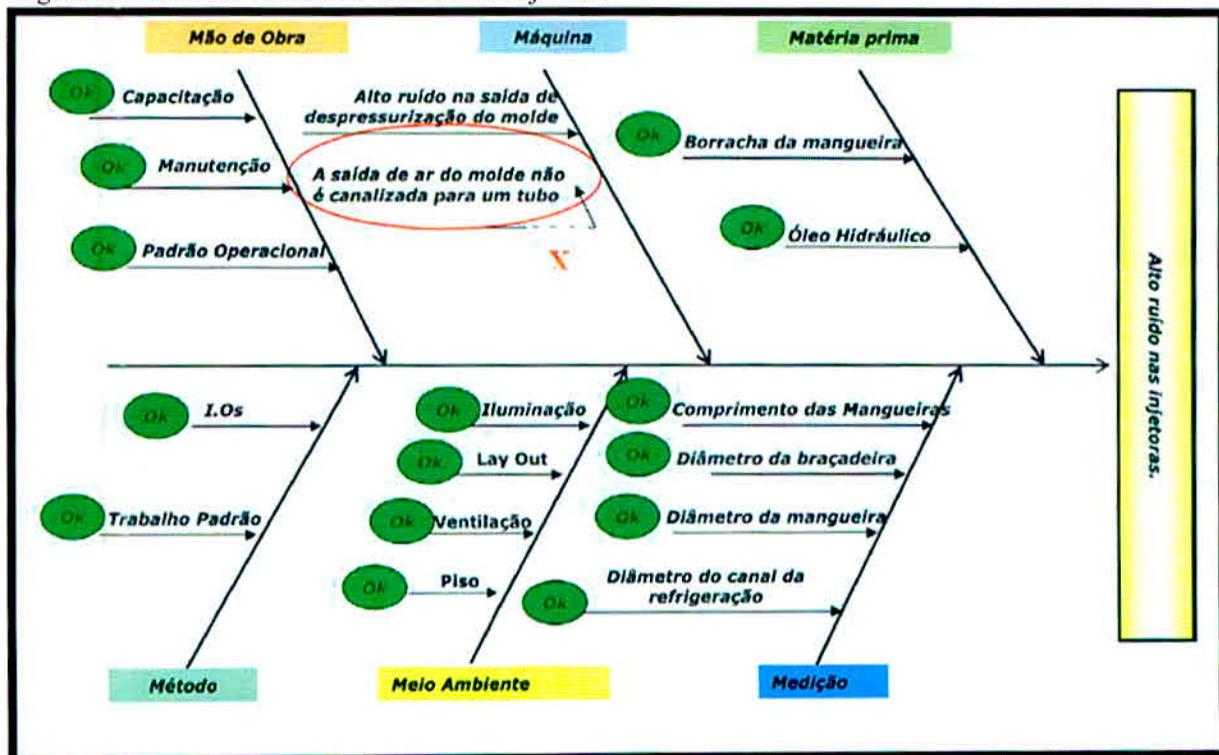


Fonte: Autor

A equipe então se reuniu e procurou os Técnicos de Segurança Industrial solicitando que fosse realizado a medição de ruído no ponto evidenciado. Foi feita uma

comparação ao nível prejudicial ao ser humano e análise de causa em alto ruído nas injetoras onde encontramos os seguintes dados:

Figura 04: Análise da causa em alto ruído nas injetoras



Fonte: Mangels, 2014.

Que mostra a situação de cada:

- Mão de Obra **OK**
- Máquina **NEGADO**: saída de ar de despressurização do canal molde não é canalizada para um tubo.
- Matéria prima **OK**
- Método **OK**
- Meio ambiente **OK**
- Medição **OK**

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Chegou-se na conclusão de atingir o seguinte objetivo, reduzir o ruído nas injetoras de baixa pressão com a meta de redução de 115 dB (a) para  $\leq 101$  dB(a).

Baseado nos filmes de ação aonde o uso de silenciador em uma pistola automática atenua em até em 50 dB(a) o ruído, nasceu então a ideia de instalar na ponta do tubo um Silenciador.

O estampido das armas de fogo é produzido pelo rápido escape dos gases resultantes da explosão da pólvora. O silenciador é um dispositivo que diminui a rapidez de escape dos gases, abafando desse modo o ruído. Consiste em um cilindro fixado à boca da arma, contendo uma série de câmaras separadas umas das outras por abafadores metálicos com orifícios centrais. A bala atravessa os orifícios deixando atrás os gases que se espalham pelas câmaras antes de sair para a atmosfera.

A saída do projétil quase totalmente isento de gases que são dispersos durante o percurso dentro do silenciador, eliminando assim em média 50 dB a) o som emitido.

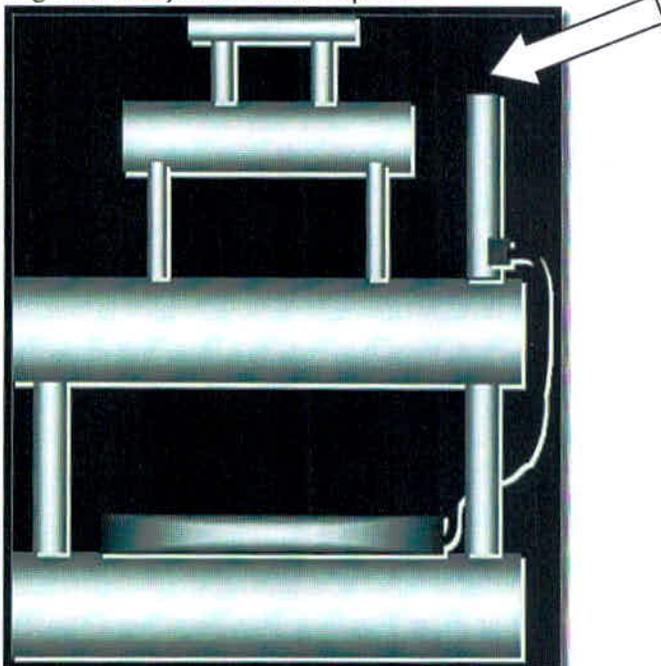
Visando a redução de custos, sem a aquisição de um silenciador; resolveram inicialmente com base no estudo da arma de fogo canalizar o ar emitido com “apenas o tubo” (sucata) aonde o ar é dispersado antes de ser lançado fora quando percorridos por uma determinada distância reduzindo a emissão de ruídos.

Figura 05: Tubo de 4,0"



Fonte: Autor

Figura 06: Junção do tubo a máquina



Fonte: Autor

Foram feitos testes para a canalização do ar com a mangueira apropriada instalando um tubo de 4,0" o ar ficou canalizado com a vazão para cima diminuindo a sensação térmica, porém a redução do ruído foi insuficiente, dando como resultado negativo.

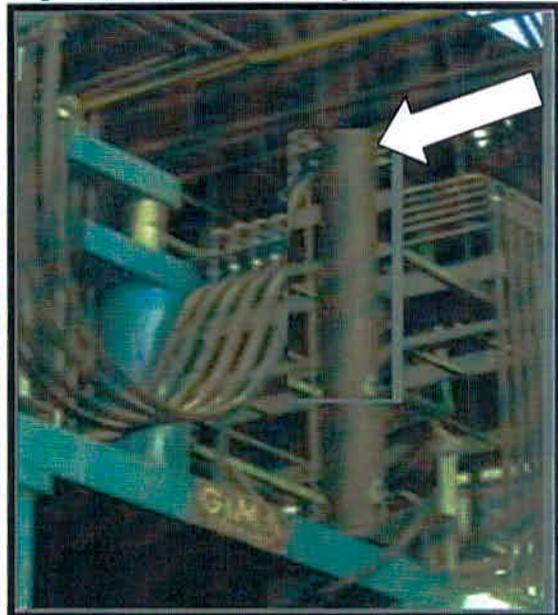
Não satisfeito com o resultado a equipe novamente reunida, e com a liberação da Supervisão da área decidiu a aquisição de 1 silenciador com baixo custo e continuaram com os testes. Abaixo segue fotos da máquina injetora:

Figura 07: Sem instalação do silenciador.



Fonte: Autor

Figura 08: Tubo fixado na máquina

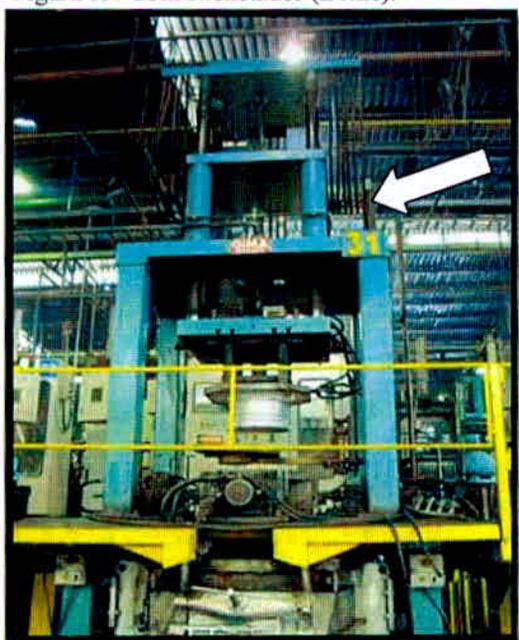


Fonte: Autor

Instalaram, na parte superior do tubo de 4,0"o Silenciador Alfa. Onde o ar fica canalizado com a vazão para cima e lados diminuindo a sensação térmica e o ruído, desta vez conseguindo atingir a meta.

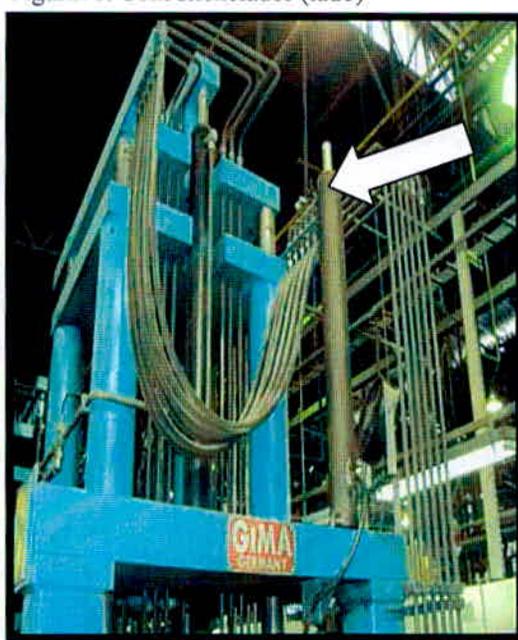
Evidenciando após a instalação dos equipamentos o nível de emissão de ruídos em 99bB(a), sendo atenuados pelos protetores auriculares em 15 e 21dB(a), sendo os colaboradores operando sem anormalidades referente ao problema encontrado. Meta superada de 101bB(a) para 99dB(a) depois do experimento.

Figura 09: Com silenciador (frente).



Fonte: Autor

Figura10: Com silenciador (lado)



Fonte: Autor

Analisando a viabilidade de custo para empresa foi verificado que os recursos internos seria de R\$136,39 e os recursos externos de R\$167,45, totalizando em R\$304,86. Custo benefício viável para empresa.

Com a melhoria aplicada observou-se que houve melhora também na sensação térmica do local, na segurança e satisfação dos colaboradores.

## 5 CONCLUSÃO

Com o trabalho conclui que para desenvolver um trabalho de melhoria em uma empresa por mais que seja eficiente, é muito complicado satisfazer a todos. Temos que saber demonstrar e provar que vale a pena investir.

Diante dos fatos aqui apresentado, foi demonstrado através de teste aplicado e tabelas os pontos positivos e a rentabilidade da aplicação dessa melhoria no ambiente de trabalho reduzindo o ruído e reduzindo a temperatura do ambiente de trabalho. Tornando as condições satisfatória para os colaboradores. A partir da aplicação desse projeto foi possível conhecer melhor seus princípios, seus propósitos, seus objetivos e limitações para uma correta implantação.

É importante ressaltar que este Projeto será implantado nas demais máquinas deste setor, possivelmente se alcançará um limite de ruído ainda menor garantindo a melhoria continua no processo mantendo a segurança dos colaboradores. Com este aprendizado, se ganha um ambiente motivador, pois, os operadores se sentem mais profissionais e mais valorizados dentro do seu ambiente de trabalho. Assim eliminando as irregularidades e firmando que não haverá possibilidades processos trabalhistas, multas do ministério do trabalho e outros.

Tenho também a satisfação e orgulho de ter executado um trabalho funcional conforme o planejado, com isso me motivando a procurar inovar sempre, para melhorar sempre, as condições de vida da humanidade.

## REFERÊNCIAS

ABAL. **O alumínio: processos de produção**. Fundação. Disponível em: [www.abal.org.br/aluminio/processos\\_fundicao.asp](http://www.abal.org.br/aluminio/processos_fundicao.asp). Acesso em 07/2014.

ABEL - **Acústica Brasileira Engenharia Ltda**. Disponível em: [www.abel-acustica.com.br](http://www.abel-acustica.com.br). Acesso em 10/2013.

ABIFA – Associação Brasileira de Fundação. Revista Maio, 2014. Ed. 168, p.27-28 (IONÁ MACEDO LEONARDO). Disponível em: <http://www.abifa.org.br/images/RevistaABIFA168-pdf-baixa.pdf>. Acesso em 07/2014.

**ASPECTOS conceituais e práticos sobre controle de ruído industrial**, Poços de Caldas, ITSEMAP do Brasil – Serviços Tecnológicos, 1999.

BOTTAZZINI, M. C. **Higiene do trabalho**, Machado, 2004.

BRASIL. **Instituto Nacional de Seguridade Social**. INSTRUÇÃO NORMATIVA INSS/PRES Nº. 27, DE 30 DE ABRIL DE 2008 - DOU DE 02/05/2008. Subseção IV – Da Aposentadoria Especial - Dos Conceitos Gerais - Dos Procedimentos Técnicos de Levantamento Ambiental – Art. 179 e 180.

BRASIL. **Ministério do trabalho. Gabinete do ministro**. Portaria nº. 3.214, de 8 de junho de 1978. Aprova as normas regulamentadora – NR – do capítulo V, título II, da consolidação das leis do trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. NR-1. Disposições Gerais: MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS – Segurança e Medicina do Trabalho. 51ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

BRASIL. **Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora Nº 15**. Publicado: Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978; Atualizado: Portaria MTE n.º 1.297, de 13 de agosto de 2014. Nr 15 - atividades e operações insalubres. Agosto, 2014.

FRANÇA, Aline Gomes; LAFRATTA, Fernando Humel; LEMOS, Ricardo Jean de; SANTOS, Guilherme André dos. **Melhoria do ambiente de trabalho em empresas de Fundação do pólo metal - mecânico da região de Joinville**. Maio, 2011.

ROSSITTI, Sergio Mazzer. **Processos e variáveis de fundição**. Maio, 1993.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Avaliação e Controle do Ruído** – PPRA, 4ª ed. São Paulo: LTr, p.25, 2008.