

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
MAYKON JOAQUIM PEREIRA QUINTILIANO**

**PROJETO MECÂNICO PARA ADEQUAÇÃO DO ANEXO N.º1 DA NR 15 DO SETOR
TEMPERO EM PASTA EM UMA EMPRESA DE ALIMENTOS**

**Varginha
2022**

MAYKON JOAQUIM PEREIRA QUINTILIANO

**PROJETO MECÂNICO PARA ADEQUAÇÃO DO ANEXO N.º1 DA NR 15 DO SETOR
TEMPERO EM PASTA EM UMA EMPRESA DE ALIMENTOS**

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 orientação do Prof. Me. Eduardo Henrique Ferroni.

**Varginha
2022**

MAYKON JOAQUIM PEREIRA QUINTILIANO

**PROJETO MECÂNICO PARA ADEQUAÇÃO DO ANEXO N.º1 DA NR 15 DO
SETOR TEMPERO EM PASTA EM UMA EMPRESA DE ALIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para a obtenção de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: / /

Prof.

Prof.

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela força a mim dada nessa caminhada, pois só ele sabe o quanto foi difícil e desgastante, a minha mãe Lucymara de Fátima Pereira Quintiliano que foi meu alicerce, e que foi a peça fundamental para que esse sonho se realizasse, em geral a toda minha família que sempre me apoiaram e a todas as demais pessoas presentes positivamente nessa extensa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que estiveram ao meu lado, me apoiando e incentivando. Em especial a minha mãe Lucymara de Fátima Pereira Quintiliano e minha tia/madrinha Luciane Aparecida Pereira que confiaram em mim no início, e sempre estiveram ao meu lado durante toda essa jornada. Agradeço ainda, a minha namorada Laís Cristina Teodoro Jerônimo, que nesse último ano, Deus a colocou no meu caminho para acabar de preencher minha vida e me conceder ainda mais força e vontade de vencer. Sou extremamente grato a empresa Comercial Maciel e Vieira que sempre me apoiou e abriu as portas pra mim. E agradeço a todos os professores e ao meu orientador pelo empenho, e pelos ótimos ensinamentos.

“Tudo que um sonho precisa para ser realizado, é alguém que acredite que ele possa ser realizado.”

Roberto Shinyashiki.

RESUMO

Este trabalho mostra o projeto mecânico desenvolvido na Indústria de alimentos COMERCIAL MACIEL & VIEIRA LTDA. A indústria está localizada na região do Sul de Minas desde a década de 1980. Durante a pesquisa acadêmica, foi possível identificar e solucionar problemas a fim de colaborar diretamente com o processo da empresa. O projeto realizado adequou os níveis de ruído de três linhas de produção do setor de tempero em pasta da empresa, essa intervenção se fez necessária devido aos níveis estarem acima do permitido pela norma regulamentadora 15, com isso prejudicando a saúde do trabalhador e seu desempenho por conta do estresse que o ruído elevado trás. O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um projeto mecânico, que faça com que os níveis de ruído do setor de tempero em pasta, da empresa Mavi Alimentos fiquem dentro dos limites impostos pelo anexo 1 da norma regulamentadora 15, sem causar impactos negativos a produção. A conclusão desse projeto fez com que a empresa recebesse a certificação da norma e assim a produção para novos clientes, além de colaborar diretamente com a saúde mental e física dos colaboradores.

Palavras-chave: Certificação. Segurança do trabalho. Projeto Mecânico.

ABSTRACT

This work shows the mechanical project developed in the food industry COMERCIAL MACIEL & VIEIRA LTDA. The industry has been located in the southern region of Minas since the 1980s. During the academic research, it was possible to identify and solve problems in order to collaborate directly with the company's process. The project carried out adapted the noise levels of three production lines in the company's paste seasoning sector; this intervention was necessary due to the levels being above those allowed by regulatory norm 15, thus harming the worker's health and their performance for account of the stress that the loud noise brings. The objective of this work is to present the development of a mechanical project, which makes the noise levels of the pasta seasoning sector, from the Mavi Alimentos company, stay within the limits imposed by Annex 1 of the regulatory standard 15, without causing negative impacts to the production. The completion of this project made the company receive the certification of the standard and thus production for new customers, in addition to directly collaborating with the mental and physical health of employees.

Keywords: : Certification. Workplace safety. Mechanic project

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Museu da empresa.	26
Figura 02 – Espuma acústica elastomérica.....	27
Figura 03 – Abafador Concha Pomp Muffler - 3M.....	28
Figura 04 – Soprador de ar removedor de sujeiras.....	29
Figura 05 – Desenho técnico caixa de isolamento acústico 1 e 2 no solidworks.....	30
Figura 06 – Desenho técnico caixa de isolamento acústico 3 no solidworks.....	31
Figura 07 – Medição do ruído antes da instalação do projeto mecânico.....	36
Figura 08 – Medição do ruído depois da instalação do projeto mecânico.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Orçamento do material para o projeto.....	32
Tabela 02 - Níveis de ruído no primeiro dia antes do projeto.....	33
Tabela 03 - Níveis de ruído no segundo dia antes do projeto.....	34
Tabela 04 - Níveis de ruído no segundo dia antes do projeto.....	35
Tabela 05 - Níveis de ruído no terceiro dia antes do projeto.....	37
Tabela 06 - Níveis de ruído no primeiro dia depois do projeto.....	38
Tabela 07 - Níveis de ruído no segundo dia depois do projeto.....	39

LISTA DE GRÁFICOS

Quadro 01 - Gráfico da variação do ruído no primeiro dia antes do projeto.....	34
Quadro 02 - Gráfico da variação do ruído no segundo dia antes do projeto.....	35
Quadro 03 - Gráfico da variação do ruído no terceiro dia antes do projeto.....	36
Quadro 04 - Gráfico da variação do ruído no primeiro dia depois do projeto.....	37
Quadro 05 - Gráfico da variação do ruído no segundo dia depois do projeto.....	38
Quadro 06 - Gráfico da variação do ruído no terceiro dia depois do projeto.....	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 Som e Ruído.....	14
2.1.2 Ruído ocupacional.....	14
2.1.3 Amplitude e Decibel.....	15
6.2 Normas regulamentadoras.....	15
2.2.1 Norma Regulamentadora 09.....	16
2.2.2 Norma Regulamentadora 12.....	16
2.2.3 Norma Regulamentadora 15.....	17
2.2.4 Norma Regulamentadora 17.....	19
2.2.5 Padrão Global da Norma BRCGS.....	19
2.3 Aço inoxidável.....	20
2.3.1 Classificação.....	20
2.3.2 Composição.....	21
2.3.3 Aço inoxidável 316L.....	21
2.4 Conforto acústico	22
2.4.1 Isolamentos acústicos.....	22
2.4.2 Materiais acústicos não convencionais.....	23
2.4.3 Lã de vidro.....	23
2.4.4 Vermiculita.....	23
2.4.5 Lã de rocha.....	24
2.4.6 Espuma elastomérica.....	24
2.4.7 Fibra de coco.....	24
2.5 Solidsworks.....	25
3 METODOLOGIA.....	26
3.1 Estudo de caso.....	26
3.2 Criação do projeto.....	26
3.2.1 Dimensionamento do projeto.....	27
3.2.2 Escolhas dos materiais.....	27
3.2.3 Atenuação do protetor auricular utilizado.....	28
3.2.4 Cálculo do limite em decibéis.....	28
3.2.5 O equipamento gerador do ruído.....	29
3.3 Planejamento.....	29
3.3.1 Desenho do projeto.....	30

3.3.2 Valor total do projeto.....	31
4 RESULTADOS DO PROJETO.....	33
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAS.....	42
ANEXO 1 – Limites de Tolerância para Ruído contínuo ou intermitente – NR15	45
ANEXO 2 – Certificado internacional BRC (segurança de alimentos)	46
ANEXO 3 – Entrada dos copos na caixa durante a produção.....	47
ANEXO 4 – Saída dos copos na caixa durante a produção.....	47
ANEXO 5– Projeto Mecânico L1.....	48
ANEXO 6– Projeto Mecânico L2.....	48
ANEXO 7– Projeto Mecânico L2.....	49
ANEXO 7– Ordem de serviço.....	49

1 INTRODUÇÃO

A Segurança do trabalho é uma área que abrange todas as outras profissões, ela se mostra imprescindível em qualquer empresa, tendo em vista isso, devem ser seguidas as normas regulamentadoras para que o trabalhador possa trabalhar da forma mais segura possível, tanto na parte física quanto na parte mental.

De acordo com o anexo N°. 1 da Norma Regulamentadora 15, os tempos de exposição aos níveis de ruído não devem exceder os limites de tolerância e para um trabalhador que tem exposição diária ao ruído de 8 horas, o maior nível de ruído permitido é de 85 decibéis.

A pesquisa será desenvolvida para adequar os níveis de ruído de três linhas de produção do setor de tempero em pasta da empresa Mavi Alimentos, essa intervenção se faz necessária devido aos níveis de ruído estarem um pouco acima do permitido prejudicando assim a saúde do trabalhador e seu desempenho por conta do estresse que o ruído elevado trás ela será projetada por mim e desenvolvida pela manutenção da empresa.

Esse projeto Mecânico será muito importante para a empresa pois após sua conclusão e sua aprovação, ele fará com que o setor consiga certificação e assim possa continuar e aumentar a sua produção para o cliente, além disso é um projeto que foge do tradicional, que geralmente se limita a isolar o ruído do trabalhador fazendo o uso de EPI ou substituindo a máquina, por descuido ou comodidade se esquecem de agir na trajetória do ruído.

O projeto também diminuirá a poluição sonora, não prejudicando a saúde auditiva dos colaboradores e fazendo com que eles se estressem menos com o trabalho. No contexto social vai contribuir muito com o mercado de trabalho, pois sem essa certificação dois turnos não serão efetivados e muitas pessoas ficarão desempregadas, a certificação através do projeto aumentará nitidamente o lucro da empresa, já que o cliente em questão tem enorme relevância no faturamento da empresa.

Qual a melhor forma de deixar os níveis de ruído de um setor da empresa Mavi Alimentos dentro das exigências das normas de segurança do trabalho, sem afetar a produção e, conseqüentemente, o funcionamento dos equipamentos.

Apresentar o desenvolvimento de um projeto mecânico, que faça com que os níveis de ruído do setor de tempero em pasta, da empresa Mavi Alimentos fiquem dentro dos limites impostos pelo anexo 1 da norma regulamentadora 15, visando a certificação para produção com novos clientes, seguindo os seguintes passos:

- a) Estudar as normas regulamentadoras 9, 12,15 e 17 para adequação;
- b) Estudar possíveis soluções para atender a norma;
- c) Estudar o local do projeto e o tipo de material que mais se enquadra
- d) Estudar aços inoxidáveis e tipos de isolamentos acústicos;
- e) Estudar e aprender a desenhar no software Solidworks;
- f) Apresentar o projeto mecânico;
- g) Apresentar a estrutura da caixa isoladora e sua função em relação equipamento;
- h) Desenvolver o desenho técnico e suas especificações;
- i) Apresentar o processo de produção do setor de tempero em pasta;
- j) Instalar o projeto nas linhas de produção de tempero em pasta;
- k) Comprovar que o projeto não afetou a produção no geral;
- l) Realizar medição com dosímetro nos colaboradores para comprovar e validar o projeto.

O trabalho foi elaborado a partir de uma pesquisa bibliográfica seguida de uma pesquisa ação na empresa do setor alimentício localizado na cidade de Machado, no sul de Minas Gerais. A empresa em questão necessita da certificação da BRCS (Norma internacional para segurança de alimentos) para produzir para um cliente de grande relevância.

A empresa recebeu do novo cliente alguns produtos a serem fabricados, contudo para que isso aconteça se faz necessário a adequação das máquinas e equipamentos de todo setor. O setor tempero em pasta da empresa tem um maquinário muito antigo e um equipamento da linha foge muito dos níveis de ruído permitido pelas normas de segurança do trabalho, sendo assim não atenderia a certificadora.

O projeto será executado entre no período de 16/02/2022 à 01/10/2022, nesse intervalo de tempo deverá ser estudado a fundo sobre as normas regulamentadoras envolvidas, sobre os materiais para execução do projeto, sobre o modelo de projeto, como ele vai ser e, onde ele vai ser instalado, além de buscas com fornecedores para adquirir com menor custo e ao mesmo tempo que atenda às necessidades do projeto.

Após a conclusão das pesquisas e finalização escopo do projeto, deverá ter a aprovação da diretoria da empresa e logo depois realizar as compras dos materiais para em

seguida ser instalado.

Assim que instalado na linha de produção, o setor de produção irá ser acompanhado com medições por doses com decibelímetro bem próximo a caixa para confirmação de adequação ao anexo 1 da norma regulamentadora 15 e, conseqüentemente a BRCGS (Norma internacional para segurança de alimentos).

A linha de produção também será acompanhada por alguns meses, para serem levantadas quantidades de produção depois da adequação do equipamento no setor, isso para que possa ser comparado com os valores de produção de meses anteriores, e assim comprovar que não foi reduzida a quantidade de produção por conta do projeto.

Nos capítulos seguintes será apresentado todo referencial teórico para a elaboração do projeto mecânico, a metodologia seguida, os resultados do projeto, as considerações finais e a conclusão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse referencial teórico será abordado estudos e definições em relação a todo projeto tais como as definições de ruído, ruído ocupacional, normas regulamentadoras do trabalho que diz respeito a ruído e tipos de materiais para realizar o projeto.

2.1 Som e ruído

Sons são definidos como vibrações das partículas do ar que se propagam a partir de estruturas vibrantes (BISTAFA, 2011). Para Gerges (2000), o som é a sensação produzida em um sistema auditivo enquanto ruído é um som indesejável, de conotação negativa.

De acordo com Bistafa (2011), sons chamados de ruído também podem ser utilizados. Tal como, um mecânico pode descobrir se um carro está funcionando corretamente através de sua audição. No entanto, na maioria dos casos, o ruído causa efeitos adversos como aumento da pressão arterial, perda auditiva, *stress*, nervosismo, baixo desempenho e também pode causar efeitos mecânicos, como danos e falhas estruturais.

Mais formalmente, o ruído pode ser designado como um fenômeno físico vibratório com atributos indefinidos de variações de pressão (aqui o ar em função da frequência, ou seja, para uma dada frequência pode haver, aleatoriamente ao longo do tempo, variações de diferentes pressões. Também pode ser definido como um estímulo auditivo que não contém informações úteis para a tarefa que está sendo realizada (BISTAFA, 2011)

2.1.2 Ruído ocupacional

A exposição ao ruído tornou-se um problema de saúde ocupacional, cada vez mais presente na vida dos profissionais, sendo também reconhecido como fator de estresse no trabalho (SILVA et al, 2014).

A perda auditiva induzida por ruído ocupacional é causada pela exposição ocupacional ao ruído e é afetada pelo tipo de ruído, tempo de exposição e intensidade, levando em consideração idade, sexo e presença de patologia auditiva (FERREIRA, 2011).

Um único ruído acidental pode causar danos transitórios, mas a exposição prolongada a níveis elevados pode causar perda auditiva progressiva irreversível, desta forma, a

atenuação do ruído industrial é uma área importante da engenharia no que se refere ao desempenho e saúde dos colaboradores (OSHA, 2011).

2.1.3 Amplitude e decibel

O ouvido humano tem sensibilidade à pressão sonora. A pressão mais baixa que pode ser ouvida por uma população saudável é 20 μPa , a qual se estabeleceu um padrão como o valor nominal para o limiar mínimo da audição de um ser humano, para fins de medições sonoras. Olhando o outro lado da escala, encontra-se o limite da dor, que ocorre com pressões sonoras da ordem de 100.000.000 μPa (HASSAL, 1979).

Durante o início da década de 1920, quando as medições de pressão sonora começaram a ser mais práticas, era comum a utilização da escala logarítmica, na base 10, para apertar a escala linear em Pascal (PIERCE, 1981).

Logo depois, foi convencionado expressar a pressão sonora na escala logarítmica, nessa base, ela foi denominada *bel*, uma grande homenagem a Alexander Graham Bell. Contudo, por tratar-se uma unidade muito grande para ser usada com no cotidiano, costuma-se usar a décima parte do *bel*, denominada decibel (dB) (HASSAL, 1979).

2.2 Normas regulamentadoras

Normas Regulamentadoras são o mecanismo legal utilizado pelo Ministério do Trabalho e Emprego brasileiro para diretrizes e procedimentos obrigatórios relacionados à segurança do trabalho. Eles orientam qualquer tipo de empresa e órgão regulamentado pela CLT sobre saúde e segurança do trabalhador. O não cumprimento do mesmo pode resultar em avisos da indústria e da escola, multas, proibições ou embargos.

Segundo Dragone (2011), as especificações emitidas pela Secretaria do Trabalho e Emprego nem sempre contemplam os aspectos técnicos. Na maioria dos casos, são necessárias contribuições da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou mesmo de normas internacionais para torná-la menos genérica, proporcionando uma abordagem mais técnica e atrelada às necessidades dos stakeholders, como a indústria e quem fará a auditoria.

Devido à alta frequência de alterações nas normas regulamentadoras, as empresas sempre precisam fazer ajustes ou correm o risco de serem processadas, afetando a

confiabilidade do cliente, afetando a concorrência no mercado, retardando atualizações de tecnologia de proteção de máquinas e equipamentos (MORAES, 2014).

Quaisquer alterações que ocorram em qualquer norma devem ser aprovadas por portaria ministerial. Atualmente, um total de 36 especificações regulatórias estão aprovadas e publicadas, mas muitas delas estão desatualizadas ou estão sendo atualizadas porque não se adaptam à evolução tecnológica e não atendem aos requisitos mínimos de segurança (DRAGONE, 2011).

2.2.1 Norma Regulamentadora 09

A NR 09 é a Avaliação e Controle de Exposição Ocupacional a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos: Estabelece requisitos para a análise da exposição ocupacional a agentes físicos como ruído para prevenir a saúde e integridade do trabalhador (Brasil, 2020).

Na perspectiva de Chibinsk (2011), a NR-09 é uma norma regulamentadora que existe para proteger os trabalhadores. Inclui o PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. É considerado um mercado de trabalho para técnicos de segurança. O PPRA faz parte de um conjunto mais amplo de iniciativas das empresas na área de salvaguarda da saúde e integridade do trabalhador e deve ser articulado de acordo com o disposto em outras NRs, em especial com a NR 7.

2.2.2 Norma Regulamentadora 12

Título 12 Normas Regulamentadoras do Trabalho, definida como segurança de máquinas e equipamentos, estabelecem requisitos mínimos de segurança destinados a prevenir acidentes. A nova NR-12 é profundamente reformulada em termos de tecnologia (MORAES, 2014).

O uso de maquinários antigos e obsoletos pode tornar as operações mais perigosas e menos produtivas, além de afetar as medidas preventivas de responsabilidade do empresário. A causa raiz de cerca de 25% dos acidentes de trabalho no país é a falta de proteção de máquinas e equipamentos. Se este projeto fosse modificado destes para o seu desenho, poderiam ser evitados afastamentos por doença, acidentes graves de classe e até mesmo reduções de custos com a adequação da NR (MORAES, 2014).

Manutenção ou qualquer outra atividade que envolva interação humano-robô com máquinas ou equipamentos. Está dividido em várias áreas e as suas disposições abrangem tanto as máquinas novas como as antigas. Esta norma indica que toda a responsabilidade pela sua aplicação é do empregador. As medidas de proteção são definidas de acordo com a NR-12:

- a) Medidas de proteção coletivas;
- b) Medidas administrativas ou de organização do trabalho;
- c) Medidas de proteção individual.

Essas medidas possuem uma divisão própria para cada tipo de acionamento: mecânico, elétrico, pneumático, hidráulico, e para cada um possui sua própria forma de segurança, conforme segue: Esses tópicos são explicados detalhadamente na NR-12, e serão analisados e utilizados de acordo com as especificações e necessidades do projeto, como as que seguem:(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

- a) Arranjo físico;
- b) Dispositivos de partida, acionamento e parada;
- c) Componentes pressurizados;
- d) Aspectos ergonômicos;
- e) Riscos adicionais;
- f) Procedimentos de trabalho.

Esses tópicos são explicados detalhadamente na NR-12, e serão analisados e utilizados de acordo com as especificações e necessidades do projeto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

2.2.3 Norma Regulamentadora 15

A NR 15 (Atividade Insalubre e Manipulação) significa limite de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes. A norma recomenda uma exposição diária máxima permitida de 85 dB para um dia de trabalho de 8 horas. Porém, se o nível for de 115 dB, o tempo de exposição máxima cai para 7 minutos, e não é permitido expor sem proteção adequada (EPI – Equipamento de Proteção Individual). Outros valores adicionais e tempos de exposição no Anexo 1 (BRASIL, 2022)

Segundo Braga (2002), o conceito de som (ou ruído) vem da física acústica e é resultado de vibrações acústicas capazes de produzir sensações auditivas. O som, como a poluição, está associado a ruídos estridentes ou sons indesejados. O autor também concluiu

que enquanto o conceito de som está perfeitamente definido na física, o conceito de sons indesejados é muito relativo. O mesmo autor destaca que, para muitos, os shows de rock nada mais são do que uma fonte de poluição sonora. Para outros, é a pura expressão da arte musical contemporânea.

No entanto, Peplow (2010) aponta que o ruído é um risco físico. Entende-se por ruído um ruído ou som indesejado, geralmente produzido por uma máquina, dispositivo ou processo, cujos efeitos no organismo incluem distúrbios gastrointestinais, irritabilidade, tontura, nervosismo, pulso acelerado e aumento da pressão arterial.

Ruído contínuo ou intermitente conforme NR 15 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022), para efeito de aplicação de limites de tolerância, refere-se a ruído que não seja ruído de impacto.

- a) Níveis de ruído contínuos ou intermitentes devem ser medidos em decibéis (dB) com o instrumento de nível de pressão sonora operando em um circuito de compensação “A” e um circuito de resposta lenta . A leitura deve ser próxima ao ouvido do trabalhador;
- b) O tempo de exposição aos níveis de ruído não deve exceder as tolerâncias especificadas na tabela deste anexo;
- c) Para valores de nível de ruído intermediários encontrados, será considerada a exposição diária máxima permitida em relação ao nível mais alto seguinte;
- d) Indivíduos inadequadamente protegidos não podem ser expostos a níveis de ruído acima de 115 dB(A);
- e) Se ocorrerem dois ou mais períodos de exposição ao ruído de diferentes níveis durante a jornada de trabalho, seu efeito combinado deve ser considerado, portanto, se a soma das seguintes pontuações: $C1/T1 + C2/T2 + C3/T3 + \dots + Cn/Tn$ excede a unidade e a exposição excederá os limites de tolerância;
- f) Na equação acima, Cn representa o tempo total que um trabalhador está exposto a um determinado nível de ruído e Tn representa o tempo máximo de exposição diário permitido a esse nível de acordo com a tabela do Anexo 1;
- g) Atividades ou operações que exponham os trabalhadores a níveis de ruído contínuos ou intermitentes superiores a 115 dB(A) sem proteção adequada apresentam risco grave e iminente (BRASIL, 2022).

2.2.4 Norma Regulamentadora 17

Determinar os parâmetros que permitam que as condições de trabalho se adaptem às características psicofisiológicas dos trabalhadores para proporcionar o máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (Brasil, 2018).

Uma equipe de médicos e engenheiros da DRT/SP e representantes sindicais verificaram as condições de trabalho e os efeitos na saúde desses trabalhadores por meio de fiscalizações em diversas empresas, por meio de análises ergonômicas dos postos de trabalho. Em todas as avaliações, foram constatados fatores sabidamente causadores de lesão por esforço repetitivo - LER: pagamento de custos de produção, não pausas, horas extras e dupla jornada de trabalho, etc. (Manual NR - 17, 2002).

Durante os anos de 1988 e 1989, a Associação dos Profissionais de Processamento de Dados (APD Nacional) reuniu-se com representantes da Secretaria de Segurança e Medicina do Trabalho de Brasília - SSMT, FUNDACENTRO e DRT/SP para elaborar um projeto de norma que as Normas limitam o ritmo de trabalho e proibiram pagando um prêmio de produtividade, bem como estabelecer padrões de conforto para os trabalhadores de sua área, que incluíam o mobiliário, a ambiência térmica, a ambiência luminosa e o nível de ruído (Manual NR-17, 2002).

2.2.5 Padrão Global da NORMA BRCGS

O BRC Global é uma das ferramentas operacionais mais utilizadas para a devida diligência e aprovação de fornecedores. Ajuda as empresas a selecionar e qualificar seus fornecedores. Como resultado, o sistema reduz os custos gerais de gerenciamento da cadeia de suprimentos e aumenta a segurança para clientes, fornecedores e consumidores. O BRC desenvolveu um conjunto global de padrões, que é um esquema de certificação internacional para qualidade e segurança de produtos, e mais de 28.000 fornecedores em 130 países já estão certificados por esse padrão (BRCGS, 2018).

Os principais varejistas do Reino Unido estão preocupados com a segurança alimentar, pois são diretamente responsáveis em caso de acidente. Para manter a situação sob controle, os varejistas estão exigindo que todos os fornecedores de alimentos sejam certificados com padrões profissionais para garantir que cumpram os requisitos legais, de qualidade e segurança. Após sua primeira publicação em 1998, a norma foi regularmente aperfeiçoada, envolvendo partes internacionais da cadeia de abastecimento alimentar. Hoje, é uma ferramenta global baseada nos mais recentes e atualizados padrões e metodologias. Os

requisitos da norma estão ligados ao sistema de gestão da qualidade e ao sistema HACCP, apoiados por programas detalhados de pré-requisitos (BRCS, 2018).

Os Padrões Globais BRC cobrem seis áreas-chave e tópicos de certificação. São eles: Segurança Alimentar, Revendedores e Intermediários, Armazenamento e Distribuição, Produtos de Consumo, Embalagem e Varejo e esta divisão é uma das 17 principais diferenças de outros padrões de qualidade, como ISO 22000 e FSSC 22000. O Padrão de Segurança Alimentar BRC é frequentemente considerado um padrão mais rigoroso quando comparado aos padrões de qualidade, e os requisitos do BRC são especialmente importantes para pequenas e médias empresas em países em desenvolvimento, países em desenvolvimento ou terceiro mundo, onde os sites enfrentam desafios de qualidade de recursos (BRCS, 2018).

2.3 Aço inoxidável

Devido ao ambiente que o projeto vai ser instalado ser altamente corrosivo devido ao sal, foi realizado o estudo sobre os aços inoxidáveis analisando suas propriedades para ver o que mais se adequa ao setor tempero em pasta.

2.3.1 Classificação

Os aços inoxidáveis são classificados de acordo com sua microestrutura primária. De acordo com a classificação AISI, os aços inoxidáveis austeníticos são designados pela seguinte nomenclatura: 2XX e 3XX. Eles são baseados no sistema Fe-Cr-Ni e têm boa resistência à corrosão por pites e frestas. A letra "L" após o número refere-se à palavra "baixa" e refere-se a ligas contendo até 0,03% de carbono. Quanto à composição desses aços, destacam-se os elementos Cr, Ni e Mo (BARANOWSKA, 2006).

O cromo é um elemento que desempenha um papel importante na resistência à corrosão. É um elemento alternativo nas estruturas cúbica de face centrada (FCC) e cúbica de corpo centrado (BCC), o que facilita a estabilização da ferrita. O níquel, por sua vez, também é uma alternativa e é um forte estabilizador da austenita, auxiliando na estabilização desta fase em temperaturas iguais ou inferiores à temperatura ambiente (BARANOWSKA, 2006).

2.3.2 Composição

O aço inoxidável é um aço de alta liga com sistemas Fe-Cr-C e Fe-Cr-Ni como matriz, e o teor mínimo de cromo na solução sólida é de 11% em peso. Caracterizam-se pela maior

resistência à corrosão em comparação com outras ligas de ferro com menor teor de cromo (CARBÓ, 2008).

No aço inoxidável, uma camada superficial de óxido de cromo (Cr_2O_3) é formada porque o cromo tem maior afinidade pelo oxigênio do que o ferro. Esta camada é passiva e proporciona alta resistência à corrosão do substrato. Além disso, ele se recupera sozinho muito rapidamente, mesmo que seja removido por um processo mecânico (ASGARI, 2011).

O molibdênio é outro elemento de liga importante porque melhora a resistência à corrosão. Também ajuda na estabilização da ferrita e aumenta a resistência à tração em temperaturas elevadas. Por exemplo, a adição de 2% de Mo à liga 18Cr-Ni aumenta em 40% a 760°C. Isto é porque o molibdênio promove endurecimento por solução sólida a altas temperaturas (ASGARI, 2011).

Por sua vez, o carbono atua como elemento em solução sólida intersticial na estrutura cristalina, contribuindo para o aumento da resistência mecânica. Quando certos elementos como cromo e molibdênio estão presentes, o carbono pode se combinar com esses elementos para formar carbonetos. Além disso, há uma forte tendência de auto-segregação em regiões de defeitos cristalinos como discordâncias e contornos de grão, o que pode ser melhor controlado em ligas de baixo carbono como o aço AISI 316L (ASGARI, 2011).

2.3.3 Aço inoxidável 316L

Os elementos acima são os principais constituintes do aço AISI 316L. Embora este material seja amplamente utilizado na indústria devido à sua alta resistência à corrosão, para a maioria das aplicações é necessário um tratamento superficial prévio para aumentar a dureza, aumentar a resistência ao desgaste e melhor resistência à fadiga. Em alguns casos, uma melhor resistência à corrosão também pode ser obtida por nitretação e cementação do material, especialmente quando não há formação de nitretos e carbonetos de cromo (MANOVA, 2014).

O tratamento de superfície mais comumente usado para AISI 316L é a nitretação a plasma de baixa temperatura, um tratamento termoquímico. No caso de uma barra recozida de AISI 316L, a dureza média do material nesta condição é de 1,52 GPa. Para materiais nitretados por plasma nas mesmas condições, foi relatada uma dureza superficial de 15 GPa sem formação de nitreto, valor quase dez vezes maior que o do material não tratado. Isso mostra como a nitretação a plasma pode ser benéfica para a preparação da superfície (MANOVA, 2014).

2.4 Conforto acústico

Segundo Vianna e Ramos (2005), o conforto só é alcançado quando o esforço fisiológico associado ao som (luz, calor) é mínimo e ventilação) para realizar uma determinada tarefa. Um ambiente confortável traz felicidade e harmonia quando as necessidades são atendidas.

É importante ressaltar que tudo na natureza possui propriedades acústicas, mas a capacidade de absorção varia em função do material. Segundo Nakamura (2006), a capacidade de absorção está presente quando o material é capaz de dissipar a energia sonora agindo sobre ele convertendo as vibrações em energia térmica.

A seleção e disposição dos materiais depende se o objetivo é alterar, reduzir ou eliminar o ruído. Tetos e paredes cobertos com lã mineral, como amianto e lã de vidro. Pode modificar o tempo de reverberação do timbre. É preciso ficar atento à quantidade de absorção sonora, pois se for muito alta, pode impedir um aluno de ouvir o professor em uma aula por exemplo. A escolha de primer ou revestimento deve ter em conta a parte do ambiente de manutenção, durabilidade, confiabilidade e resistência ao fogo (Nakamura, 2006).

2.4.1 Isolamentos acústicos

Materiais absorventes de timbre conhecidos por classificar fibras incluem fibra de vidro e amianto. Um exemplo de material poroso é a espuma de poliuretano. A capacidade de absorção de ruído varia de materiais porosos e fibrosos devido à existência de micro cavidades que se comunicam entre si e são preenchidas com ar. O ar nesses orifícios é submetido a pequenos movimentos oscilantes que permitem que parte da energia sonora seja convertida em energia térmica através da fricção de paredes sólidas. Devido a esses fenômenos, quanto maior a resistência ao fluxo de ar, melhor o absorvedor de timbre (HEME, 2022).

Na literatura acústica, existem diversas investigações e modelagem da absorção acústica de materiais porosos e fibras com base em parâmetros macroscópicos. Porosidade, resistividade do escoamento, inclinação e comprimento característico foram considerados como parâmetros. A porosidade é a razão entre o volume da fase líquida e o volume total do material. A resistência ao fluxo é a resistência que o ar enfrenta ao penetrar no material e passar por sua espessura. O grau de despigmentação é a razão entre o grau de pecaminosidade

do poro. E o comprimento característico é a razão entre o raio do menor furo e o maior furo (HEME, 2022).

2.4.2 Materiais acústicos não convencionais

São materiais desenvolvidos especialmente para insonorização em diferentes ambientes. Em geral, esses materiais também apresentam certas vantagens térmicas. Tais como: lã de vidro; Lã de rocha; vermiculita; agente espumante elastomérico; coco (inovação ecológica) entre outros.

2.4.3 Lã de vidro

Segundo Isar (2006), a lã de vidro é reconhecida mundialmente como um dos melhores isolantes. É um ingrediente formado a partir de sílica e sódio aglomerados por resinas sintéticas em alto-forno. Graças ao excelente coeficiente de absorção sonora em função da porosidade da lã, as ondas entram em contacto com a lã e são rapidamente absorvidas. Sua principal vantagem:

- a) incombustível, ou seja, não propaga fogo;
- b) não se deteriora;
- c) não promove o crescimento de fungos ou bactérias;
- d) sem perda de desempenho quando exposto à maresia;
- e) não atacados ou destruídos por roedores.

O mercado oferece uma grande variedade de mantas, como mantas de polietileno ensacadas, mantas de alumínio, mantas de feltro para construções metálicas e mantas de fibra cerâmica para tubulações e equipamentos de alta temperatura (ISAR, 2006).

2.4.4 Vermiculita

Este é um mineral da família das micas (alumino silicato hidratado de ferro e magnésio), formado pela superposição de lamelar, quando submetido a altas temperaturas (cerca de 1000°C). vinte vezes sua massa original, deixando um grande vazio no interior (ISAR, 2006).

As principais características deste material são: baixa densidade de 80 a 120 kg/m³, baixa condutividade elétrica, não inflamável, insolúvel em água, não tóxico, não abrasivo, inodoro, não degradável, não danifica e não podre, etc. Segundo Oliveira e cols, a vermiculita

na construção civil pode ser aplicada em: impermeabilização de pisos, isolamento acústico em divisórias, tetos, painéis e paredes, ignifugação, insonorização de salas, prevenção de incêndios, pintura isolante, entre outros (ISAR, 2006).

2.4.5 Lã de rocha

Segundo Salvador, (2006) a lã de rocha é formada por fibras de basalto unidas por uma resina sintética. As principais características deste material são:

- a) isolamento acústico;
- b) isolamento;
- c) incombustível;
- d) pH neutro, antiparasitário, não corrosivo e antipodridão;
- e) não é prejudicial à saúde, mas o manuseio e uso devem ser feitos com roupas adequadas e luvas;
- f) não poluente;
- g) relação custo/benefício favorável.

Conforme Salvador, (2006) a lã de rocha pode ser aplicada em tetos, divisórias, em dutos de ar condicionado, em tubulações de baixa, média e alta temperatura de 50°C a 750°C.

O mercado brasileiro oferece lã de rocha em chapas e chapas revestidas com ou sem resina autoextinguível, chapas, calhas e painéis com malha metálica para proporcionar maior resistência mecânica ao material (SALVADOR, 2006).

2.4.6 Espuma elastomérica

Este material é uma espuma de poliuretano de poliéster auto-extinguível com as seguintes propriedades:

- a) tratamento ignífugo para melhorar as suas propriedades de segurança contra incêndio;
- b) está protegido contra mofo, fungos e bactérias. A espuma elástica é adequada para insonorização de escritórios, auditórios, salas de treinamento e salas de PA. Este material é comercializado em chapas de diferentes espessuras e tamanhos (ISAR, 2006).

2.4.7 Fibra de coco

A fibra de coco misturada com aglomerado de cortiça expandida apresenta excelentes resultados na absorção de ondas de baixa frequência difíceis de obter com outros materiais. A

fibra de coco é dura e durável, atendendo às necessidades técnicas do mercado. Além de ser um material versátil adequado para isolamento térmico e acústico, também utiliza materiais naturais e renováveis (SENHORAS, 2022).

2.5 Solidworks

Hoje, o SOLIDWORKS é o pacote de software CAD 3D mais usado na educação e na indústria. Saber usar o SOLIDWORKS ajuda você a aprimorar as habilidades de design e engenharia necessárias para se destacar de seus colegas e prosperar nos próximos estágios da faculdade e entrar no mercado de trabalho dinâmico (SOLIDWORKS, 2022).

A próxima geração de engenheiros e projetistas deve ser capaz de resolver problemas com competência e eficácia para enfrentar os desafios futuros. O SOLIDWORKS fornece software profissional, suporte local e conexões para uma grande comunidade de usuários para estudantes, professores e pesquisadores para ajudá-los a ter sucesso (SOLIDWORKS, 2022).

Todos os anos, há mais de 25 anos, o portfólio de soluções SOLIDWORKS cresce com novas inovações que ajudam nossos usuários a aumentar a produtividade de seus recursos de projeto e fabricação e permitem o rápido desenvolvimento de produtos. (SOLIDWORKS, 2022).

3 METODOLOGIA

Para a elaboração do presente projeto foi feita uma pesquisa bibliográfica em livros, artigos, dissertações e muitas normas de segurança de trabalho, elas me orientaram sobre todos as partes do projeto e fizeram com que escolhesse qual a melhor forma de resolução do problema em questão.

3.1 Estudo de caso

Foi realizado um estudo de caso em uma empresa na cidade de Machado-MG voltada para a produção de molhos, condimentos e temperos (Figura 1), a fim de verificar a eficiência da instalação de um projeto mecânico para a adequação do anexo 1 da NR 15 e com isso a certificação da norma BRCGS.

Figura 1: Museu da empresa.



Fonte: O autor

3.2 Criação do projeto

Dentre todas os setores de produção, as linhas dos setores do tempero em pasta são as que tem maquinário mais antigo, com isso são menos tecnológicas e geram mais ruído, o local com maior nível de ruído é um soprador de ar que é utilizado para a limpeza do fundo do copo para que possa ser codificado, sendo imprescindível sua função na produção, após muitas pesquisas a maneira mais adequada e acessível para resolução do problema do ruído excessivo desse equipamento foi seu enclausuramento.

3.2.1 Dimensionamento do projeto

O espaço para instalação do projeto mecânico é bem pequeno, sendo assim o ele foi projetado bem compacto, somente com espaço suficiente para enclausurar o equipamento na esteira condutora. Ele teve somente duas pequenas entradas para que o copo entre e saia na esteira, diminuindo ao máximo a saída de ruído de dentro da caixa acústica.

Essa esteira leva os potes da sala de envase para a parte de empacotamento e entre elas a parede que divide os setores, a caixa foi acoplada na parede e fixada na própria esteira ocupando um pequeno espaço no local.

3.2.2 Escolhas dos materiais

Após uma extensa pesquisa bibliográfica sobre materiais inoxidáveis, já que o produto produzido é altamente corrosivo, tornando assim também o ambiente muito agressivo ao projeto mecânico a ser instalado, e também buscando um material rígido que suporte , vibração da esteira e uma boa fixação na instalação, concluiu-se que o material mais adequado, e que terá maior vida útil no local será o inox 316 L, conforme referência de (MANOVA, 2014) , a caixa acústica e os parafusos, arruelas e porcas forma desse material.

Na escolha do material isolador acústico também houve uma grande pesquisa em diversos tipos de material isolador, como lã de vidro, espuma elastomérica, lã de rocha, fibra de coco e vermiculita, depois de analisar os materiais, conforme Figura 2, foi escolhido como mais adequado para o projeto a espuma elastomérica de acordo com a referência(ISAR, 2006).

Figura 2:Espuma acústica elastomérica



Fonte: mvtapecariasilva

3.2.3 Atenuação do protetor auricular utilizado

Os protetores auditivos tipo concha tem atenuação de 20 dB, ele consiste em duas conchas plásticas, com almofadas de espuma nas laterais e no interior, com um plástico rígido acolchoado e haste metálica que mantém a concha vedada da área do ouvido do usuário e suporta a concha, de acordo com Figura 3, segue o protetor auricular utilizado pelos colaboradores na empresa.

Figura 3: Abafador Concha Pomp Muffler - 3M



Fonte: consultaca

3.2.4 Cálculo do limite em decibéis

É importante ressaltar que no setor tempero em pasta os operadores não trabalham o dia todo ao lado do equipamento modificado, porém foi considerado a medição bem próxima a ele para se obter um maior nível de segurança em relação a eficácia do projeto mecânico.

Conforme o anexo nº1 da norma regulamentadora 15, o limite de tolerância mais o fator de segurança para 8 horas trabalhadas que é o caso da empresa requerida é de 85 dB, levando em consideração que todos os operadores e colaboradores do setor tempero em pasta utilizam o protetor auricular tipo concha mostrado na figura 1, somando os 85 permissíveis do

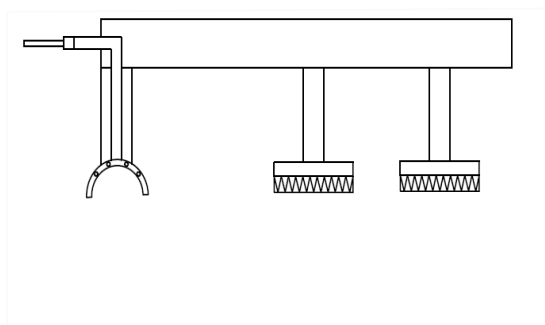
anexo 1 mais os 20 de atenuação do EPI, concluímos que o máximo aceitável para o setor é 105 dB.

3.2.5 O equipamento gerador do ruído

O equipamento é um tubo de inox de 8mm comum arco na sua extremidade com quatro furos de 1mm posicionados para a esteira, ele é conectado a uma tubulação de ar comprimido, ele também tem duas vassouras que ajudam na remoção de sujeiras no fundo dos copos.

Apesar de ser um equipamento muito simples, ele tem uma função muito importante na linha, aliás, ele é indispensável para que os copos possam ser codificados de maneira legível. A Figura 4 mostra o equipamento e seu desenho técnico:

Figura 4: Soprador de ar removedor de sujeiras



Fonte: O autor

3.3 Planejamento

Para o bom desenvolvimento da instalação do projeto sem atrapalhar a produção foi tudo bem resolvido e programado antes e os materiais já foram comprados antecipadamente e já se encontravam em estoque. Foi comprada uma comprado 6 placas de espuma isolamento acústico 500 x 500 mm, uma chapa inox 316 L de 2,00 x 1.240 x 3.000 mm, 24 parafusos m8, 24 arruelas m8 e 24 porcas travas, tudo em inox.

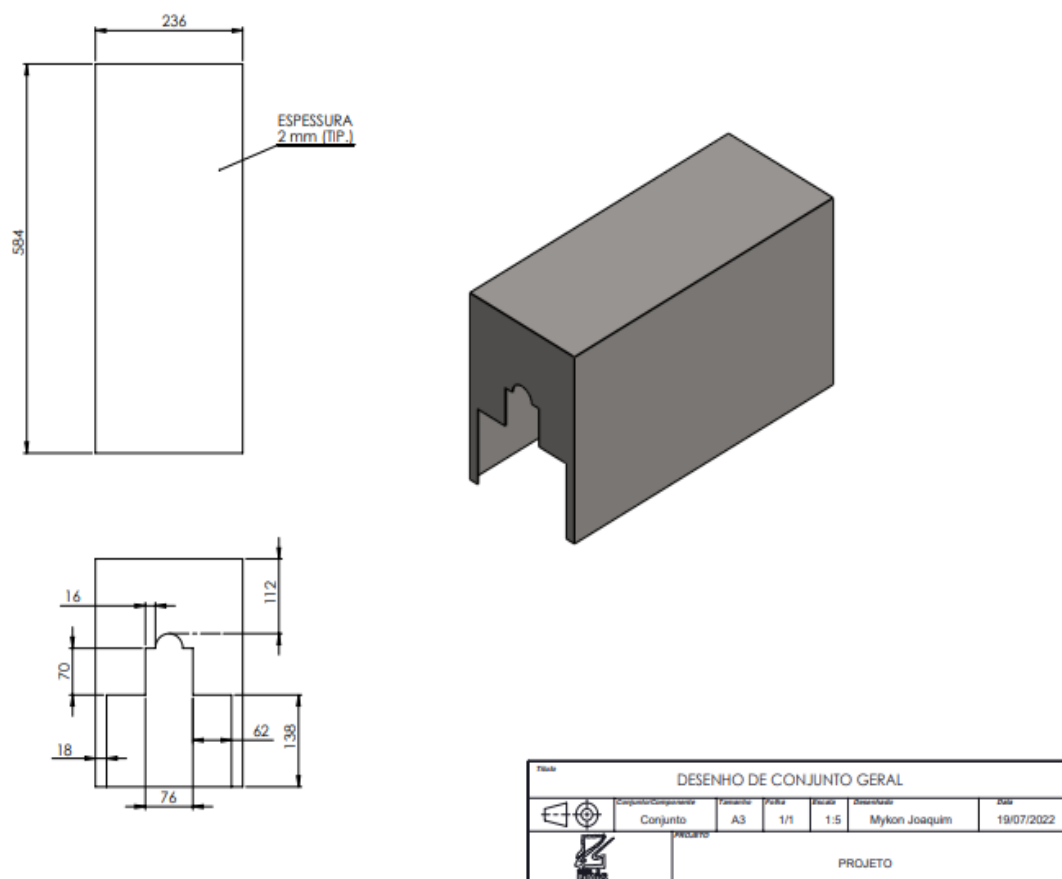
O soldador da empresa cortou a chapa, dobrou as peças e soldou onde foi necessário para fabricar as caixas, as espumas foram cortadas e fixadas na parede interna da caixa sem sobrar nem um espaço vazio.

As caixas depois de prontas foram instaladas num sábado onde as o setor tempero em pasta se encontrava parado, pois depois de conversado com supervisor de produção, ele parou as linhas nesse determinado dia já que a empresa trabalha em três turnos.

3.3.1 Desenhos do projeto

As caixas foram desenhadas no software de CAD 3D *Solidworks* com as medidas detalhadas para ser fabricada, foram realizados dois desenhos, sendo que um atendeu as linhas 1 e 2 conforme a Figura 5, e o outro para a linha 3 por conta de o pote ser maior e a esteira mais larga conforme a Figura 6.

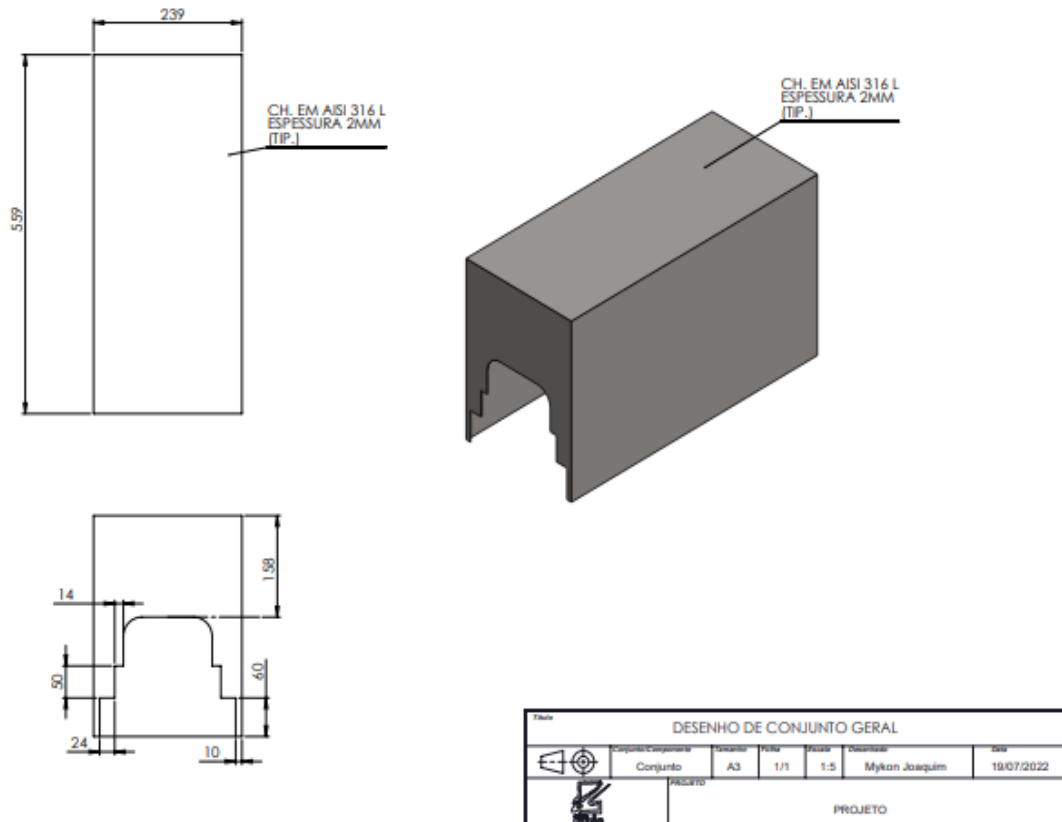
Figura 5: Desenho técnico caixa de isolamento acústico 1 e 2 no solidworks.



Fonte: O autor

As duas caixas acústicas desenhadas têm suas dimensões muito próximas, as diferenças entre os dois modelos são sua largura e seu comprimento devido a esteira, e também as entradas dos copos de tempero.

Figura 6: Desenho técnico caixa de isolamento acústico 3 no solidworks.



Fonte: O autor

3.3.2 Valor total do projeto.

O processo no geral ficou com valor bem baixo, pois só precisou mesmo dos materiais para execução, o soldador que realizou a fabricação e instalação fez durante seu horário de trabalho e também utilizou os equipamentos e cola adesiva da empresa para fixar a espuma na caixa acústica, sendo assim o projeto ficou com valor total de 3547,50 R\$ conforme a tabela 1.

Tabela 1: Orçamento do material para o projeto.

Orçamento do material para o projeto Mecânico		
Material	quantidade	valor
chapa inox 316 L 1.240x3000mm	1	3330,00 R\$
espuma acústica 500x500mm	6	69,90 R\$
parafuso inox	24	98,50 R\$
porca trava inox	24	38,70 R\$
arruela inox	24	10,40 R\$
Total		3547,50 R\$

Fonte: O autor

4 RESULTADOS DO PROJETO

Partindo da concreta informação de que os níveis de ruído baixaram significativamente a ponto de ficarem dentro da norma e conseguindo atingir os valores impostos no anexo 1 da NR 15, e, portanto, conquistando a desejada certificação da norma BRC (anexo 2).

Com o sucesso do projeto a empresa que solicitou a norma continuou produzindo e aumentou ainda mais seus pedidos gerando mais empregos na empresa, e também, possibilitou que a empresa se abrisse para o mercado de terceirização que sempre foi seu forte, sem a precisão de auditorias internas.

Antes da instalação do projeto foram realizadas 6 medições com decibelímetro por dia em três dias seguidos de produção com todas as linhas em funcionamento, três medições na parte da manhã e três na parte da tarde, cada uma delas com intervalo de 1 hora e 30 minutos.

Seguem as tabelas com seus respectivos gráficos:

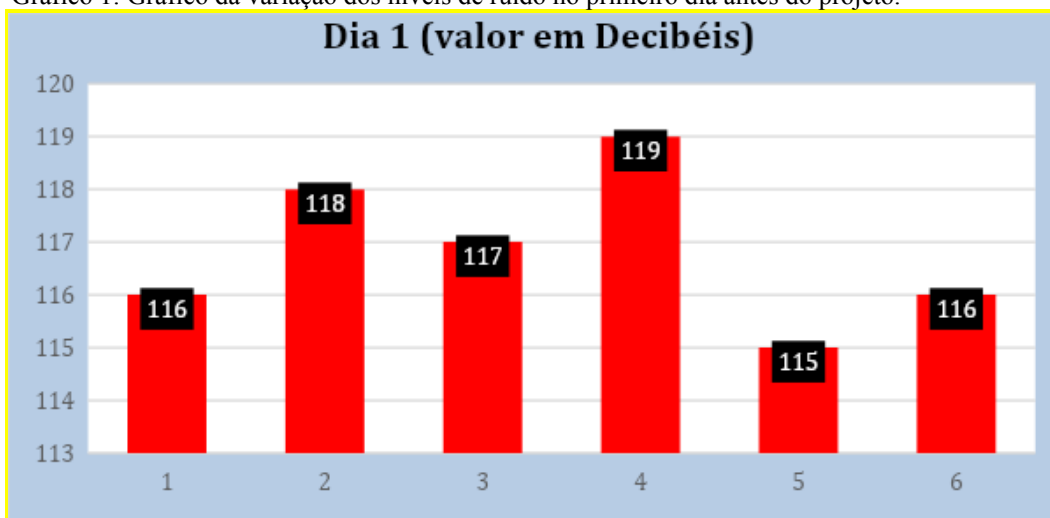
Tabela 2: Níveis de ruído no primeiro dia antes do projeto.

Dia 1		
Medições	Horário	valor em Decibéis
1°	07:30	116
2°	09:00	118
3°	10:30	117
4°	13:00	119
5°	14:30	115
6°	16:00	116
Média		116.83

Fonte: O autor

De acordo com a tabela 2, pode se ver no gráfico a seguir que a maior variação foi de 4 decibéis entre a quarta e a quinta medição no período da tarde.

Gráfico 1: Gráfico da variação dos níveis de ruído no primeiro dia antes do projeto.



Fonte: O autor

Na tabela 3 temos os valores das medições realizadas nos mesmos horários, percebe-se que a média foi quase a mesma.

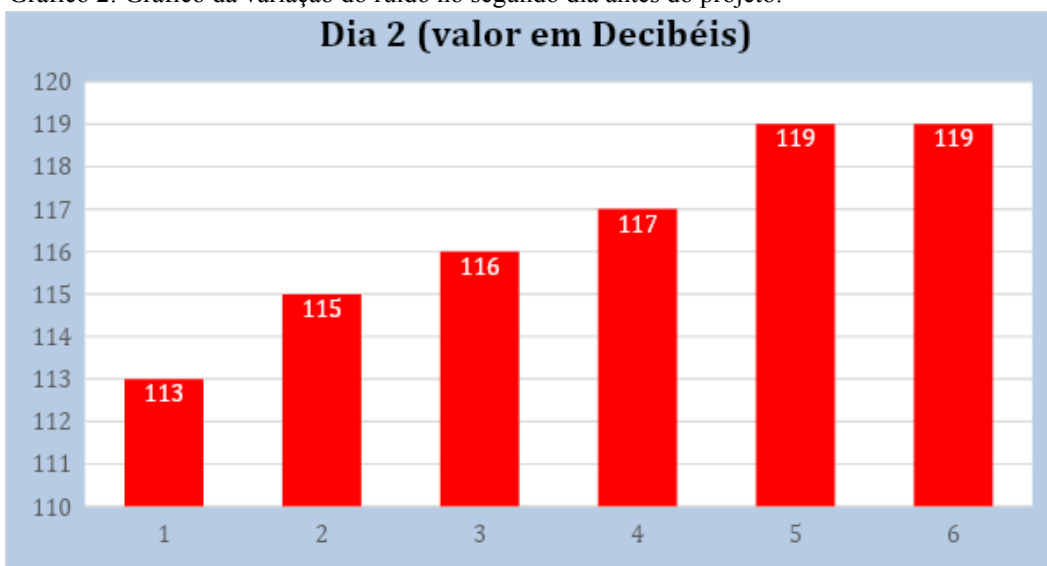
Tabela 3: Níveis de ruído no segundo dia antes do projeto.

Dia 2		
Medições	Horário	valor em Decibéis
1°	07:30	113
2°	09:00	115
3°	10:30	116
4°	13:00	117
5°	14:30	119
6°	16:00	119
Média		116.5

Fonte: O autor

No segundo dia de medição observa-se que houve uma diferença maior de 6 decibéis da primeira para última medição.

Gráfico 2: Gráfico da variação do ruído no segundo dia antes do projeto.



Fonte: O autor

Na tabela 4 temos os valores das medições realizadas nos mesmos horários, percebe-se que a média foi mais alta que nos dois primeiros dias de medição.

Tabela 4: Níveis de ruído no terceiro dia antes do projeto.

Dia 3		
Medições	Horário	valor em Decibéis
1°	07:30	119
2°	09:00	118
3°	10:30	117
4°	13:00	119
5°	14:30	118
6°	16:00	119
Média		118,33

Fonte: O autor

No terceiro dia de medição observa-se que houve uma diferença menor de 2 decibéis nas 6 medições realizadas.

Gráfico 3: Gráfico da variação do ruído no terceiro dia antes do projeto.



Fonte: O autor

Na figura 7 a seguir observa-se o registro da maior medição antes da realização do projeto.

Figura 7: Medição do ruído antes da instalação do projeto mecânico



Fonte: O autor

Depois da instalação do projeto foram realizadas as mesmas 6 medições com decibelímetro por dia em três dias seguidos de produção com todas as linhas em

funcionamento, três medições na parte da manhã e três na parte da tarde, cada uma delas com intervalo de 1 hora e 30 minutos.

Seguem as tabelas com seus respectivos gráficos:

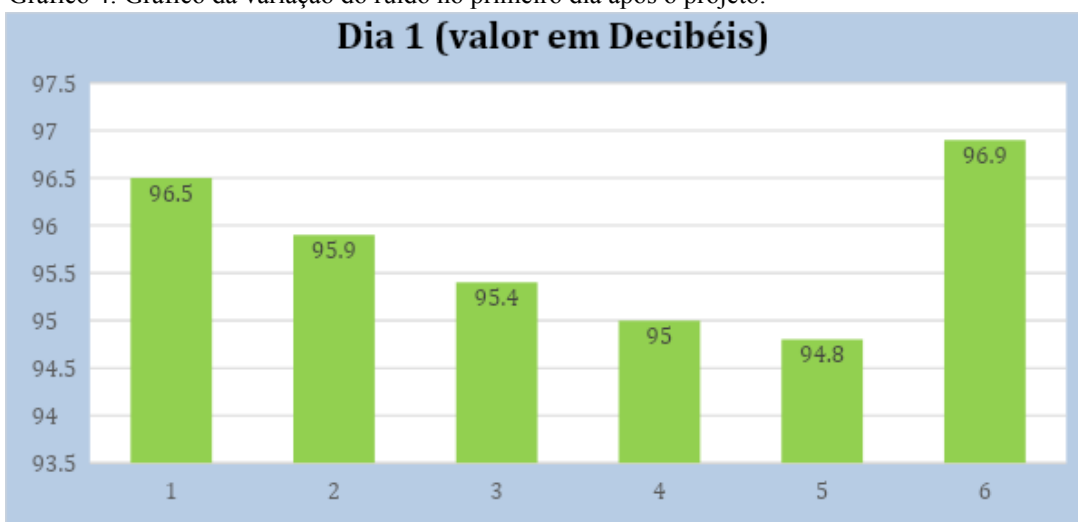
Tabela 5: Níveis de ruído no primeiro dia depois do projeto.

Dia 1		
Medições	Horário	valor em Decibéis
1°	07:30	96,5
2°	09:00	95,9
3°	10:30	95,4
4°	13:00	95
5°	14:30	94,8
6°	16:00	96,9
Média		96

Fonte: O autor

No primeiro dia de medição após a instalação do projeto observamos no gráfico a seguir uma diminuição expressiva em relação a antes do projeto.

Gráfico 4: Gráfico da variação do ruído no primeiro dia após o projeto.



Fonte: O autor

Na tabela 6 a seguir pode-se observar que a média foi praticamente a mesma que a do primeiro dia de medição depois da instalação do projeto.

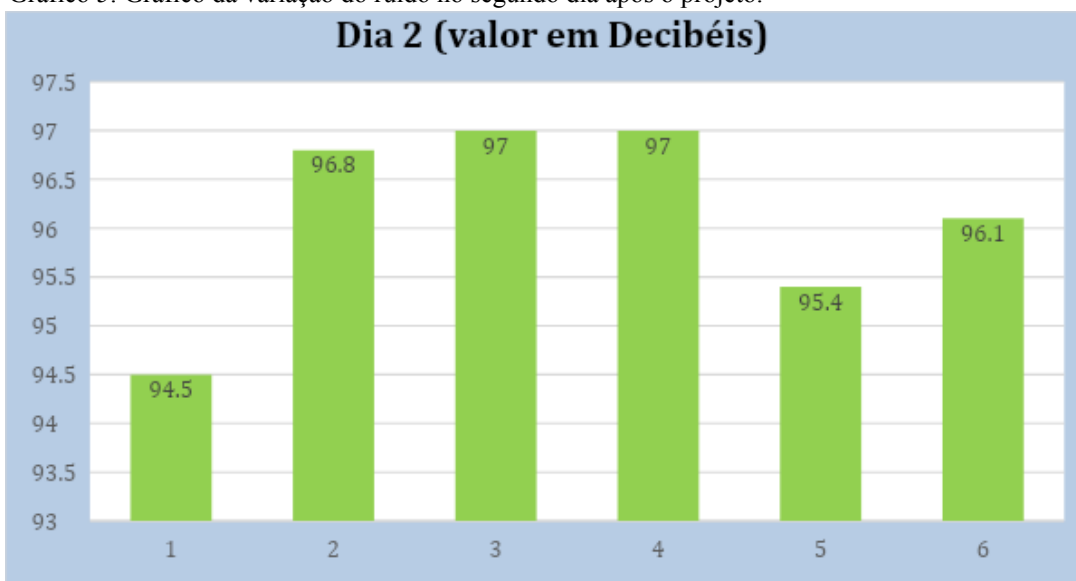
Tabela 6: Níveis de ruído no segundo dia depois do projeto.

Dia 2		
Medições	Horário	valor em Decibéis
1°	07:30	94,5
2°	09:00	96,8
3°	10:30	97
4°	13:00	97
5°	14:30	95,4
6°	16:00	96,1
Média		96,1

Fonte: O autor

No segundo dia de medição houve uma variação de 1.6 dB entre a primeira e a última medição.

Gráfico 5: Gráfico da variação do ruído no segundo dia após o projeto.



Fonte: O autor

No terceiro dia de medição a média das medições foi menor que as duas primeiras obtendo um valor de 93.9 dB.

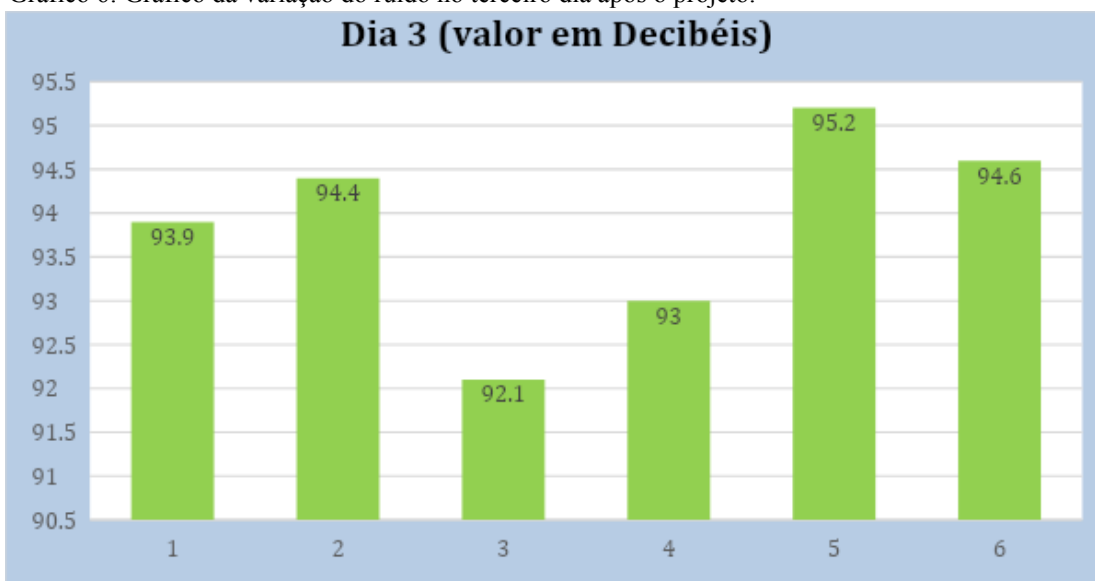
Tabela 7: Níveis de ruído no terceiro dia depois do projeto.

Dia 3		
Medições	Horário	valor em Decibéis
1°	07:30	93,9
2°	09:00	94,4
3°	10:30	92,1
4°	13:00	93
5°	14:30	95,2
6°	16:00	94,6
Média		93,9

Fonte: O autor

No gráfico 6 a seguir observa-se a menor medição de 92.1 dB no setor tempero em pasta em produção.

Gráfico 6: Gráfico da variação do ruído no terceiro dia após o projeto.



Fonte: O autor

Na Figura 8 a seguir temos o registro da última medição do primeiro dia depois da instalação do projeto.

Figura 8: Medição do ruído depois da instalação do projeto mecânico.



Fonte: O autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante todo meu período registrado na manutenção da empresa, consegui me desenvolver muito pessoalmente e profissionalmente devido ao convívio com profissionais altamente qualificados e acima de tudo com humildade de passar o seu conhecimento.

A empresa comercial Maciel e Vieira vem crescendo absurdamente, mesmo assim não possui engenheiro mecânico no seu quadro de funcionários, fico muito feliz por ter ganhado tamanha importância dentro da empresa e principalmente por conseguir sanar esse problema que vinha de algumas tentativas falhas por outros profissionais.

Com esse trabalho, conclui-se que nem sempre a melhor opção é substituir o equipamento, comprar EPI com maior atenuação, simplesmente modificar a trajetória que o ruído percorre até o colaborador também resolver problemas como solucionar esse problema.

Depois de dois meses após a instalação do projeto, temos certeza de sua eficácia de todas as formas, pois ele não influenciou nas quantidades de produção, não precisa mais que os operadores se revezem nos horários da tarde para não ficarem expostos o dia todo ao ruído fora da norma, todos os colaboradores e principalmente o diretor da empresa ficaram muito satisfeitos com a expressiva redução no nível do ruído que estava muito alto, principalmente por ter se adequado aos valores impostos pela norma regulamentadora 15.

Como pode se ver nos resultados, o ruído anteriormente ao projeto estava perto da casa dos 120 dB, após a modificação da máquina com o projeto os níveis de ruído ficaram em média 96 dB, que é um valor bem abaixo dos 105 dB que é o limite para o setor quando somamos os 85 dB do anexo nº1 da NR 15 mais os 20 da atenuação do epi.

Esse projeto foi extremamente gratificante pra mim, pois ele além de me trazer muito conhecimento e muita experiência na minha área de formação, sua eficácia concedeu a empresa o certificado internacional da norma BRC, e com isso manteve o cliente que exigiu a norma e possibilitou novos empregos para o setor da empresa.

REFERÊNCIAS

ASGARI, M. et al. Microstructural characterization of pulsed plasma nitrided 316L stainless steel. **Materials Science and Engineering A**, v. 529, p. 425-434, 2011.18

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14153:2013: **Segurança de máquinas — Partes de sistemas de comando relacionados à segurança — Princípios gerais para projeto**. Rio de Janeiro, 2013. Acesso em 04 de maio de 2022.

BARANOWSKA, J.; ARNOLD, B. Corrosion resistance of nitrided layers on austenitic steel. **Surface & Coatings Technology**, v. 200, p. 6623 - 6628, 2006.

BISTAFA, S. R. **Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRANDÃO, E. **Acústica de Salas – projeto e modelagem**, Blucher, 1ª edição, 2016.
BRASIL, 2018. **Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 17 – Ergonomia**, 2018. Acesso em 06 de maio de 2022.

BRASIL, 2019. **Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 15 -Atividades e operações insalubres**, 2019. Acesso em 06 de maio de 2022.

]

BRASIL, 2020. **Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 09 - Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos**. em 2020. Acesso em 06 de maio de 2022.

BRASIL, **Ministério do Trabalho e Emprego. Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora Nº 17**. 2 ed. Brasília, 2002. Acesso em 09/05/2022.

BRASIL, **NR-12 – SEGURANÇA NO TRABALHO - Guia Trabalhista**. Disponível em: Acesso em: 06/05/2022.

BRCGS. **A comparative analysis of Food Safety Standards: The BRCGS Food Safety Standard, ISO 22000 and FSSC 22000**. Maio de 2018. Disponível em: <<https://www.brcgs.com/resources/white-papers/>> Acesso em: 25 de maio de 2022.

CARBÓ, H. **Aços inoxidáveis: aplicações e especificações**. Arcelor Mittal. São Paulo, p. 29. 2008.

CARDOSO, R. P.; MAFRA, M.; BRUNATTO, S. F. **Low-Temperature Thermochemical Treatments of Stainless Steels - An Introduction**. In: MIENO, T. Plasma Science and Technology - Progress in Physical States and Chemical Reactions. [S.l.]: InTech, 2016. Cap. 5, p. 574.

CHIBINSKI, M. **Introdução à Segurança do Trabalho**. Curitiba: IFPR, 2011.

DAVIS, J. R. **Surface Hardening of Steels. Process Selection Guide.** [S.l.]: ASM International, 2002. p. 141-194.

DO RIO, R. P; PIRES, L. **Ergonomia: Fundamentos da prática ergonômica.** 3ª Ed., São Paulo: LTR, 2001, 225 p.

DRAGONE, J. F. **Proteções de máquinas, equipamentos, mecanismos e cadeado de segurança.** São Paulo: LTR, 2011.

19

FERREIRA, C.M.O. **Relação entre variáveis ocupacionais e o processo produtivo – Indústria extrativa a céu aberto.** 2011. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2011.

GERGES, S. N. Y. **Ruído: Fundamentos e Controle.** 2. ed. São Paulo: NR Consultoria e Treinamento, 2000.

IIDA, I. **Ergonomia – Projeto e produção.** 2ª Edição revisada e ampliada. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

ISAR. Site Institucional da Empresa ISAR – **Isolamentos térmicos. Lã de vidro – Isolamento acústico.** São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.isar.com.br/>>. Acesso em 07 de maio de 2022.

HASSAL, J.R., ZAVERI K. **Acoustic Noise Measurements,** 4 ed. Brüel & Kjaer, 1979. HEME. **Site Institucional da Empresa Heme Isolantes Térmicos & Acústicos** Disponível em: <<http://www.hemeisolantes.com.br/>>. Acesso em 07 de maio de 2022.

LIPPOLD, J. C.; KOTECKI, D. J. **Welding Metallurgy and Weldability of Stainless Steels.** New Jersey: Wiley-Interscience, 2005.

LO, K. H.; SHEK, C. H.; LAI, J. K. L. **Recent developments in stainless steels. Materials Science & Engineering.** China, 2009. 39-104.

MANOVA, D. et al. **Corrosion resistance of AISI 316L stainless steel nitrided by three different plasma assisted techniques.** 1st Workshop on surface treatments of corrosion resistant alloys. São Paulo: [s.n.]. Julho 2014.

MATWEB. <http://www.matweb.com>, 2017. Acesso em: 06 de maio de 2022.

MORAES, G. **Normas regulamentadoras comentadas e ilustradas.** 8. ed. Rio de Janeiro: Livraria Virtual, 2014.

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

PEPPLOW, L. A. **Segurança do Trabalho.** Curitiba-PR: Editora Base 2010.

PIERCE, A.D., 1981, **An Introduction to Its Principles and Applications.** McGraw-Hill, inc.

SALVADOR, S. **Inovação de produtos ecológicos em cortiça. Projeto apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica do INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO.** Lisboa, Portugal, 2001. Disponível em: 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. 4214 <http://www.dem.ist.utl.pt/~m_pta/pdf/SofiaSalvadorProjecto.pdf>. Acesso em 07 de maio de 2022.

SENHORAS, E. M. **Oportunidades da cadeia agroindustrial do coco verde.** Revista Urutágua, nº 05, Maringá, PR, 2005. Disponível em: <http://www.urutagua.uem.br//005/22tra_senhoras.pdf>. Acesso em 07 de maio de 2022.

SILVA, J.L.L.; COSTA, F.S.; SOUZA, R.F.; SOUSA, J.L.S.; OLIVEIRA, R.S. **O ruído causando danos e estresse: possibilidade de atuação para a enfermagem do trabalho.** Avances en Enferm, 2014. 32(1): 124-138.

SOLIDWORKS. **Soluções para estudantes**, 2022. Disponível em: <<https://www.solidworks.com/pt-br/solution/job-functions/studen>>. Acesso em: 11 de maio de 2022.

TOTTEN, G. E. **Steel Heat Treatment. Metallurgy and Technologies.** 2ª. ed. Portland: CRC Press. Taylor and Francis Group., v. 1, 2006.

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

ANEXO 1 – Limites de Tolerância para Ruído contínuo ou intermitente – NR15

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

Fonte: Brasil, (2022).

ANEXO 2 – Certificado internacional BRC (segurança de alimentos)



BRC CERTIFICATE

Certificate No.:
10000448952-MSC-ACCREDIA-BRA

Initial Audit date: 2021-10-25
Audit date: 2022-04-11

Certificate expiry date: 2023-06-08

Next audit, regardless of whether it is announced or unannounced, must occur before this date:
2023-04-25

This is to certify that the processing activities of

Comercial Maciel & Vieira Ltda.

Rod BR 267, 1541, Machado- MG, Brazil

BRCGS site code: 10003403

has been found to conform to the standard:

GLOBAL STANDARD FOR FOOD SAFETY ISSUE 8: AUGUST 2018

Audit programme: **announced**

The certificate is valid for the following scope:

Mixing, sieving and packaging in plastic container of salt based seasoning paste.

Including voluntary modules: **no**

Product categories: **15 - Dried food and ingredients**

Exclusion from scope: **Liquid and powder seasoning and sauce (Ketchup, mustard, mayonnaise, barbecue, for salad.**

Achieved grade: **GRADE A**

Auditor number: 21986

Place and date:
Vimercate (MB), 2022-05-24



SCG SP-003-A
SCG SP-003-G
SCG SP-003-F

ENAB SP-003-P
PREL SP-003-E
SCG SP-003-G

Membro di ISA in un gruppo di accreditamento
SCG, SPG, PREL, ENAB, LAB e LAF. Di ISA e LAF
per gli settori di accreditamento SCG, SPG, PREL
e PREL di BRC, ENAB, LAB e LAF per gli schemi di accreditamento
LAB, PREL, LAF e SP

For the issuing office:
DNV - Business Assurance
Via Energy Park, 14 - 20871 Vimercate (MB) - Italy

Sabrina Bianchini

Sabrina Bianchini
Management Representative



Lack of fulfillment of conditions as set out in the Certification Agreement may render this Certificate invalid. Any changes in the product shall immediately be reported to DNV Business Assurance Italy S.r.l. in order to verify whether this Certificate remains valid. This certificate remains the property of ACCREDITED UNIT: DNV Business Assurance Italy S.r.l., Via Energy Park, 14, 20871 Vimercate (MB), Italy. Tel. 039.68.99.905. Website: www.dnv.com/assurance
If you would like to feedback comments on the BRCGS Standard or the audit process directly to BRCGS, please contact tel@brcgs.com. Visit brcgdirectory.com to validate certificate authenticity.

ANEXO 3 – Entrada dos copos na caixa durante a produção

Entrada dos copos na linha de produção 1



Fonte: O autor

ANEXO 4 – Saída dos copos na caixa durante a produção

Saída dos copos na linha de produção 1



Fonte: O autor

ANEXO 5– Projeto Mecânico L1

Caixa instalada na linha de produção 1



Fonte: O autor

ANEXO 6– Projeto Mecânico L2

Caixa instalada na linha de produção 2



Fonte: O autor

ANEXO 7- Projeto Mecânico L2

Caixa instalada na linha de produção 3



Fonte: O autor

ANEXO 8- Ordem de serviço

(Mavi) ORDEM DE SERVIÇO 2208

Data: 10/01/2022 TAG: _____ Operador: Maxcio Barbosa Canhedo
 Local: Envase de tempero tecnólogo Saneamento Ambiental
Técnico Segurança
Técnico Enfermagem
CREA-MG177393/D

Corretiva () Preventiva
 Mecânico: Maxcio
 Solicitação do Serviço: Nível de ruído está muito acima do permitido. No decibelímetros chegou a dar 119 DB

Descrição do Serviço: _____

Horário Solicitado _____ Início _____ Final _____
 Horário de acompanhamento _____ até _____
 Serviço concluído: () Sim () Não
 Limpeza após manutenção: () Sim () Não

Obs: _____

Maxcio Barbosa Canhedo
 Operador tecnólogo Saneamento Ambiental
Técnico Segurança
Técnico Enfermagem
CREA-MG177393/D

Maxcio
 Mecânico

[Assinatura]
 Supervisor

Fonte: O autor

