

Rafael Sander Borges Correia

**REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA POR MEIO DA REUTILIZAÇÃO
DE MATERIAL DESCARTADO: estudo de caso realizado na mineração Serra
Azul em Itatiaiuçu – MG**

Bambuí - MG

2021

RAFAEL SANDER BORGES CORREIA

**REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA POR MEIO DA REUTILIZAÇÃO
DE MATERIAL DESCARTADO: estudo de caso realizado na mineração Serra
Azul em Itatiaiuçu – MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – IFMG – *Campus* Bambuí, como requisito para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Hygor Aristides Victor Rossoni - UFV – *Campus* Florestal/MG

Linha de pesquisa: Tecnologias Ambientais

Bambuí - MG

2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria Geral
Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação
Seção de Pós-Graduação
Av. Professor Mário Werneck, 2590 - Bairro Buritis - CEP 30575-180 - Belo Horizonte - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

PARECER N° 8

FICHA DE APROVAÇÃO

Dissertação de Mestrado, intitulada “**REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA POR MEIO DA REUTILIZAÇÃO DE MATERIAL DESCARTADO: estudo de caso realizado na mineração Serra Azul em Itatiaiuçu – MG**”, de autoria do mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, **Rafael Sander Borges Correia**, aprovado pela Banca Examinadora de Defesa, em 24/09/2021, com a média de **88,5 pontos**.

A análise das correções finais da dissertação sugeridas pela Banca Examinadora será feita somente pelo professor orientador.

Bambuí (MG), 24 de setembro de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Fernando Lemos, Usuário Externo**, em 25/09/2021, às 09:23, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Carla Wasner Vasconcelos, Usuário Externo**, em 25/09/2021, às 14:19, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Hygor Aristides Victor Rossoni, Usuário Externo**, em 25/09/2021, às 17:30, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Simone Magela Moreira, Chefe da Seção de Pós Graduação - Campus Bambuí**, em 25/09/2021, às 21:08, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **0963957** e o código CRC **33D038AB**.

Criado por [ronaldo.barbosa](#), versão 2 por [ronaldo.barbosa](#) em 25/09/2021 08:58:34.

C824r Correia, Rafael Sander Borges.

Redução dos níveis de pressão sonora por meio da reutilização de material descartado: estudo de caso realizado na mineração Serra Azul em Itatiaiuçu – MG. / Rafael Sander Borges Correia. – Bambuí, 2021. 153 f.: il.; color.

Orientador: Prof. Dr. Hygor Aristides Victor Rossoni.
Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2021.

1. Ruído ocupacional. 2. Material alternativo. 3. Redução do ruído. I. Rossoni, Hygor Aristides Victor. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 658.408

BIOGRAFIA

Discente: Rafael Sander Borges Correia

Filiação: Rosângela Helena Borges Correia

Mauro Lúcio Correia

Naturalidade: Belo Horizonte **Estado:** MG **Data de nascimento:** 19/04/1984

Informações escolares:

Ensino Médio:

- Colégio Batista Mineiro – Betim/MG, 1999
- Colégio Educare Rede Pitágoras – Betim/MG, 2000-2001

Curso Superior:

- Fonoaudiologia – Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix – Belo Horizonte/ MG, 2002 - 2005

Curso de Aperfeiçoamento:

- Curso de Gerenciamento Audiológico - CEFAC-SP, 2007
- Curso de Perícia em Audiologia Ocupacional - CEFAC-SP, 2007
- Curso Complementar em Saúde Pública - Centro Educacional Genoma, 2007
- Inglês - Number One, 1992 - 2000

Curso de Especialização:

- ***Latu Sensu:*** Higiene Ocupacional – Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais – Belo Horizonte/MG, 2011-2012

Trabalho de conclusão de curso: A importância do tratamento acústico em ambientes de desenvolvimento de atividades intelectuais

- ***Latu Sensu:*** Audiologia Clínica e Ocupacional – Faculdade de Estudos Administrativos de Minas Gerais – Belo Horizonte/MG, 2006-2007

Trabalho de conclusão de curso:

Programa de Conservação Auditiva: análise do perfil audiológico dos trabalhadores de uma mineradora.

Experiência profissional:

- Sócio Proprietário – Workonsult – Trabalho com Saúde, Segurança e Higiene Ocupacional, 2013 - momento
- Fonoaudiólogo coordenador - GECONTROL – Gerenciamento e Controle de Risco, 2017- momento
- Fonoaudiólogo coordenador de medidas de controle coletivo - Conserve Fonoaudiologia, 2017 – momento
- Fonoaudiólogo clínico - Instituição de Cooperação Intermunicipal do Médio Paraopeba – ICISMEP – momento
- Fonoaudiólogo assessor do PCA – Premier Saúde, 2011 - 2016
- Docente - Colégio Técnico Cardano, 2012 - 2013
- Audiologista - SESI – Serviço Social da Indústria / Sistema FIEMG, 2011
- Consultor e Assessor do PCA - Ofício – Qualidade de Vida no Trabalho, 2008 - 2011
- Fonoaudiólogo - Unimetra – Medicina Ocupacional, 2008
- Proprietário – Consultório de Fonoaudiologia, 2007
- Fonoaudiólogo - Audibel – Aparelhos Auditivos, 2006
- Fonoaudiólogo - CEFAM – Centro de Fonoaudiologia e Medicina, 2006

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2637185291246275>

Dedico àqueles que desejam evoluir a cada dia como seres humanos independentes
e não, simplesmente, crescerem à sombra de outrem.

AGRADECIMENTOS

Na verdade, é justo e necessário o meu agradecimento incondicional à Deus, por todas as graças e bênçãos derramadas sobre mim e aos meus.

Aos meus pais Mauro e Rosângela que sempre apostaram em mim e destinaram seus recursos à educação dos filhos. Aos meus irmãos Laylla e João pela confiança e especialmente à minha esposa Lúcia e às minhas filhas Mirella e Rafaella pelo simples fato de existirem em minha vida, sendo meu combustível diário, me fazendo sentir amado, capaz e motivado.

Ao meu orientador, Professor Hygor Rossoni, pelos ensinamentos e pelo exemplo não só como pessoa, mas também como profissional educador, qualificado para tal e pela seriedade com que conduziu todo o processo de suporte não só para a conclusão desse trabalho, mas também para a realização de um sonho.

Aos bolsistas de iniciação científica Kamel Bistene e Laiane Silva pela troca de experiências e por todo o auxílio disponibilizado para o desenvolvimento dessa pesquisa (ANEXO A). Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento das bolsas de pesquisa.

Aos membros da banca Professora Fernanda Wasner, Professora Simone Moreia e Professor Carlos Fernando Lemos por aceitarem, prontamente, a missão de apreciar esse trabalho e contribuir com seus conhecimentos em prol do desenvolvimento da ciência.

Aos professores e demais servidores do Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do IFMG – *Campus* Bambuí, pela competência, apoio e ensinamentos.

Aos colegas do Mestrado pelos momentos vividos e experiências compartilhadas, em especial ao Raphael Hipólito pela parceria e amizade construída.

Aos empregados da Mina de Serra Azul (Itatiaiuçu/MG) envolvidos no processo por toda a disponibilidade, àqueles que gentilmente preencheram o questionário da pesquisa (APÊNDICE A) e, em especial, ao Juliano Dalla Rosa por permitir que esse projeto fosse realizado em parceria com a empresa.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, fizeram com que essa minha caminhada se tornasse viável.

“Nenhum trabalho de qualidade pode ser feito sem concentração e auto-sacrifício, esforço e dúvida.”

(Max Beerbohm)

RESUMO GERAL

A poluição sonora é um dos grandes problemas ambientais, que afeta a saúde e bem-estar do ser humano em diversos locais. Com o foco na redução desta ocorrência no ambiente industrial, o presente estudo buscou implementar medidas de controle coletivo dos níveis de ruído, ao qual os trabalhadores do laboratório físico da mineração Serra Azul da Arcelor Mittal estão expostos, por meio do reúso de material descartado como as borrachas das correias transportadoras. Destaca-se que na primeira etapa do trabalho foi realizada revisão sistemática da literatura, sendo observada uma escassez de pesquisas voltadas especificamente para o tema proposto, de acordo com os filtros aplicados tais como: plataformas de busca específicas, apenas artigos científicos, data de publicação, classificação Qualis/CAPES. Contudo, foram encontrados 12 artigos que auxiliaram a discussão e sugeriram a necessidade de novos estudos acerca da redução da poluição sonora a partir de materiais alternativos. Estudos de casos foram desenvolvidos a partir das medições pontuais dos níveis de ruído antes e depois da implantação de medidas de engenharia tanto na fonte do ruído quanto na sua trajetória, sendo respectivamente os equipamentos nos quais as medidas foram aplicadas: separador de amostras e britador de mandíbula. Nos dois casos a redução dos níveis de pressão sonora foram eficazes quantitativamente. Para avaliar qualitativamente, o estudo contou com a aplicação de um questionário a todos os assistentes de laboratório. As respostas foram positivas no que tange a importância da redução dos níveis de ruído para a saúde do trabalhador, ao conhecimento demonstrado por eles sobre os malefícios da exposição ao risco bem como as formas de se protegerem. A execução do enclausuramento realizado no britador de mandíbula a partir do reúso de materiais descartados representou, em termos de economia, 11,69% do que seria gasto para realizar o enclausuramento tradicional no mesmo equipamento, o que torna viável a implementação da medida. Por fim, foi desenvolvido um website como produto técnico, atendendo ao requisito básico do Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do IFMG/ Campus Bambuí-MG, utilizando o *Wordpress*, com o seguinte endereço eletrônico <https://reducaoderuido.cf>. Tal produto técnico visa divulgar exemplos de medidas de controle dos níveis de ruído desenvolvidas em todo o país, por meio de relatórios padronizados, voltados para professores, pesquisadores, alunos e demais profissionais da área, com baixo custo e amplo acesso.

Palavras-chave: Ruído ocupacional. Material alternativo. Redução do ruído. Controle coletivo.

ABSTRACT

Noise pollution is one of the major environmental problems that affects the health and well-being of human beings in many places. With a focus on reducing this in the industrial environment, this study sought to implement measures for collective control of noise levels, to which workers in the Serra Azul mining physical laboratory of Arcelor Mittal are exposed, through the reuse of discarded material such as conveyor belt rubbers. It is noteworthy that in the first stage of the work, bibliographic research was carried out to compose the systematic literature review. In this search, a shortage of research specifically focused on the proposed theme was observed, according to the filters applied, such as: specific search platforms, only scientific articles, publication date, Qualis/CAPES classification. However, 12 articles were found that helped the discussion and suggested the need for further studies on the reduction of noise pollution from alternative materials. Case studies were developed from spot measurements of noise levels before and after the implementation of engineering measures both at the source of the noise and in its trajectory, respectively the equipment in which the measurements were applied: sample separator and crusher. jaw. In both cases, the reduction of sound pressure levels was quantitatively effective. To assess qualitatively, the study included the application of a questionnaire to all laboratory assistants. The answers were positive regarding the importance of reducing noise levels for workers' health, the knowledge demonstrated by them about the harmful effects of exposure to risk, as well as ways to protect themselves. The execution of the enclosure carried out in the jaw crusher from the reuse of discarded materials represented, in terms of economy, 11.69% of what would be spent to carry out the traditional enclosure in the same equipment, which makes the implementation of the measure feasible. Finally, a website was developed as a technical product, meeting the basic requirement of the Professional Master's Degree in Sustainability and Environmental Technology at IFMG/Campus Bambuí-MG, using Wordpress, with the following electronic address <https://reducaoderuido.cf>. This technical product aims to disseminate examples of measures to control noise levels developed throughout the country, through standardized reports, aimed at teachers, researchers, students and other professionals in the field, with low cost and wide access.

Keywords: Occupational noise. Alternative material. Noise reduction. Collective control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

Figura 1- Fluxograma da informação nas diferentes fases da revisão sistemática de literatura	36
--	----

CAPÍTULO II

Figura 1 - Características físicas do Quarteador da marca Dialmática, em que: (a) as calhas responsáveis pela separação das amostras; e (b) as guias por onde passam as amostras; e as gavetas que recebem as amostras já separadas.....	54
--	----

Figura 2 - Características do material de descarte utilizado como redutor do ruído, em que: (a) formato da borracha que foi adaptada nas guias e gavetas do quarteador; e (b) aferição da espessura do material.....	55
--	----

Figura 3 - Borrachas cortadas nas medidas corretas e instaladas na guia e na gaveta, utilizadas para redução do ruído no processo de quarteamento	57
---	----

Figura 4 - Quarteador da marca Dialmática depois da separação das amostras: (a) guias e gavetas do quarteador antes da instalação das borrachas; e (b) guias e gavetas do quarteador depois da instalação das borrachas.	59
---	----

Figura 5 - Histograma de distribuição dos dados e testes quanto à normalidade, homogeneidade e aderência das variâncias	61
---	----

Figura 6 - Gráfico box-plot e resumo do teste estatístico paramétrico entre as diferenças das médias entre os tratamentos.....	61
--	----

CAPÍTULO III

Figura 1 - Britador de mandíbula da marca Brastorno	77
---	----

Figura 2 - Estrutura metálica do enclausuramento; (a) vista lateral e (b) vista tridimensional	79
--	----

Figura 3 - Borracha da correia transportadora descartada.....	80
---	----

Figura 4 - Britador de mandíbula da marca Brastorno enclausurado com materiais alternativos, em que: (a) vista frontal com as portas dos compartimentos para colocação e retirada da amostra de acesso ao produto feito com borracha; e (b) vista lateral totalmente v	84
Figura 5 - Histograma de distribuição dos dados e testes quanto à normalidade homogeneidade e aderência das variâncias	85
Figura 6 - Gráfico box-plot e resumo do teste estatístico não-paramétrico das diferenças das medianas entre os tratamentos	86
Figura 7 - Faixa etária dos participantes da pesquisa	89
Figura 8 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial	90
Figura 9 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial	91
Figura 10 - Opinião dos colaboradores sobre a responsabilidade da solução do ruído no trabalho	92
Figura 11 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial	93
Figura 12 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial	94
Figura 13 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial	95
Figura 14 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial	95
Figura 15 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial	96

CAPÍTULO IV

Figura 1 - Fluxograma para construção do website “ https://reducaoderuido.cf ” como produto técnico	112
Figura 2 - Mapa do site sobre medidas de controle ambientais do ruído	113
Figura 3 - Tema do <i>site</i> com o cabeçalho apresentando os seis menus	116

Figura 4 - Orientações quanto à utilização do modelo de relatório de medidas de controle coletivo para redução do ruído.	117
Figura 5 - Informações sobre os relatórios disponibilizados pelo <i>site</i>	118
Figura 6 - <i>Links</i> úteis sobre poluição sonora, ruído ocupacional e ambiental.	119
Figura 7 - Área para que o internauta possa enviar mensagens, dúvidas e sugestões	120
Figura 8 - Relação dos envolvidos no processo de elaboração, edição e publicação do <i>website</i>	121

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I

Quadro 1 - Descrição de estratégias adotadas no presente trabalho de dissertação	34
Quadro 2 - Resultado da busca por artigos relevantes quanto ao tema por meio da aplicação da revisão bibliográfica sistemática.....	39

CAPÍTULO II

Quadro 1 - Etapas da execução da pesquisa.....	56
--	----

CAPÍTULO III

Quadro 1 - Relação da presença do risco ruído nas áreas da empresa	74
Quadro 2 - Monitoramento de ruído por setor e função acima do nível de ação.....	75

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Tabela de controle de aferições de ruído	60
---	----

CAPÍTULO III

Tabela 1 - Medições do nível pontual de ruído antes da implantação da medida de controle coletivo no britador de mandíbula BTM	83
--	----

Tabela 2 - Medições do nível pontual de ruído após a implantação da medida de controle coletivo no britador de mandíbula BTM	85
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CMS	Sistema de Gerenciamento de Conteúdo
Copam	Conselho de Política Ambiental
dB	Decibel - Unidade de medida
dB (A)	Decibel - Escala de compensação A.
DSC	Discurso do Sujeito Coletivo
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DN	Deliberação Normativa
ECO	Conferência da Terra
EPA	Equipamento de Proteção Auditiva
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GF	Grupo Funcional
GHE	Grupo Homogêneo de Exposição
GIF	Graphics Interchange Format
GO	Goiás
HPO	Minério de Novo Produto
HTML	Linguagem de Marcação de Hipertexto
Ibope	Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística

IFMG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
JPEG	Joint Photographics Experts Group
MEC	Ministério de Educação e Cultura
MG	Minas Gerais
MME	Ministério de Minas e Energia
MPSTA	Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
NPO	<i>New Product Ore</i>
NR	Norma Regulamentadora
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAINPSE	Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados
PAIR	Perda Auditiva Induzida pelo Ruído
PBI	Programação Binária de Intervalo
PCA	Programa de Conservação Auditiva
PVC	Policloreto de polivinila
SD	Desvio padrão
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UTIN	Unidade de Terapia Intensiva Neonatal

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	17
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	19
1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TEMA DA PESQUISA	22
1.2 QUESTÃO DE PESQUISA E HIPÓTESE	25
2 OBJETIVOS.....	26
2.1 OBJETIVO GERAL.....	26
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO I - REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO EM PROCESSOS INDUSTRIAIS POR MEIO DE MEDIDAS DE CONTROLE COLETIVO A PARTIR DO USO DE MATERIAL ALTERNATIVO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	29
RESUMO.....	30
1. INTRODUÇÃO	32
2. MATERIAL E MÉTODOS	34
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS.....	45
CAPÍTULO II - REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO NA FONTE POR MEIO DO REÚSO DE MATERIAL DESCARTADO DA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO.....	48
RESUMO.....	49
1. INTRODUÇÃO	51
2. MATERIAL E MÉTODOS	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4. CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS.....	65
CAPÍTULO III - REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA NA TRAJETÓRIA POR MEIO DA REUTILIZAÇÃO DE MATERIAL DESCARTADO: ESTUDO DE CASO REALIZADO NA MINERAÇÃO SERRA AZUL EM ITATIAIUÇU – MG.....	67
RESUMO.....	68
1. INTRODUÇÃO	70

2.	MATERIAL E MÉTODOS	73
2.1	<i>Escolha do equipamento para implantação da medida</i>	<i>73</i>
2.2	<i>Implantação da medida de controle coletivo do ruído</i>	<i>77</i>
2.3	<i>Análise quali-quantitativa da implantação da medida a partir da aplicação de questionário.....</i>	<i>80</i>
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
3.1	<i>Implantação da medida de controle coletivo do ruído - quantitativo.....</i>	<i>83</i>
3.2	<i>Aplicação dos protocolos de pesquisa com os colaboradores – quali-quantitativo</i>	<i>88</i>
4.	CONCLUSÃO	98
	REFERÊNCIAS.....	100
	CAPÍTULO IV - PRODUTO TÉCNICO: <i>WEBSITE</i> COMO FERRAMENTA DE DIVULGAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS RELATIVAS A MEDIDAS SUSTENTÁVEIS DE CONTROLE AMBIENTAL DO RUÍDO	104
	RESUMO.....	105
1.	INTRODUÇÃO	107
2.	OBJETIVO	109
3.	PÚBLICO-ALVO.....	110
4.	DESENVOLVIMENTO	111
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	123
	REFERÊNCIAS.....	124
3.	CONCLUSÃO GERAL.....	126
	APÊNCICE A - Autorização Prévia da Mina de Serra Azul da ArcelorMittal	128
	APÊNCICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	129
	APÊNCICE C - Questionário aprovado pelo CEP	132
	APÊNCICE D - Modelo do formulário de relatório e orientações para preenchimento do mesmo.....	133
	ANEXO A - Fichas cadastrais dos bolsistas de iniciação científica UFV / CNPq	136
	ANEXO B - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.....	139
	ANEXO C - Mapa de riscos do Laboratório Físico da Mina de Serra Azul da Arcelor Mittal.....	140

ANEXO D - Monitoramento ambiental dos riscos para a função Assistente de Laboratório do Laboratório Físico da Mina de Serra Azul da Arcelor Mittal	141
ANEXO E - Ordens de serviço para execução do enclausuramento do britador de mandíbula BTM – 01. Em destaque encontra-se o número de horas destinadas para tal	143
ANEXO F - Parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa – UFV	147
ANEXO G - Orçamento do enclausuramento do britador de mandíbula BTM 01 por empresa especializada.....	152

APRESENTAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta pesquisa faz parte dos requisitos básicos para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, apresentada ao programa de Pós-graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) – *Campus Bambuí*.

A abordagem da temática Poluição Sonora, no ambiente laboral da indústria de extração e beneficiamento de minério de ferro, voltada à saúde auditiva dos seus colaboradores se deve ao elevado nível de ruído ao qual estão expostos, relaciona-se à linha de pesquisa "Tecnologia Ambiental" com a proposta de redução dos níveis de ruído por meio da utilização de borracha como material descartado.

O presente trabalho foi dividido em introdução geral, que aborda a relevância do tema devido à importância da atividade minerária para a economia e os infortúnios causados na saúde de seus colaboradores decorrentes da exposição ao nível elevado de pressão sonora gerado pelos equipamentos e processos envolvidos na atividade industrial de mineração. Em seguida, são apresentadas as justificativas do tema e relevância do trabalho; caracterização do problema e hipóteses, que proporcionaram o estabelecimento dos objetivos geral e específicos os quais visam elucidar a hipótese e apresentar medidas de solução ao problema identificado. Na sequência, cada objetivo específico foi abordado em um capítulo da dissertação, atendendo aos preceitos de artigos científicos independentes.

O Capítulo I, "Redução dos níveis de ruído em processos industriais por meio de medidas de controle coletivo a partir do uso de material alternativo: uma revisão sistemática de literatura", cumpre a finalidade de avaliar, quantitativamente e qualitativamente, a contribuição de pesquisas científicas acerca do tema redução de ruído por meio de medidas de controle ambientais e reúso de materiais, buscando fundamentação teórica e contribuindo para elaboração dos objetivos específicos e demais capítulos propostos divididos segundo a seção 2.2 - objetivos específicos.

No Capítulo II, intitulado "Redução dos níveis de ruído na fonte por meio do reúso de material descartado da atividade de mineração", é apresentado um estudo de caso realizado no ambiente industrial da mineração, mais especificamente no

laboratório físico¹, com o objetivo de verificar a eficácia da implantação da medida de controle ambiental do ruído na fonte por meio da análise comparativa de dados obtidos por medições pontuais do ruído antes e depois da implantação da medida.

O Capítulo III, "Redução dos níveis de pressão sonora na trajetória por meio da reutilização de material descartado: estudo de caso realizado na mineração Serra Azul em Itatiaiuçu – MG", visa analisar a eficácia da implantação de medida de controle ambiental de engenharia, para redução da exposição do trabalhador ao ruído em sua trajetória em nível coletivo.

O Capítulo IV é representado por "Produto técnico: *website* para divulgação de experiências relativas às medidas sustentáveis de controle ambiental do ruído" cujo principal objetivo é criar um *website*, como um produto técnico de ampla divulgação e alcance, para disponibilização de informações relativas à implantação das medidas de controle do ruído de forma sustentável atendendo profissionais e estudantes das áreas de acústica, engenharia, audiologia, higiene ocupacional e ambiental.

Ao final, a conclusão geral traz as considerações resultantes do presente estudo, de acordo com a hipótese da pesquisa, com alusão a futuros estudos os quais poderão gerar maior embasamento científico fazendo com que as medidas de controle coletivo sejam implantadas com mais frequência reduzindo assim seu custo, mitigando a poluição sonora e melhorando a qualidade de vida dos envolvidos no processo ruidoso.

¹ Área da empresa onde é realizada a análise física das amostras provenientes da lavra, alterando assim sua granulometria e preparando-a para o processo de avaliação química.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A mineração se destaca como uma das atividades responsáveis pela poluição sonora gerada em seus processos industriais. Devido à importância para o desenvolvimento econômico do país e consequente interferência na qualidade de vida das pessoas, deve haver a identificação, o monitoramento e o controle dos impactos gerados no meio ambiente por suas atividades, que naturalmente são insalubres, ocasionando responsabilidade social e atendendo aos preceitos de desenvolvimento sustentável (BATISTA *et al.*, 2017).

Ainda segundo Batista *et al.* (2017), o Ministério de Minas e Energia (MME) atribui à mineração outro impacto ambiental: a geração de resíduos resultantes do seu processo industrial. Entende-se como resíduo industrial aquele proveniente dos processos industriais que não se assemelham aos resíduos domésticos e aos efluentes líquidos e emissões gasosas (GARCIA, 2011).

A indústria de mineração produz resíduos advindos do seu processo produtivo, tanto líquidos quanto sólidos. Os dejetos líquidos da mineração podem surgir da água utilizada nas diferentes etapas de beneficiamento do minério e nas diversas etapas de lavagem de pátios e equipamentos. Os sólidos conhecidos como lama ou rejeito originam-se das etapas de fragmentação e concentração do minério gerando grandes quantidades de resíduo argiloso, que em algumas situações são armazenadas em barragens.

Além desses existem outros materiais descartados, indiretamente associados ao processo produtivo, de naturezas diversas, tais como; borrachas de correia transportadoras; pneus de equipamentos; chapas metálicas; painéis em madeira oriundos da modificação de infraestrutura dos escritórios; *palets* utilizados no transporte de peças; materiais de policloreto de polivinila (PVC). Destaca-se que esses tipos de resíduos podem ser reutilizados, como por exemplo, no isolamento acústico de equipamentos ruidosos utilizados na própria atividade industrial.

Com base no propósito de reduzir os níveis de ruído a partir do uso de materiais descartados, aplica-se o conceito de sustentabilidade que, segundo Botkin e Keller (2011), refere-se ao consumo consciente de recursos naturais assegurando

que gerações futuras tenham acesso aos recursos do planeta ou tenham direito ao meio ambiente não mais danificado que o atual.

Para Derisio (2012), um dos fatores de risco das atividades de mineração é o ruído, considerado um problema de saúde pública, em 1989, pelas autoridades europeias devido a alterações não só da audição, mas também do organismo como um todo. Essas alterações podem ser sociais, psicológicas e físicas.

Alguns exemplos dessas alterações são: irritação geral, perturbação na comunicação, prejuízo ao repouso e relaxamento, perturbação do sono, prejuízo à concentração, associação de medo e ansiedade, mudança na conduta social, restrições na vida doméstica, dilatação das pupilas, fadiga, aumento da produção de hormônios da tireoide, aumento da produção de adrenalina, diminuição da imunidade devido ao aumento da produção de corticotrofina, reação muscular, constrição dos vasos sanguíneos e, principalmente, a surdez (BODIN *et al.*, 2009 e DERISIO, 2012).

A surdez causada pela exposição ao ruído é tratada por Régis, Crispim e Ferreira (2014) como Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) que apresenta alta prevalência em países industrializados como o Brasil. Bisi *et al.* (2013) e Fernandes *et al.* (2011) denominam tal alteração auditiva como Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE).

Trata-se de uma perda permanente da audição, caracterizada como neurosensorial e apontada como a doença ocupacional irreversível mais prevalente no mundo, levando em consideração hábitos extra laborais, a história progressiva, a idade e a suscetibilidade individual (FERNANDES *et al.*, 2011).

Chadambuka, Mususa e Muteti (2013) reiteram que a PAINPSE é a doença ocupacional mais comum nos Estados Unidos da América. A mineração, construções de túneis, pedreiras (detonações e perfurações), engenharia pesada (fundição de ferro, prensa de forja) foram alguns dos trabalhos citados que envolvem exposição a elevados níveis de ruído.

Saeng *et al.* (2013) relatam que aproximadamente um terço de todos os casos de perda auditiva pode ser atribuído à exposição ao ruído, sendo que o ruído ocupacional é a causa mais prevalente de PAINPSE, algo em torno de 10% (22 milhões) dos adultos entre 20 e 69 anos têm perda auditiva permanente devido à

exposição a elevados níveis de pressão sonora no trabalho ou durante atividades recreativas.

Contudo, Chadambuka, Mususa e Muteti (2013) salientam que a deficiência auditiva é o sintoma sensorial mais frequente nos seres humanos. Em todo o planeta, mais de 275 milhões de pessoas possuem algum tipo dessa patologia sendo que 80% delas estão em países de baixa e média renda. A partir de uma avaliação sobre as doenças ocasionadas pela exposição ao ruído ocupacional realizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) foi identificada a grande relevância dos locais de trabalho ruidosos em todo o mundo.

Estima-se que, em todo o mundo, 22% da perda auditiva incapacitante em homens é causada por ruído ocupacional. Há uma maior incidência de PAINPSE nos homens do que nas mulheres, pois aqueles estão, geralmente, mais expostos ao ruído excessivo no local de trabalho. A perda auditiva induzida por ruído está entre as cinco doenças ocupacionais mais relevantes no Zimbábue (CHADAMBUKA; MUSUSA; MUTETI, 2013).

Quanto à incidência da perda auditiva no Brasil, pode-se afirmar que há uma escassez de dados, pois geralmente está associada à algumas atividades, não sendo possível identificar registros epidemiológicos acerca da situação real. Mas é possível identificar uma noção parcial da situação de risco relacionada à perda auditiva.

Segundo Próspero (1999), aproximadamente 25% da população trabalhadora exposta ao risco ruído são acometidos pela PAINPSE em qualquer grau. Sabe-se que se trata do agravo mais frequente à saúde dos trabalhadores.

Bisi *et al.* (2013) corroboram com a afirmação de Próspero (1999), acerca da incidência de PAINPSE nos trabalhadores, ao afirmar que, para uma jornada de oito horas de trabalho, existem 110 milhões de pessoas expostas a níveis de ruído acima de 85 decibéis, que podem acarretar alguma doença no ser humano.

Além da incidência nos ambientes laborais, o ruído foi considerado a terceira maior causa de poluição ambiental, ficando atrás apenas da poluição da água e do ar. Esse *ranking* foi estabelecido pelo programa de ação mundial para a promoção do desenvolvimento sustentável envolvendo alterações de conceitos e práticas relacionadas ao desenvolvimento econômico e social endossado pela

Agenda 21 na Conferência da Terra (ECO 92) realizada no Rio de Janeiro em 1992 (BRASIL, 2006).

Anelli *et al.* (2013) relatam que a palavra surdez tem sido empregada para designar qualquer tipo de perda de audição, parcial ou total, mas que recentemente, adquiriu novo significado que envolve a “deficiência auditiva”. A “surdez”, então, adquiriu uma definição mais precisa e passou a significar perda de audição profunda.

Com o intuito de prevenir e evitar a deficiência auditiva e outras patologias causadas pela exposição dos indivíduos a riscos nos ambientes laborais, a Norma Regulamentadora nº 15 – Atividades e Operações Insalubres (NR-15) do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2008) institui que a empresa que neutralizar a exposição dos seus colaboradores a um determinado risco, como o ruído, deixa de ser obrigada a assegurar-lhes a percepção do adicional de insalubridade.

Nesse contexto, a reutilização de materiais descartados no ambiente de trabalho para implantação de medidas de controle ambiental de cunho coletivo, como ação mitigadora dos níveis de pressão sonora pode remeter à sustentabilidade, pois visa atenuar dois grandes problemas: a insalubridade devido ao ruído e o descarte inadequado dos resíduos.

De acordo com Régis, Crispim e Ferreira (2014), há a necessidade de se realizar pesquisas que permitam comprovar a eficácia na redução dos níveis de pressão sonora elevada nas atividades de mineração por meio da implantação de medidas de controle coletivo de baixo custo a partir da reutilização de materiais descartados em função da relativa escassez de estudos brasileiros com esse enfoque na literatura disponível.

1.1 Justificativa e relevância do tema da pesquisa

Segundo Ayres e Corrêa (2011), o ruído é o agente nocivo à saúde mais frequente nos ambientes laborais e contribui para o aumento dos acidentes ocupacionais. Porém o acometimento da saúde dos trabalhadores expostos a ruído ocorre de maneira lenta e gradual o que faz com que sua prevenção não tenha a devida atenção.

Na empresa parceira e objeto de estudo, de um total de 324 empregados em março de 2021, todos estão expostos a ruído (em qualquer nível), sendo que para 67 desses o ruído está acima do nível de ação, que segundo a NR-15 é de 80 dB (A) para 8 horas diárias (BRASIL, 2008).

Torna-se necessária, portanto, a implantação de medidas de controle ambiental do ruído, pois a ausência dessas medidas poderá gerar transtornos para o empregado como prejuízo da qualidade de vida, baixo rendimento na atividade profissional e consequente diminuição da produtividade.

Para os empregadores, significaria maiores gastos devido ao absenteísmo dos colaboradores para consultas médicas ou afastamento temporário devido a algum sintoma auditivo e ainda a previsão de assegurar, mensalmente, ao empregado a garantia de direito financeiro do adicional de insalubridade na ordem de 20% sobre o salário-base de acordo com a NR-15 (BRASIL, 2008).

As medidas de controle individuais, como o uso de EPI auditivo ou auricular (caso esse ofereça atenuação suficiente), bem como as medidas de controle administrativas, como redução do tempo de exposição do empregado a determinado equipamento, também neutralizam a insalubridade por exposição ao ruído.

Essas medidas de controle ambiental do ruído devem, no entanto, obedecer a uma hierarquia de ações sendo primeiramente implantadas medidas de proteção coletiva, que buscam reduzir o risco na fonte² ou na trajetória³ e, posteriormente, as medidas de proteção individual que visam à diminuição dos efeitos do risco por meio da redução do tempo de exposição ou pela utilização de EPI.

Como etapa indispensável do processo está a realização do monitoramento ambiental, que consiste na realização das medições do ruído nos vários setores da empresa bem como a aferição da exposição média de um determinado trabalhador ou de um Grupo Homogêneo de Exposição (GHE) ao ruído, permitindo assim a realização da gestão de medidas de controle coletivo (FERNANDES *et al.*, 2011).

Neste contexto, Caixeta *et al.* (2016) ponderam que é possível utilizar diversas estratégias na tentativa de conter o ruído, porém a efetiva mitigação depende

² Reduzir o risco na fonte significa atuar na origem da geração do ruído, como no motor, lubrificando suas partes, reduzindo impactos nas superfícies ou até mesmo trocando o equipamento.

³ Reduzir o risco na trajetória é fazer com que o ruído originado na fonte seja mitigado no meio, com a instalação de barreiras acústicas, por exemplo, e consequente absorção do som gerado.

de vários fatores, como a escolha adequada das soluções tecnológicas e disponibilidade financeira.

Os aspectos econômicos da implantação da medida de controle ambiental são fundamentais, pois as dificuldades encontradas para realização de tais medidas além do custo com a mão de obra é, muitas vezes, o valor elevado do material a ser utilizado (BISTAFA, 2011). Geralmente são utilizadas estruturas revestidas com chapas, ambas metálicas, na construção de barreiras ou de enclausuramentos acústicos para mitigar a propagação do ruído gerado pelo equipamento no ambiente.

Este trabalho propõe a utilização de material oriundo do próprio processo industrial após o término de sua vida útil nas funções originais. A partir da reutilização desses resíduos na medida de controle ambiental, espera-se obter resultados eficazes na redução dos níveis de ruído tanto em sua origem quanto em sua trajetória.

Com base nesse contexto, a presente pesquisa avaliará o nível de pressão sonora em processos industriais, com o intuito de sugerir uma medida eficaz e de baixo custo para redução do ruído em equipamentos selecionados, bem como esclarecer os benefícios da implantação da medida de controle ambiental acerca dos efeitos sobre a saúde dos trabalhadores; objetivamente, por meio de medições dos níveis de ruído e, subjetivamente, através da percepção do trabalhador, por meio da aplicação de questionário aos trabalhadores envolvidos. Tais questionários foram preenchidos posteriormente à leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE B) ao participante, esclarecendo as eventuais dúvidas e concedendo a eles o direito de intervir a qualquer momento, sempre que julgarem necessário.

Cabe ressaltar que os custos financeiros que podem incidir sobre a empresa são ações judiciais na esfera trabalhista por perda auditiva de origem ocupacional, pagamentos de adicional de insalubridade devido à exposição a níveis elevados de ruído e até mesmo o absenteísmo ocasionado por questões de saúde relacionadas à audição.

Espera-se, ainda, que a utilização de material descartado seja efetiva no desenvolvimento de medidas de controle ambiental de caráter coletivo sendo eficaz na diminuição dos níveis de pressão sonora no ambiente de trabalho e na redução dos custos de implantação de medidas de engenharia.

1.2 Questão de pesquisa e hipótese

Uma pesquisa sobre a realidade do ruído ocupacional e as dificuldades dos responsáveis pela saúde e segurança no trabalho quanto à implementação de medidas de controle coletivo para redução dos níveis de ruído oriundos de equipamentos ou processos industriais tende a fornecer bases para a elaboração de soluções com potencial de contribuir para com a questão ambiental e da qualidade de vida dos trabalhadores.

Sendo assim, vem à tona a questão a seguir:

De que forma, pode-se reduzir o elevado nível de pressão sonora de um equipamento no ambiente de trabalho na área de mineração com ações sustentáveis a partir da reutilização de material descartado, visando a implantação de medidas de controle de baixo custo e manutenção da saúde ocupacional dos trabalhadores?

Dessa forma, pretende-se testar a seguinte hipótese:

A adoção da medida de controle ambiental de redução dos níveis de pressão sonora na área industrial da atividade de mineração, por meio do reúso de materiais descartados, contribui com a neutralização da insalubridade no ambiente de trabalho tornando uma medida sustentável em termos ambientais, de saúde ocupacional e econômica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Verificar a eficácia da implementação de medidas de controle ambiental para redução dos níveis de pressão sonora – ruído elevado em nível coletivo – na ArcelorMittal Mineração Serra Azul em Itatiaiuçu – MG, por meio da reutilização do resíduo de borracha da correia transportadora.

2.2 Objetivos Específicos

Para a comprovação da eficácia da implementação de medidas de controle ambiental na referida empresa, faz-se necessária a condução dos seguintes objetivos específicos:

- I Produzir uma revisão sistemática de literatura acerca das medidas de controle coletivo do ruído por meio de materiais descartados;
- II Analisar a eficácia do método utilizado na redução dos níveis de ruído do quarteador de amostras após a implantação da medida de controle coletivo do ruído na fonte;
- III Verificar a eficácia do enclausuramento do britador de mandíbula, a partir do reúso de material descartado, na redução dos níveis de pressão sonora na trajetória e na percepção ambiental dos trabalhadores por meio da aplicação de questionários;
- IV Criar um *website*, como um produto técnico de amplo alcance para divulgação de dados relativos à implantação das medidas de controle do ruído de forma sustentável tendo como público-alvo profissionais e estudantes das áreas de acústica, engenharia, audiologia, higiene ocupacional e ambiental.

REFERÊNCIAS

- ANELLI, W. *et al.* **Novo Tratado de Fonoaudiologia**. 3. ed. Barueri, SP: Manole, 2013.
- AYRES, D. de. O.; CORRÊA, J. A. P. **Manual de Prevenção de Acidentes do Trabalho**. 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2011.
- BATISTA, N. R. T. *et al.* Avaliação do ruído ambiental em uma mineradora. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 13, n. 2, p. 198-214, jun./ago. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rgi>>. Acesso em: 21 out. 2018.
- BISI, R. F.; COIFMAN, J. D. dos S.; FERREIRA, M. I. D. da C.; MITRE, E. I. Correlação entre o perfil audiométrico, idade e o tempo de atividade em motoristas de ônibus. **Rev. CEFAC**, Caxias do Sul, v. 15, n. 4, p. 749-756, ago. 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rcefac/a/dzjyQmyDXfSSpRkWpBshSSs/?lang=pt>>. Acesso em: 07 mai. 2021.
- BISTAFA, S. R. **Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**. 2. ed. São Paulo, SP: Blucher, 2011.
- BODIN, T. *et al.* Roadtraffic noise and hypertension: results from a cross-sectional public health survey in southern Sweden. **Environmental Health Journal**, v. 8, n. 38, 2009. Disponível em: <http://www.ehjournal.net/content/8/1/38>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- BOTKIN, D. B.; KELLER, E. A. **Ciência Ambiental – Terra, um Planeta Vivo**. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Perda auditiva induzida por ruído (PAIR)**. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Manuais de legislação Atlas: Segurança e medicina do trabalho**. 62. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- CAIXETA, R. M. *et al.* Multiple Random Walk Simulation: A Fast Method to Map Grade Uncertainty with Large Datasets. **Natural Resources Reserch** (New York, N.Y.), v. 40, p. 1-20, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11053-016-9311-6>. Acesso em: 11 set. 2020.
- CHADAMBUKA, A; MUSUSA, F; MUTETI, S. Prevalence of noise induced hearing loss among employees at a mining industry in Zimbabwe. Department of Community Medicine, University of Zimbabwe. **African Health Sciences**, v. 13, n. 4, p. 899-906. December 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.4314/ahs.v13i4.6>. Acesso em: 19 mai. 2020.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 4. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2012.

FERNANDES, H. C. *et al.* Níveis De Ruído Emitidos Por Diferentes Equipamentos Em Um Laboratório De Análises De Alimentos. **R. Eng. na Agricult.**. Viçosa, v. 19, n.5, p. 429-436, set./out. 2011. Disponível em: <<https://reveng.ufv.br/index.php/reveng/article/view/248>>. Acesso em: 23 out. 2018.

GARCIA, G.F.B. **Meio Ambiente do Trabalho – Direito, Segurança e Medicina do Trabalho**. 3. ed. São Paulo, SP: Método, 2011.

PRÓSPERO, A. C. **Estudo dos efeitos do ruído em servidores do Centro Técnico Aeroespacial**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 1999.

RÉGIS, A. C. F. de C.; CRISPIM, K. G. M.; FERREIRA, A. P. Incidência e Prevalência De Perda Auditiva Induzida Por Ruído Em Trabalhadores De Uma Indústria Metalúrgica. **Rev. CEFAC**. Manaus, v. 16, n. 5, p. 1456-1462, set./out. 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rcefac/a/hsNGxFYt83Df3QDCm3jL44y/?lang=pt>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

SAENG, H. *et al.* Understanding and preventing noise-induced hearing loss. **Disease-a-Month**. V. 59, p. 110-118, 2013.

CAPÍTULO I - REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO EM PROCESSOS INDUSTRIAIS
POR MEIO DE MEDIDAS DE CONTROLE COLETIVO A PARTIR DO USO DE
MATERIAL ALTERNATIVO: uma revisão sistemática de literatura

RESUMO

Agregar evidências científicas para guiar as pesquisas futuras acerca do tema em questão é uma das principais razões para se desenvolverem estudos que sintetizam a literatura. As revisões sistemáticas são utilizadas com o intuito de serem metódicas, explícitas e passíveis de reprodução. O objetivo deste estudo é identificar os artigos relevantes e seus respectivos autores por meio de uma revisão sistemática da literatura explorando a redução do nível de ruído ambiental a partir da implantação de medidas de controle coletivo por meio da utilização de materiais ou formas alternativas. Foram reunidos estudos semelhantes, em bases de dados eletrônicas Google Acadêmico, CAPES e Scielo, avaliando-os criticamente em sua metodologia e reunindo-os numa análise estatística descritiva. As etapas dessa pesquisa consistiram em i) elaboração de uma pergunta; ii) definição de uma estratégia de busca utilizando uma, duas e três palavras-chave; iii) nos idiomas português e inglês; e seleção justificada dos estudos por meio de critérios de inclusão e exclusão como: iv) filtro de artigos com no máximo dez anos de publicação e v) análise criteriosa da qualidade da literatura selecionada, selecionando artigos de acordo com a classificação Qualis/ Capes. Após a aplicação de critérios de seleção obtiveram-se 12 artigos provenientes de nove periódicos diferentes. As publicações em inglês corresponderam a 59% das publicações analisadas. Com base nos artigos selecionados, há necessidade de ajustar o comportamento humano bem como a necessidade de se desenvolver medidas de controle eficazes na mitigação do ruído desde que seja economicamente viável. Verificou-se ainda que existe o componente psicológico para percepção do ruído por se tratar de algo multissensorial. Conclui-se então, que este estudo apresentou significativa contribuição metodológica relativa ao tema apontando para a necessidade de futuras pesquisas científicas ao analisar, quantitativamente e qualitativamente, o material científico disponível para enriquecimento do referencial teórico da pesquisa.

Palavras-chave: Poluição Sonora. Ruído ambiental. Materiais descartados.

ABSTRACT

Adding scientific evidence to guide future research on the topic in question is one of the main reasons for developing studies that synthesize the literature. Systematic reviews are used with the intention of being methodical, explicit and reproducible. The aim of this study is to identify the relevant articles and their respective authors through a systematic literature review exploring the reduction of the level of environmental noise from the implementation of collective control measures through the use of alternative materials or forms. Similar studies were gathered in Google Academic, CAPES and Scielo electronic databases, critically evaluating them in their methodology and bringing them together in a descriptive statistical analysis. The steps of this research consisted of i) elaboration of a question; ii) definition of a search strategy using one, two and three keywords; iii) in Portuguese and English; and justified selection of studies through inclusion and exclusion criteria such as: iv) filter articles with a maximum of ten years of publication and v) careful analysis of the quality of selected literature, selecting articles according to the Qualis/Capes classification. After applying the selection criteria, 12 articles from nine different journals were obtained. Publications in English corresponded to 59% of the analyzed publications. Based on the selected articles, there is a need to adjust human behavior as well as the need to develop effective control measures to mitigate noise as long as it is economically viable. It was also found that there is a psychological component for noise perception because it is something multisensory. It is therefore concluded that this study presented a significant methodological contribution on the subject, pointing to the need for future scientific research by analyzing, quantitatively and qualitatively, the scientific material available to enrich the theoretical framework of the research.

Keywords: Noise Pollution. Ambient noise. Discarded materials.

1. INTRODUÇÃO

Um dos fatores que compromete a qualidade do ambiente de trabalho é o ruído excessivo. A exposição exagerada ao ruído pode comprometer órgãos e funções do organismo, além de causar perturbações no sono acarretando efeitos como irritabilidade, cansaço, elevação dos níveis de estresse e dificuldade de concentração (DERISIO, 2012).

Se o ruído acima de 65 dB(A) pode gerar os sintomas extra auditivos citados anteriormente de acordo com a Norma Brasileira 10152 (NBR 10152) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1987), a exposição ao ruído acima de 85 dB(A), que é o limite de tolerância preconizado pela Norma Regulamentadora 15 (NR-15) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 2008) para uma jornada de trabalho de 8 horas⁴, pode gerar também a surdez ou disacusia⁵.

De acordo com Silva, Souza e Tavares (2017), o conforto acústico “depende da qualidade do som nos ambientes e do isolamento dos ruídos”. Para garantir o conforto acústico, deve-se estudar o som, suas principais propriedades e as propriedades do ambiente.

A legislação brasileira preconiza que medidas de controle ambiental de cunho coletivo para redução do ruído devem ser priorizadas pelo fato de serem mais abrangentes e atenderem a todos os indivíduos de uma determinada área, enquanto o uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) deve ocorrer apenas durante a implantação dessas medidas coletivas ou se não houver nenhuma outra forma técnica de redução da exposição do trabalhador ao ruído (SALIBA, 2011).

Uma das alternativas é a reutilização de materiais descartados no ambiente de trabalho para implantação de medidas de controle ambiental de cunho coletivo como a mitigação da poluição sonora. Trata-se de uma ação sustentável, o que torna essa estratégia mais interessante, tanto ambientalmente quanto financeiramente, que as medidas de controle individuais.

⁴ Valores encontrados no ANEXO D - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente (MTE, 2008).

⁵ Patologia caracterizada por um distúrbio da audição causado por certos sons, provocando certa dor e/ou desconforto no indivíduo.

Bistafa (2011) salienta que os aspectos econômicos da implantação da medida de controle ambiental são extremamente importantes, pois nos casos em que não se pode enclausurar ou em que o enclausuramento da fonte de ruído seja ineficiente pode-se fazer necessária a troca do equipamento, já que o desgaste natural de suas peças como rolamentos, polias e engrenagens contribui para o aumento da intensidade do ruído emitido.

Saliba (2011) afirma que, pelos princípios da física acústica, todo material mais denso que o ar diminui a propagação do som, logo materiais de descarte podem ser utilizados para diminuir os níveis de pressão sonora. Isso acontece pelo fato de o ruído ser produzido em forma de ondas. Vale ressaltar que sua intensidade é representada pela unidade de medida “*decibel*” (dB). Alguns exemplos de materiais que podem ser utilizados para redução do ruído são: painel *wall*, espuma acústica, borracha sintética, lã de vidro, lã de rocha e lã de *pet*.

Sabe-se alguns dos materiais mencionados são descartados nos processos industriais após o término de suas vidas úteis nas funções originais. A partir da reutilização desses resíduos nas medidas de controle ambiental espera-se obter resultados eficazes na redução dos níveis de ruído em sua trajetória (ASDRUBALI, SCHIAVONI E HOROSHENKOV, 2012).

O controle do ruído em sua trajetória deve ser avaliado quando não for possível realizá-lo na fonte, ou seja, som emitido que incide sobre uma superfície é absorvido, transmitido e parte dele refletido (SALIBA, 2011).

As atividades industriais geram poluição sonora, pois utilizam equipamentos com motores elétricos ou à combustão, pneumáticos e hidráulicos além de outros processos ruidosos.

O foco de agregar evidências científicas para guiar as pesquisas acerca do tema em questão é uma das principais razões para se desenvolverem estudos que sintetizam a literatura.

Com base nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar a revisão sistemática de literatura identificando os artigos mais relevantes e seus respectivos autores através da exploração do tema redução do nível de ruído ambiental a partir da implantação de medidas de controle coletivo por meio da utilização de material descartado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada neste trabalho foi a revisão sistemática da literatura, trata-se de um estudo secundário, que tem por objetivo reunir estudos semelhantes, publicados em periódicos científicos, avaliando-os criticamente em sua metodologia e reunindo-os numa análise estatística.

As revisões sistemáticas são utilizadas com o intuito de serem metódicas, explícitas e passíveis de reprodução. Esse tipo de estudo serve para nortear o desenvolvimento de projetos, indicando novos rumos para futuras investigações (SAMPAIO E MANCINI, 2007).

A representação, de maneira sucinta, das fases do processo de elaboração da revisão sistemática da literatura, tendo como referência os estudos encontrados, estão explícitas no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição de estratégias adotadas no presente trabalho de dissertação

Fase	Etapas	Descrição
Primeira (Identificação)	Construção do protocolo	Definição de diretrizes para <u>escolha das plataformas de busca (Google Acadêmico, Capes/ MEC e Scielo) e de filtros secundários</u>
Segunda Fase (Processamento)	Definição da pergunta base da pesquisa	“Quais são os trabalhos científicos relevantes sobre redução dos níveis de ruído a partir da implantação de medidas de controle coletivo por meio da utilização de materiais descartados?”
	Estipulação de critérios e fundamentos	Busca por materiais relevantes acerca do tema proposto, inicialmente por três palavras-chave em português e inglês: “redução de ruído”, “medidas de controle” e “material descartado” / “noise reduction”, “control measures” e “solid waste”.
	Apresentação dos resultados	Os resultados da busca foram registrados em um quadro contendo os títulos dos artigos incluídos na revisão, os seus respectivos autores, o periódico em que foram publicados, a classificação desses periódicos, o ano de publicação, além da plataforma e da língua que foram utilizadas na busca.

(Continuação) Quadro 1- Descrição de estratégias adotadas no presente trabalho de dissertação

Fase	Etapas	Descrição
Segunda Fase (Processamento)	Busca por estudos relacionados ao tema proposto	Buscas por estudos nas bases digitais CAPES/ MEC ⁶ , Google Acadêmico ⁷ e Scielo ⁵ , escolhidas por suas relevâncias na comunidade acadêmica, nas línguas portuguesa e inglesa, utilizando uma palavra-chave, duas palavras-chave e três palavras-chave, favorecendo uma análise mais abrangente e sistemática do tema.
	Avaliação crítica dos resultados	Identificar todas as possibilidades de erro, que podem interferir na relevância do estudo, pois a validade dos estudos da revisão sistemática é que indica sua qualidade.
Terceira Fase (Inclusão)	Síntese dos dados	Os artigos incluídos na revisão foram publicados nos últimos dez anos. A classificação dos periódicos se deu por meio do critério de classificação Qualis Capes.
	Apresentação dos resultados	Os resultados da busca foram registrados em um quadro contendo os títulos dos artigos incluídos na revisão, os seus respectivos autores, o periódico em que foram publicados, a classificação desses periódicos, o ano de publicação, além da plataforma e da língua que foram utilizadas na busca.

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021, adaptado de Galvão, Sawada e Trevizan, 2004.

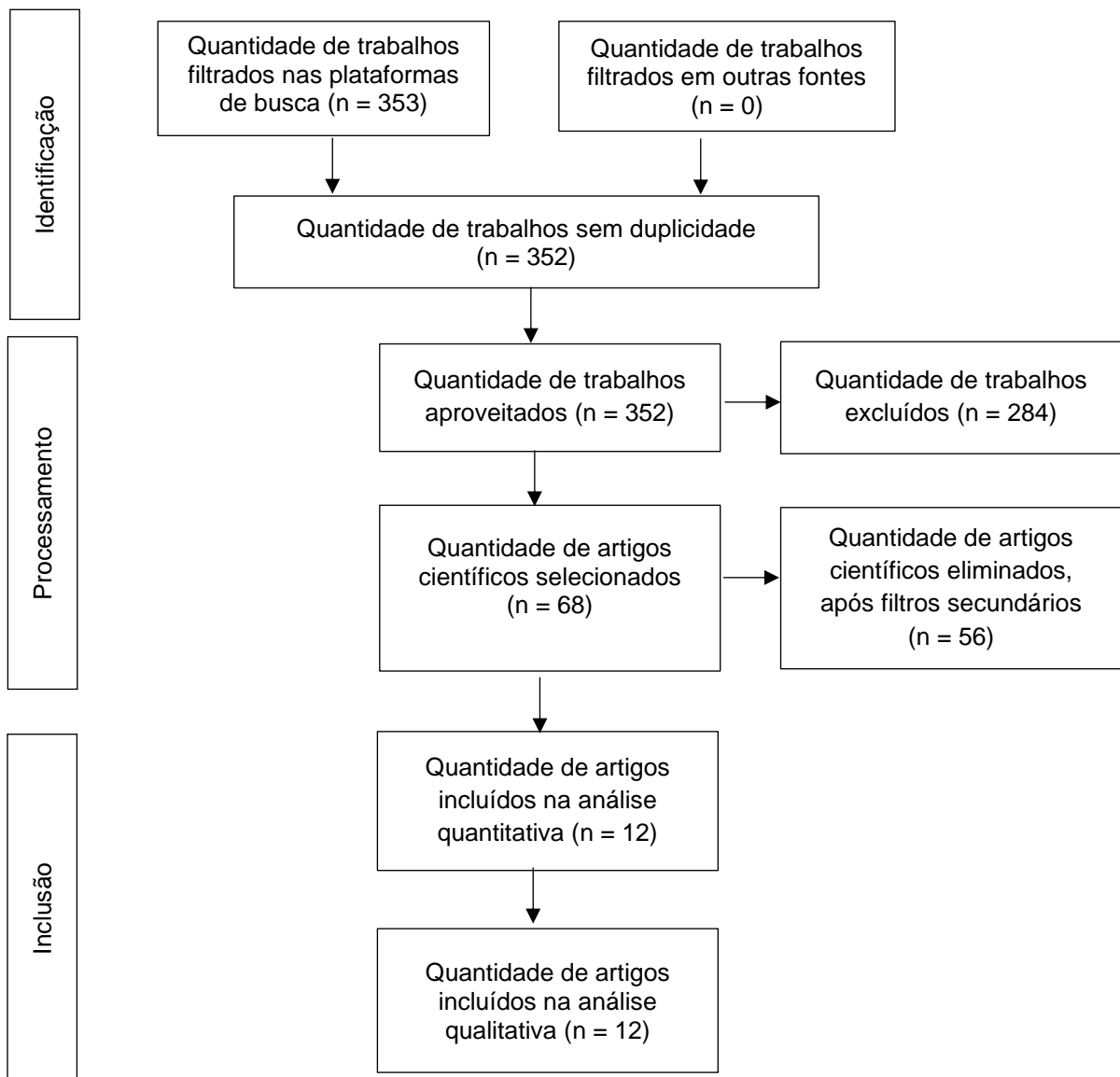
A partir do conceito do modelo denominado “Recomendação PRISMA” que, segundo Moher *et al.* (2015), tem objetivo de auxiliar os autores na elaboração das revisões sistemáticas da literatura, foram aplicadas as etapas de seleção dos artigos associados ao tema de acordo com o fluxograma da Figura 1:

⁶ <https://www.periodicos.capes.gov.br>

⁷ <https://scholar.google.com.br>

⁵ <https://scielo.org>

Figura 1- Fluxograma da informação nas diferentes fases da revisão sistemática de literatura



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, adaptado de Moher *et al.*, 2015.

Pode-se verificar na Figura 1 que o processo de seleção dos artigos, para compor essa fase de busca por trabalhos científicos relevantes acerca do tema de redução do ruído por meio de materiais descartados, seguiu as diretrizes propostas no fluxograma.

Após a análise dos títulos ocorreu, segundo o direcionamento em relação ao tema proposto, a escolha dos dados pela relevância dos estudos selecionados

quanto à data de publicação e à classificação dos periódicos (MARTENS, BRONES e CARVALHO, 2013), denominado nesta pesquisa como critérios secundários.

Para a adequada síntese dos dados coletados, foi estipulado que os artigos incluídos na revisão deveriam ter sido publicados entre 2011 e 2021, ou seja, nos últimos dez anos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado no Quadro 2, os 12 artigos selecionados proveem de 9 periódicos distintos. As publicações em inglês aparecem em maior número, na ordem de 59%. Dos 12 artigos, apenas um abordou a utilização de materiais descartados para realização de medidas mitigadoras do nível de ruído, o que sugere a importância na necessidade de se desenvolver pesquisas nessa área.

Quadro 2 - Resultado da busca por artigos relevantes quanto ao tema por meio da aplicação da revisão bibliográfica sistemática

Continua...

Língua	Título/ Artigo	Autores	Periódico	Ano	Classificação do periódico*
Inglês	Selection of suitable alternatives to reduce the environmental impact of road traffic noise using a fuzzy multi-criteria decision model	RUIZ-PADILHO, A.; RUIZ, D. P.; MARTINEZ, A. J. T.; RAMOS-RIDAO, A.	Environmental Impact Assessment Review	2016	A1
	An assessment of psychological noise reduction by landscape plants	YANG, F.; BAO, Z. Y.; ZHU, Z. J.	Int. J. Environ. Res. Public Health	2011	A2
	Noise abatement of rubberized hot mix asphalt: A brief review	TEHRANI, F. M.	International Journal of Pavement Research and Technology	2015	B1
	Interval Binary Programming for Noise Control within an Urban Environment	HUANG, W.; DAI, L.M.; BAETZ, B. W.; CAO, M. F.; RASAVI, S.	Journal of Environmental Informatics	2016	B2**
	Prevention of the Evolution of Workers' Hearing Loss from Noise-Induced Hearing Loss in Noisy Environments through a Hearing Conservation Program	FONSECA, V. R.; MARQUES, J.; PANEGALLI, F.; GONÇALVES, C. G. O.; SOUZA, W.	International Archives of Otorhinolaryngology	2016	B1
	Ambient Noise in Emergency Rooms and Its Health Hazards	FILUS, W.; LACERDA, A. B. M.; ALBIZU, E.		2015	B1
	Cochrane method for systematic review and meta-analysis of interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss – abridged	TIKKA, C.; VERBEEK, J.; KATEMAN, E.; MORATA, T. C.; DRESCHLER, W.; FERRITE, S.	CoDAS	2020	B1

Continuação... Quadro 2 - Resultado da busca por artigos relevantes quanto ao tema por meio da aplicação da revisão bibliográfica sistemática

Língua	Título/ Artigo	Autores	Periódico	Ano	Classificação do periódico*
Português	Ocorrência de perda auditiva induzida pelo ruído em carpinteiros	FARIAS, H. V.; BURITI, A. K. L.; ROSA, M. R. D. da;	Rev. CEFAC	2012	B1
	Efeitos do ruído na audição de trabalhadores de lavanderia hospitalar	FONTOURA, F. P.; GONÇALVES, C. G. O.; LACERDA, A. B. M.; COIFMAN, H.		2014	B1
	Análise de diferentes estudos epidemiológicos em audiologia realizados no Brasil	ARAKAWA, A. M.; SITTA, É. I.; CALDANA, M. L.; SALES-PERES, S. H. C.		2011	B1
	Caracterização do perfil auditivo de frentistas de postos de combustível	ZUCKI, F.; CORTELETTI, L. C. B. J.; TSUNEMI, M. H.; MUNHOZ, G. S.; QUADROS, I. A.; ALVARENGA, K. F.	Audiology Communication Research	2017	B1
	Eficácia de um programa para redução de ruído em unidade de terapia intensiva neonatal	WEICH, T. M.; OURIQUE, A. C.; TOCHETTO, T. M.; FRANCESCHI, C. M.	Revista Brasileira de Terapia Intensiva	2011	B1

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges Correia, 2021.

* A classificação dos periódicos foi embasada no Qualis/Capes, no quadriênio 2013/2016, nas áreas de avaliação “Ciências Ambientais” e “Interdisciplinar” (A1, A2, B1 e B2).

**NP: Não possui classificação nas áreas de Ciências Ambientais e Interdisciplinar (B2).

De acordo com Weich *et al.* (2011), todos os profissionais envolvidos em sua pesquisa, realizada em uma Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) admitiram que o ruído pode ser prejudicial aos neonatos ocasionando alterações no sono e irritabilidade, podendo gerar inclusive a perda auditiva.

Filus, Lacerda e Albizu (2015), Farias, Buriti e Rosa (2012) e Arakawa *et al.* (2011) corroboram o estudo de Weich *et al.* (2011) complementando os prejuízos da exposição ao ruído com outros sintomas como zumbido, dificuldade de discriminar a fala, transtornos de equilíbrio, cardiovasculares e hormonais além de prejudicar o desempenho do profissional.

Para Yang, Bao e Zhu (2011), a exposição ao ruído pode causar ainda o estresse psicológico. As alterações visuais no ambiente, como a instalação de uma barreira acústica composta de plantas, podem alterar positivamente o aspecto emocional dos sujeitos, o que os referidos autores chamam de “ruído psicológico”, pois a percepção do ambiente é multissensorial, não se restringindo à visão.

Para Fontoura *et al.* (2014) e Farias, Buriti e Rosa (2012), o ruído é o agente físico nocivo à saúde humana mais comum no ambiente ocupacional.

Baseados nesse contexto, Fonseca *et al.* (2016), Tikka *et al.* (2020), Zucki *et al.* (2017) e Fontoura *et al.* (2014) sugerem a implementação do Programa de Conservação Auditiva (PCA) como alternativa de se estabelecer um trabalho voltado diretamente para prevenção da perda auditiva de origem ocupacional nos trabalhadores.

Salientam ainda, juntamente com Filus, Lacerda e Albizu (2015), que uma maneira eficaz de se controlar os níveis de ruído no ambiente são implantações de medidas de engenharia, que estão previstas no PCA.

Para RUIZ-PADILHO *et al.* (2012) as soluções técnicas de redução de ruído podem atuar reduzindo a emissão de ruído na fonte (nos motores e pneus dos veículos; no comportamento, composição ou velocidade do tráfego; e nos pavimentos); na trajetória do ruído (modificando o meio ou aplicando obstáculos entre a fonte e o receptor, como barreiras acústicas, alterando o desenho das estradas ou os usos do solo e suas características); e diretamente no receptor (isolamento acústico em fachadas e janelas).

Dentre os métodos de mitigação dos níveis de ruído, estão as medidas de controle coletivo do ruído. Fontoura *et al.* (2014), após identificação da presença de Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) em 18,4% dos trabalhadores de uma lavanderia hospitalar envolvidos em sua pesquisa, sugeriu que fossem adotadas medidas de controle da emissão de ruídos na fonte. Para Farias, Buriti e Rosa (2012), a incidência de PAIR foi ainda maior, na ordem de 47% dos participantes do seu estudo em trabalhadores carpinteiros, com influência do tempo de exposição ao ruído (anos de trabalho) e idade.

Zucki *et al.* (2017) avaliaram o perfil auditivo de frentistas de postos de combustível e constataram que, além desses fatores que agem como potenciais agravantes para a perda auditiva, há, ainda, a exposição a agentes químicos como solventes.

Como exemplo de medida de controle coletivo para redução dos níveis de ruído gerado pelo tráfego, Tehrani (2015) propôs a adição de borracha triturada à mistura de asfalto diminuindo o atrito entre o pneu e o pavimento. Contudo, a eficácia é maior onde não há interferência de outros ruídos como em ambientes com menos tráfego, onde há circulação de veículos de portes menores e, conseqüentemente, menos ruído gerado pelos motores e escapamentos.

Para avaliar a viabilidade de desenvolvimento de medidas de engenharia, Huang *et al.* (2013) propôs um método de Programação Binária de Intervalo (PBI) que indicou soluções para práticas de controle do ruído. Essa aplicação identificou que, para se garantir o atendimento aos padrões de segurança dos níveis de ruído, precisa-se dispende de um valor maior na execução da medida de engenharia. Entretanto, se houver interesse na redução do custo, haverá um risco potencial de não alcançar os níveis aceitáveis.

A partir dessa constatação faz-se necessária a busca por materiais alternativos para execução de medidas de controle coletivo do ruído, como descrito por Tehrani (2015), por meio da utilização de borracha descartada na composição do asfalto, alcançando o objetivo proposto e reduzindo o custo de implantação tornando a intervenção financeiramente viável.

Para Lopes *et al.* (2010) a inviabilidade na execução da medida de engenharia foi estrutural e não financeira, como na maioria das vezes, pois uma das

ações propostas em seu estudo seria o enclausuramento em qualquer setor da empresa de galvanoplastia analisada, o que não ocorreu devido ao fato de as máquinas possuírem partes de contato necessário com a peça a ser galvanizada.

Weich *et al.* (2011) e Fontoura *et al.* (2014) salientam que, além dos equipamentos e processos ruidosos, o comportamento humano também contribui significativamente para geração de poluição sonora fazendo com que a sensibilização, por meio de treinamentos se torne indispensável para auxiliar na redução dos níveis de ruído do ambiente.

Ainda em relação ao fator humano, e com base nos estudos mencionados (LOPES *et al.*, 2010; Yang, BAO e ZHU, 2011; WEICH *et al.*, 2011; TEHRANI, 2015), foi possível identificar que os indivíduos consideram o ruído um problema ambiental relevante, sendo mais perturbador que a poluição do ar, da água e dos resíduos sólidos.

Para demonstrar a insatisfação dos indivíduos em relação à exposição ao ruído, Yang, Bao e Zhu (2011) reiteram que 77,5% dos participantes da sua pesquisa, composta por estudantes universitários, informaram que se ficassem expostos a uma fonte de ruído desagradável em casa, no *campus* ou em ambiente urbano de recreação como parques e praças, se afastariam dela imediatamente e partiriam em busca de um lugar mais silencioso.

Diante da necessidade de redução da exposição do trabalhador ao ruído, Arakawa *et al.* (2011) informam que foram observadas menores prevalências de PAIR em trabalhadores que relataram regularidade do uso do Equipamento de Proteção Auditiva (EPA) em comparação com aqueles que informaram uso irregular ou não uso.

No entanto, Farias, Buriti e Rosa (2012) discordam de Arakawa *et al.* (2011), pois identificaram que o tempo de uso regular do EPA apresentou-se irrelevante diante dos casos sugestivos de PAIR, dessa forma, os autores inferiram que, no ambiente de carpintaria analisado, as medidas de controle individuais do ruído não foram suficientes para prevenir as alterações auditivas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da presente revisão sistemática de literatura, pode-se verificar que o tema abordado representa um assunto de relevância como objeto de estudos, uma vez que as pesquisas na área em questão são deficientes, portanto, consideram-se tais estudos promissores no que se refere ao corpo de conhecimento na área de sustentabilidade e tecnologia ambiental.

Ficou evidente, a partir da análise da literatura, que o fundamento comportamental dos sujeitos como observância de seus próprios hábitos geradores de ruído no ambiente é imprescindível para a redução da poluição sonora e que os aspectos multissensoriais, como a associação da visão com a audição, devem ser considerados. Além disso, a busca pela mitigação dos níveis de pressão sonora deve ser sempre por medidas que apresentem menor custo e maior benefício.

No entanto, considera-se que essa pesquisa contribuiu com a questão da percepção do ser humano em relação à área de estudo, bem como apontou para a necessidade de futuras pesquisas científicas abordando o tema redução dos níveis de ruído e melhorias no conforto acústico em processos industriais por meio de medidas de controle coletivo a partir do reúso de material descartável.

REFERÊNCIAS

ARAKAWA, A. M. *et al.* Análise de diferentes estudos epidemiológicos em audiolgia realizados no Brasil. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 152-158, jan./fev.2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-18462010005000089>. Acesso em: 09 jul. 2021.

ASDRUBALI, F.; SCHIAVONI, S.; HOROSHENKOV, K. V. A Review of Sustainable Materials for Acoustic Applications. **Building Acoustics**, v. 19, n. 4, p. 283–312, ago./nov.2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1260%2F1351-010X.19.4.283>. Acesso em: 07 jul. 2021

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

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **Norma Brasileira 10151: acústica - avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade procedimento**. Rio de Janeiro, 1987.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Manuais de legislação Atlas: Segurança e medicina do trabalho**. 62. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 4. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2012.

FARIAS, H. V.; BURITI, A. K. L.; ROSA, M. R. D. da; Ocorrência de perda auditiva induzida pelo ruído em carpinteiros. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 413-422, mai./jun.2012. Disponível em : <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/rBH98HVbKN6SmWbwFyYn7nL/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em : 23 jul. 2021.

FILUS, W.; LACERDA, A. B. M.; ALBIZU, E. Ambient Noise in Emergency Rooms and Its Health Hazards. **International Archives of Otorhinolaryngology**, v.19, n.3, p.205-209, 2015. DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1387165>. Acesso em : 15 jul. 2021.

FONSECA, V. R. *et al.* Prevention of the Evolution of Workers' Hearing Loss from Noise-Induced Hearing Loss in Noisy Environments through a Hearing Conservation Program. **International Archives of Otorhinolaryngology**, v.20, n.1, p.43-47, 2016. DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1551554>. Acesso em : 3 mai. 2021.

FONTOURA, F. P. *et al.* Efeitos do ruído na audição de trabalhadores de lavanderia hospitalar. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 395-404, mar./abr.2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-0216201414012>. Acesso em: 20 jul. 2021.

GALVÃO, C.M., SAWADA, N.O., TREVIZAN, M.A. Revisão sistemática: recurso que proporciona a incorporação das evidências na prática da enfermagem. **Rev Latino-am Enfermagem**, v. 12, n. 3, p. 549-56, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-11692004000300014>. Acesso em: 20 jul. 2021.

HUANG, W. *et al.* Interval Binary Programming for Noise Control within an Urban Environment. **Journal of Environmental Informatics**, Canada, v.21, 2nd.ed. p. 93-101, 9p. 2013.

LOPES, R. D. *et al.* Gestão do ruído industrial por meio da comparação de um índice comparativo de ruído ocupacional. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6., 2010, Niterói, RJ. **Anais** [...]. Niterói: [s.n], 2010. p.9-30. Disponível em: https://www.inovarse.org/sites/default/files/T10_0253_1132.pdf. Acesso em: 03 fev. 2021.

MARTENS, M. L., BRONES, F., CARVALHO, M. M. Lacunas e tendências na literatura de sustentabilidade no gerenciamento de projetos: uma revisão sistemática mesclando bibliometria e análise de conteúdo. **Revista de Gestão e Projetos - GeP**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 165-195, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/gep.v4i1.123>. Acesso em: 18 jul. 2020.

MOHER, D., *et al.* Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA*. **Epidemiol. Serv. Saúde**. Brasília, v. 24, n. 2, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ress/v24n2/2237-9622-ress-24-02-00335.pdf> Acesso em: 8 jun. 2021.

RUIZ-PADILHO, A. *et al.* Selection of suitable alternatives to reduce the environmental impact of road traffic noise using a fuzzy multi-criteria decision mode. **Environmental Impact Assessment Review**, [s.l.] v.61, p. 8-18, Nov. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.06.003>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SALIBA, T. M. **Manual prático de higiene ocupacional e PPRA: avaliação e controle dos riscos ambientais**. São Paulo, SP: LTr 75, 2011.
SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M.C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Rev. bras. fisioter.** São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>. Acesso em: 7 ago. 2020.

SILVA, L. B.; SOUZA, E. L.; TAVARES, M. S. A. Um Panorama dos Níveis de Ruído para Conforto Acústico de Ambientes de Ensino com VDT em Áreas das Regiões Brasileiras. **Rev. Prod. Online. Florianópolis**, v. 17, n. 4, p. 1402-1434, 2017. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/viewFile/2694/1611>. Acesso em: 25 out. 2020.

TEHRANI, M. F. Noise abatement of rubberized hot mix asphalt: A brief review. **International Journal of Pavement Research & Technology**, Taiwan, v.8, 1st.ed. p. 58-61, 4p, Jan. 2015. DOI: 10.6135/ijprt.org.tw/2015.8(1).58. Acesso em: 27 set. 2020.

TIKKA, C. *et al.* Cochrane method for systematic review and meta-analysis of interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss – abridged. **CoDAS**, Kuopio, Finland, v.32, n.2, 2020. DOI: 10.1590/2317-1782/20192019127. Acesso em : 10 jan. 2021.

WEICH, T. M. *et al.* Eficácia de um programa para redução de ruído em unidade de terapia intensiva neonatal. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, São Paulo, v.23, n. 3, jul./set.2011. <https://doi.org/10.1590/S0103-507X2011000300011>. Acesso em: 10 jan. 2021.

YANG, F; BAO, Y. Z.; ZHU, J. Z. An Assessment of psychological noise reduction by landscape plants. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v.8, p.1032-1048, Apr. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph8041032>. Acesso em: 20 jan. 2021.

ZUCKI, F. *et al.* Caracterização do perfil auditivo de frentistas de postos de combustível. **Audiology Communication Research**. v. 22, n.0, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1759>. Acesso em: 18 jan. 2021.

CAPÍTULO II - REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO NA FONTE POR MEIO DO
REÚSO DE MATERIAL DESCARTADO DA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO

RESUMO

O objetivo deste estudo é comprovar a eficácia na redução do ruído gerado por um equipamento em ambiente industrial reutilizando material descartado com o intuito de proporcionar maior conforto acústico para o trabalhador. Para tanto, foram realizadas medições pontuais dos níveis de ruído emitidos pelo quarteador durante o processo de separação de amostras de minério de ferro antes e depois da instalação de borrachas sintéticas descartadas na superfície de contato do equipamento a fim de amenizar o ruído ocasionado pelo impacto da amostra. As médias das medições pontuais dos níveis de ruído anteriores à implantação da medida de controle ambiental foi de 89,19 dB(A) e após foi de 81,04 dB(A), resultando em uma redução 8,15 dB(A). Essa redução do nível de ruído foi comprovada estatisticamente pelo método inferencial, composto pelo teste paramétrico denominado *teste “t”* comparativo de médias que apresentou resultado significativo apontando eficiência da medida de controle coletivo para redução do ruído. Portanto, conclui-se que a utilização de material descartado como forma de reduzir o ruído na fonte é eficaz, contribuindo com a saúde auditiva do trabalhador, além de ser sustentável, proporcionando maior conforto acústico para o trabalhador e menor custo para o empregador com o absenteísmo dos colaboradores.

Palavras-chave: Controle ambiental. Medidas de controle. Controle coletivo. Resíduo Industrial. Conforto acústico.

ABSTRACT

The purpose of this study is to prove the effectiveness in reducing noise generated by equipment in an industrial environment by reusing discarded material in order to provide greater acoustic comfort for the worker. For this purpose, point measurements of the noise emitted by the quartet were made during the process of separating iron ore samples before and after the installation of synthetic rubbers discarded on the contact surface of the equipment in order to soften the noise caused by the impact of the sample. The averages of point measurements of noise levels prior to the implementation of the environmental control measure was 89.19 dB (A) and after that it was 81.04 dB (A), resulting in an 8.15 dB (A) reduction. This reduction in the noise level was statistically proven by the inferential method, composed of the parametric test called "t" test of means, which showed a significant result pointing to the efficiency of the collective control measure for noise reduction. Therefore, it is concluded that the use of discarded material as a way to reduce noise at the source is effective, contributing to the worker's hearing health and sustainable, providing greater acoustic comfort for the worker and lower cost for the employer with employee absenteeism.

Keywords: Environmental control. Control measures. Noise. Reuse of materials. Acoustic comfort.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Batista *et al.* (2017), a mineração é um dos setores responsáveis pelo impacto ambiental causado pela geração de resíduos oriundos do processo extrativista e produtivo que podem, caso descartados de maneira indevida, prejudicar o meio ambiente.

Segundo Garcia (2011), a empresa deve sempre buscar a redução da geração dos resíduos industriais aplicando práticas tecnológicas e organizacionais. Tais resíduos devem ser eliminados dos locais de trabalho por meio da adoção de medidas adequadas.

A utilização dos materiais descartados para desenvolvimento de medidas ambientais de controle da poluição sonora teria uma conotação de sustentabilidade e responsabilidade ambiental além de gerar economia relativa à implementação das medidas de controle coletivo por empresas especializadas em execução de projetos de enclausuramento para redução do ruído.

Além desses, outro fator que compromete a qualidade do ambiente de trabalho é o ruído excessivo. A exposição excessiva ao ruído pode comprometer órgãos e funções do organismo, além de causar perturbações no sono acarretando efeitos como irritabilidade, cansaço, elevando os níveis de estresse e dificuldade de concentração (DERISIO, 2012).

Para Botkin e Keller (2011), a geração desses sons indesejados é classificada como poluição sonora, e os efeitos ambientais da exposição ao ruído dependem não só da sua energia total, mas também da intensidade, frequência e duração da exposição ao som.

O ruído acima de 65 dB(A) apresenta potencial para causar alguns sintomas extra auditivos como dificuldade de concentração, estresse e baixo rendimento, enquanto a exposição ao ruído acima de 85 dB(A) pode causar surdez ou disacusia, para uma jornada de trabalho de 8 horas, conforme apontado pelo limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, disposto na NR-15 (BRASIL, 2008), no Anexo B.

A legislação preconiza que medidas de controle ambiental de cunho coletivo para redução do ruído devem ser priorizadas pelo fato de ser mais abrangente

e atender a todos os indivíduos de uma determinada área, à medida que o uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI) deve ocorrer apenas enquanto estiverem sendo implementadas medidas coletivas, ou se não houver nenhuma outra forma técnica de redução da exposição do trabalhador ao ruído (SALIBA, 2011).

A reutilização de materiais descartados no ambiente de trabalho para implantação de medidas de controle ambiental de cunho coletivo como a mitigação da poluição sonora se remete à sustentabilidade, o que torna essa estratégia mais interessante que as medidas de controle individuais.

Saliba (2011) afirma que, pelos princípios da física acústica, todo material mais denso que o ar diminui a propagação do som, que é produzido em forma de ondas e aferido utilizando a unidade de medida decibel (dB).

Segundo Freitas e Trabulo (2007), as ondas sonoras têm sua trajetória interrompida a partir da implementação de um dispositivo de mitigação da intensidade do ruído como uma barreira acústica, por exemplo.

Sendo assim, materiais de descarte poderão ser utilizados para diminuir o ruído gerado pelos equipamentos utilizados no processo de extração e beneficiamento do minério de ferro. Alguns exemplos de materiais que podem ser utilizados para redução do ruído são: painel *wall*, espuma acústica, borracha sintética, lã de vidro, lã de rocha e lã de *pet* (politereftalato de etileno).

Importante frisar que a medida mais comumente adotada é aquela executada em nível individual com o uso dos EPIs devido ao seu baixo custo. Para se desenvolver e implantar uma medida de controle ambiental de redução do ruído em nível coletivo faz-se necessário, além de recurso financeiro significativo, o conhecimento na área de física acústica, engenharia, mecânica e afins. Esses conhecimentos são demandados ao se utilizar um material para reduzir o ruído gerado pelo atrito entre superfícies rígidas.

Com base nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo comprovar a eficácia da utilização de borrachas descartadas na redução do ruído produzido pelo equipamento de separação de amostras - quarteador -, localizado no laboratório físico da empresa de mineração. Dessa forma, pode-se beneficiar a empresa no que se refere à redução de gastos com absenteísmo e melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no laboratório físico da mina de Serra Azul da Arcelormittal em Itatiaiuçu/ MG, empresa de extração de minério de ferro de grande porte, conforme DN COPAM 217/2017 (MINAS GERAIS, 2017), com área do título de lavra de aproximadamente 220 ha e capacidade atual de beneficiamento de 3.300.000 toneladas por ano, cujos trabalhadores ficam expostos a elevados níveis de ruído durante suas jornadas de trabalho. A pesquisa contou a autorização de um responsável pela empresa conforme Apêndice A.

O ruído gerado no laboratório físico é oriundo dos equipamentos, como peneiradores, britadores e compressores de ar e dos processos como quarteamento, envase de amostras e seu transporte.

O equipamento avaliado foi o quarteador ou divisor de *rifles* por ser utilizado pelos assistentes de laboratório diariamente e por não apresentar nenhum tipo de medida mitigadora do ruído. O ruído gerado pela utilização do equipamento em questão advém do atrito entre as amostras de minério de ferro e a superfície metálica do quarteador.

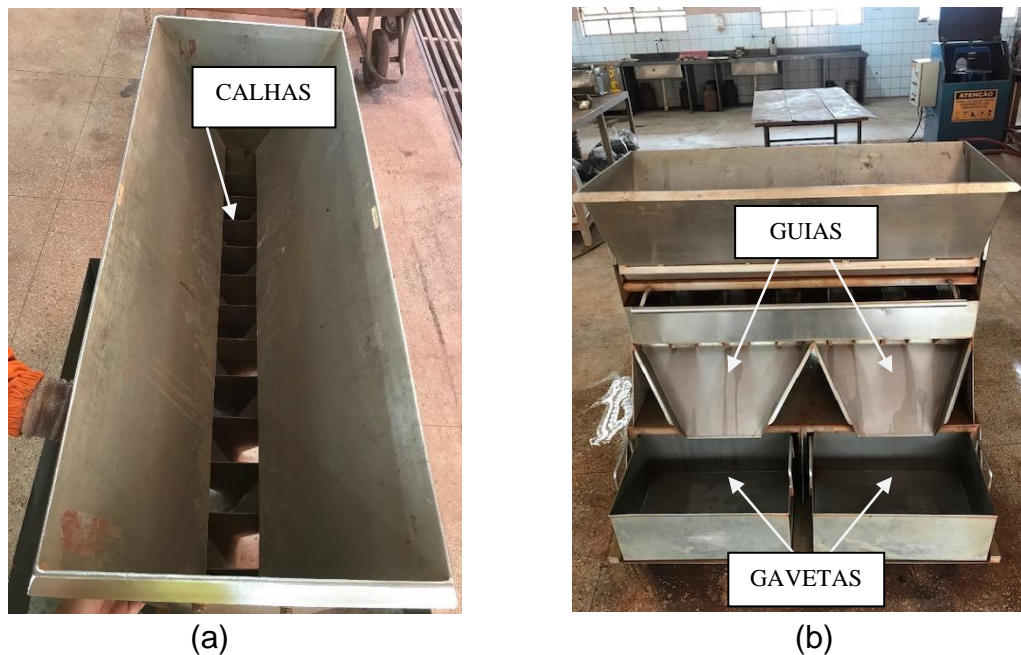
A partir de medições pontuais de ruído, utilizando um medidor de nível sonoro, popularmente conhecido como decibelímetro, da marca Extech, modelo 407730, número de série 9965831, devidamente aferido pelo calibrador acústico da marca Reed, modelo SC-05 antes das medições realizadas no processo de separação de amostras. Tais aferições foram realizadas a um metro da fonte (quarteador) e a 1,5 metro do solo. Essas distâncias para realização das medições foram adotadas para representarem o receptor (orelha do trabalhador), sendo o órgão responsável por captar o ruído gerado pelo quarteador e que, conseqüentemente, pode causar os efeitos auditivos e extra auditivos citados anteriormente. As medições do ruído foram realizadas em apenas um ponto, pois é justamente onde o trabalhador se localiza para acionar a alavanca do equipamento de acionamento manual.

O processo de quarteamento ou separação de amostras é realizado pelos assistentes de laboratório aproximadamente 16 vezes por dia. As amostras utilizadas nesse processo pesavam entre 14,4 e 16,9 quilos de minério de ferro denominado

New Product Ore (NPO) ou de novo produto de minério, bitolado ou granulado, com granulometria entre 6,35 e 25 milímetros.

O divisor de *riffles* ou quarteador utilizado nesta pesquisa é da marca Dialmática, modelo 12CALAAS, com 12 calhas (FIGURA 1a) responsáveis por separar a amostra em quatro partes, uma em cada gaveta. O quarteador é o equipamento utilizado para dividir as amostras supracitadas de forma igualitária (FIGURA 1b).

Figura 1 - Características físicas do Quarteador da marca Dialmática, em que: (a) as calhas responsáveis pela separação das amostras; e (b) as guias por onde passam as amostras; e as gavetas que recebem as amostras já separadas



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2020.

A fim de parametrizar a pesquisa, essa contou com a participação, em todas as etapas, de um colaborador, que desempenha a função de assistente de laboratório, do sexo masculino, com as seguintes características antropométricas: 19 anos de idade, branco, 1,71 metro de altura e pesando 68 quilos, sendo o responsável por depositar a amostra de minério de ferro no quarteador e executar a operação de amostragem / separação.

Dessa forma foram conduzidos experimentos com o intuito de avaliar a eficiência da redução do ruído por meio da utilização de borracha sintética descartada,

com dureza de 40 a 50 *shore* “A”, de cor preta e superfície lisa (FIGURA 2a), com 5,2 milímetros de espessura (FIGURA 2b), material residuário de diversas áreas da empresa, como no próprio laboratório, utilizada sobre superfícies rígidas como bancadas de aço ou concreto, com a finalidade de deixá-las mais tenras e menos escorregadias permitindo o manuseio de objetos e ferramentas com maior segurança.

Figura 2 - Características do material de descarte utilizado como redutor do ruído, em que: (a) formato da borracha que foi adaptada nas guias e gavetas do quarteador; e (b) aferição da espessura do material



(a)



(b)

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2020.

Os procedimentos para avaliação foram realizados pelos próprios pesquisadores seguindo as seguintes estratégias experimentais realizadas *in loco* de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 - Etapas da execução da pesquisa

Atividade em campo	Descrição da Estratégias Experimentais
Primeira	Análise do processo industrial e escolha do equipamento e/ou processo a ser avaliado.
Segunda	Avaliação quantitativa do ruído gerado pelo processo, por meio de medições realizadas em quatro dias da semana distintos, com o objetivo de evitar vícios de procedimentos ou de autossabotagem do assistente de laboratório ao saber que está participando de um experimento e até mesmo devido às condições como cansaço, irritabilidade, estresse provenientes de suas atividades laborais.
Terceira	Conferência da implantação da medida de controle ambiental e aferição dos níveis de ruído após a instalação das borrachas na superfície de contato do equipamento, também realizadas em quatro dias da semana distintos pelos mesmos motivos supracitados.

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Os dados obtidos durante a fase de execução do experimento foram analisados com base na realização de testes estatísticos, considerados quanto à normalidade, homogeneidade e aderência das variâncias, utilizando os testes *Shapiro-Wilk* e Qui-quadrado disponíveis no *software* Statsoft Statistica® (STATSOFT, 2007).

Para auxílio na apresentação, interpretação e discussão dos dados, foram utilizados gráficos *box-plot* e realizadas inferências estatísticas quanto à distribuição dos valores das variáveis monitoradas em termos de medida de posição.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do presente estudo, pôde-se constatar *in loco* que o impacto da amostra, que é composta por material rochoso, inserida pelo assistente de laboratório a aproximadamente 30 cm de altura em relação às calhas do quarteador cuja estrutura é de metal, é a responsável pela geração do ruído excessivo.

Segundo Bistafa (2011), os metais apresentam o módulo de elasticidade, que é a resistência à deformação oferecida pelo metal, como sua propriedade mecânica básica, o que acarreta a geração de ruído devido ao atrito.

Para a redução dos níveis de ruídos em sua fonte, no processo de amostragem, foram utilizados resíduos de borrachas cortados de acordo com as medidas e formas aproximadas e encaixadas nas guias de acesso às gavetas sem nenhum tipo de material de fixação dessas no quarteador, de maneira que possam ser retiradas ao final dos processos para serem limpas (FIGURA 3). Da mesma forma, as borrachas foram encaixadas no fundo das gavetas do quarteador.

Figura 3 - Borrachas cortadas nas medidas corretas e instaladas na guia e na gaveta, utilizadas para redução do ruído no processo de quarteamento



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2020.

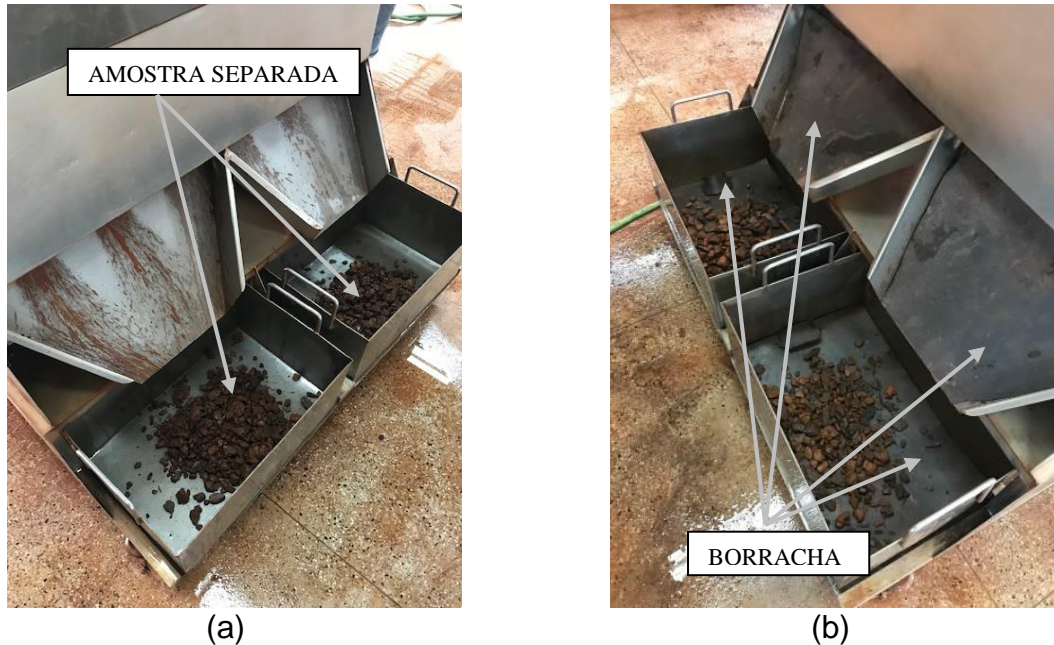
Freitas e Trabulo (2007), em sua pesquisa, salientam que o som, ao incidir em um dispositivo com característica acústica, tem uma parte da energia sonora refletida em direção à fonte, outra parte absorvida ou transmitida através desse obstáculo, podendo ainda, ter uma parte difratada pelo limite superior do anteparo em questão. Por meio da utilização de tal recurso, o ruído transmitido e refletido depende das características físicas do material utilizado na constituição da barreira acústica, já o ruído difratado depende do local de instalação da referida barreira bem como de suas dimensões.

Os estudos de Lima *et al.* (2014), por sua vez, acerca da utilização da borracha juntamente com compensado de madeira como isolante acústico, apresentaram resultados satisfatórios podendo ser, inclusive, comparados aos materiais específicos utilizados para este fim por empresas especializadas, como lã de rocha, espuma, compensado, entre outros.

Com base nesse contexto pode-se constatar que a utilização do material descartado, conforme proposto no presente estudo, possui potencial na redução de ruído de maneira sustentável.

A partir das medições pontuais do ruído durante o processo de separação de amostras, realizadas pelo mesmo trabalhador, com o mesmo material, em quatro dias da semana distintos, sem a utilização da borracha foram obtidos dez valores diferentes, utilizando a unidade de medida do som, o decibel (dB(A)) (FIGURA 4a). O mesmo processo foi realizado, da mesma maneira com o uso da borracha (FIGURA 4b) gerando outros dez valores distintos de medições do ruído, compreendendo o número de repetições do experimento.

Figura 4 - Quarteador da marca Dialmática depois da separação das amostras: (a) guias e gavetas do quarteador antes da instalação das borrachas; e (b) guias e gavetas do quarteador depois da instalação das borrachas.



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2020.

Foram então calculados os valores descritivos dos dados referentes às medidas de posição obtidos a partir das medições pontuais do ruído antes e após a implantação da medida de controle ambiental. Foi obtida a diferença entre as médias dos níveis de ruído gerados no processo de separação de amostras anteriores e posteriores à instalação das borrachas no quarteador.

As medições dos níveis de ruído foram registradas na Tabela 1, em valores absolutos, utilizando a unidade de medida do som.

Percebe-se que a maioria das medições realizadas antes da instalação das borrachas no quarteador ficou acima de 85 decibéis - dB(A), esse valor, segundo a NR-15 do MTE (BRASIL, 2008), é considerado o limite de tolerância para exposição ao ruído no trabalho por um período de 8 horas, enquanto que, após a instalação das borrachas, esses níveis estiveram menores que tal limiar (TABELA 1).

Tabela 1 - Tabela de controle de aferições de ruído

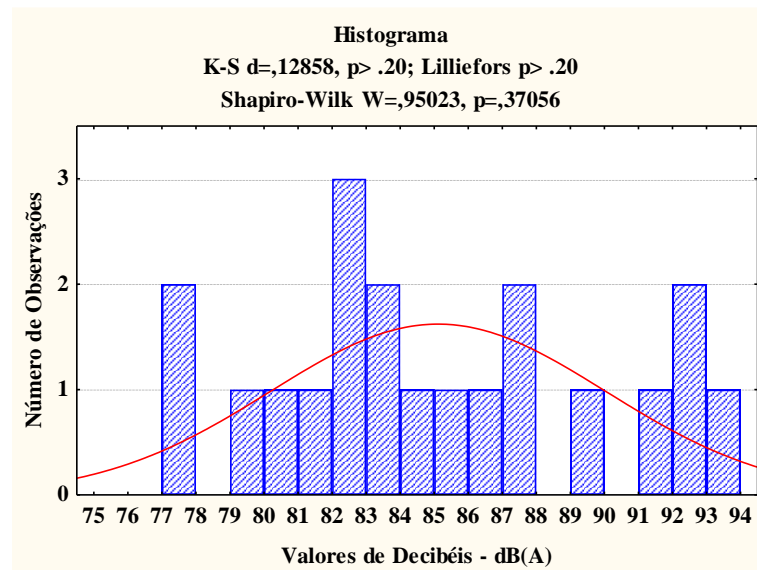
Equipamento	Local	Repetições	Maior Valor de Medição	
			T1 Antes - dB(A)	T2 Depois - dB(A)
Quarteador ou Divisor de <i>Riffles</i>	Laboratório Físico da Mineradora	01	89,8	80,0
		02	87,9	77,4
		03	86,5	82,5
		04	92,3	77,4
		05	92,6	80,5
		06	84,9	83,1
		07	91,3	81,7
		08	93,3	82,2
		09	87,6	83,5
		10	85,7	82,1
		MÉDIA	89,19	81,0
		MEDIANA	87,9	81,9
		SD	3,076	2,190

Nota: SD = Desvio Padrão da Média

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

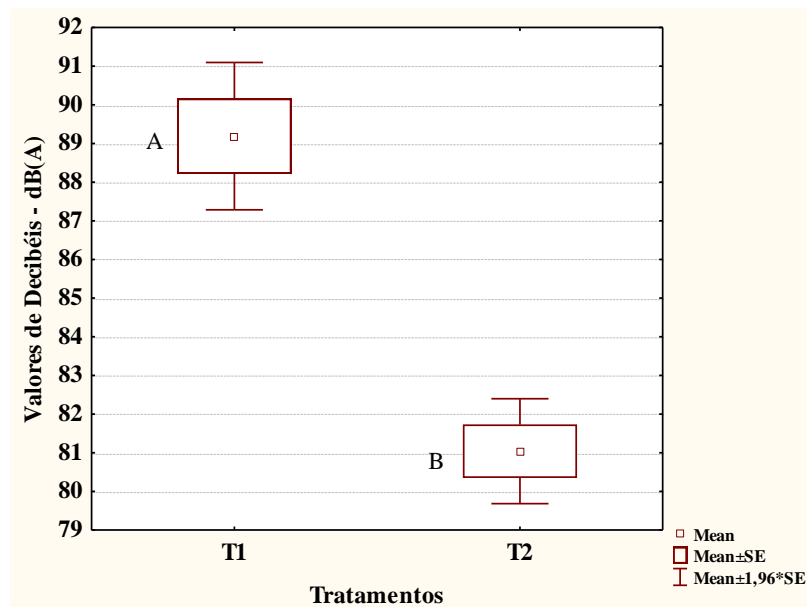
Como pode ser evidenciado na Figura 5, verificou-se que os pressupostos da distribuição normal se aplicaram às amostras de dados, daí recorreu-se ao método inferencial, composto pelo teste paramétrico denominado *teste “t”* comparativo de médias ao nível de 5% de significância, disponível no programa *Statsoft Statistica®* (Figura 6).

Figura 5 - Histograma de distribuição dos dados e testes quanto à normalidade, homogeneidade e aderência das variâncias



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2020.

Figura 6 - Gráfico box-plot e resumo do teste estatístico paramétrico entre as diferenças das médias entre os tratamentos



Em que: T1 = Tratamento antes da implantação da medida de controle ambiental; T2 = Tratamento após a implantação da medida de controle ambiental; Mean = Média aritmética; SE = Erro Padrão da Média.

Valor $p = 0,00002^*$

Conclusão: * significativo para o teste paramétrico teste "t" e # Tratamentos seguidos por diferentes letras diferem estatisticamente entre si ($\alpha = 0,05$).

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2020.

Com base na conclusão do teste estatístico inferencial (FIGURA 6), foi possível constatar a eficácia da implantação da medida de controle ambiental do ruído na fonte. Dessa forma, há uma melhora significativa entre valores médios de decibéis dB(A) obtidos sem a instalação da medida de controle ambiental (T1) em comparação com os valores médios após a instalação da borracha no quarteador (T2).

Além disso, destaca-se a significativa mitigação do nível de ruído gerado no processo de quarteamento, de 89,19 dB(A) para 81,04 dB(A), totalizando uma redução de 8,15 dB(A) em média. Tal importância é exposta na NR-15, ao afirmar que a cada 5 dB reduzidos ocorre o decaimento de metade da energia sonora na fonte geradora de ruído (BRASIL, 2008).

Broetto, Conto e Herzer (2009), em sua pesquisa sobre o elevado nível de ruído em um posto de gasolina com grande movimentação de pessoas e veículos, realizaram medições desses níveis e obteve resultados acima de 85 dB (A), que os levaram a concluir que tal ambiente de trabalho não era ideal.

Para adequação do ambiente de trabalho em questão foram sugeridas, como medidas de controle ambiental, manutenções preventivas e corretivas de máquinas e equipamentos ruidosos, reorganização do *layout*, isolamento e/ou enclausuramento de máquinas e equipamentos e tratamento acústico de paredes, além da introdução de pausas durante o período de trabalho, reorganização do processo de trabalho e o uso dos EPIs pelos trabalhadores (BROETTO, CONTO E HERZER, 2009).

Ainda segundo Broetto, Conto e Herzer (2009), com a adoção dessas medidas e conseqüente redução da poluição sonora no ambiente, os trabalhadores apresentaram uma melhoria na qualidade de vida relativa à saúde física e mental e um melhor rendimento na atividade profissional aumentando a qualidade do trabalho e a produtividade. Para os empregadores significou uma contenção maior nas despesas, diminuindo o absenteísmo dos empregados para consultas médicas ou afastamento temporário devido a algum sintoma auditivo.

Os resultados obtidos (FIGURA 6) foram produzidos a partir da mensuração dos níveis de ruído, que é caracterizado como um risco físico. Bisinoti *et al.* (2010) definem que o risco é a probabilidade de ocorrência de um acontecimento indesejável que pode resultar em um dano físico e/ou à propriedade.

Fernandes *et al.* (2011) explicam que tais resultados ocorrem a partir do monitoramento ambiental, que consiste na realização das medições do ruído separadas em grupos homogêneos de exposição sugerindo assim implantações de medidas de controle coletivo, ou seja, medidas de cunho administrativo ou de engenharia responsáveis pela redução do nível do ruído na fonte ou na trajetória.

Segundo Bernardi (2003), com a regulamentação da NR-7, em seu anexo I da Portaria n.º 19, de 09 de abril de 1998 começou a ser cobrado o panorama epidemiológico da saúde auditiva dos trabalhadores para realizações de medidas preventivas juntamente com o monitoramento ambiental dos riscos.

O ruído gerado pelo processo de separação de amostras juntamente com os demais equipamentos do laboratório ao qual o trabalhador fica exposto diariamente, como no caso do quarteador, sem a medida de controle ambiental em que foram obtidos os valores médios de ruído de 89,19 dB(A) (Tabela 1) pode, de acordo com Batista *et al.* (2017), causar sintomas como cansaço, insônia, estresse e surdez, que é caracterizada como a diminuição permanente ou temporária, parcial ou total da acuidade auditiva do indivíduo.

Como perda permanente, pode-se citar a Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE), classificada como uma doença ocupacional irreversível (FERNANDES *et al.*, 2011).

Dessa forma a mitigação da poluição sonora de maneira significativa, na ordem de 8,15 dB(A) em média, e a consequente diminuição da exposição do trabalhador ao risco ruído no ambiente de trabalho, por meio da instalação de borrachas descartadas na superfície do quarteador, previnem ou reduzem a possibilidade de ocorrência de alterações relacionadas à saúde auditiva como zumbido, dor de ouvido e PAINPSE e extra auditiva como cansaço, insônia, alteração da pressão arterial, diminuição do rendimento e qualidade do trabalho por parte do trabalhador.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a adoção da medida de controle ambiental de redução da poluição sonora na fonte foi estatisticamente significativa, pois o nível de ruído gerado pelo processo de separação de amostras se estabeleceu abaixo do limite de tolerância de exposição ao ruído diário e contribuiu com a manutenção do conforto acústico e com a proteção da saúde auditiva do trabalhador envolvido.

Essa pode ser considerada uma medida sustentável em termos ambientais, de saúde ocupacional e econômica para o empregador, não tendo que arcar com eventuais afastamentos por questões relacionadas à audição bem como com a queda de rendimento do trabalhador em suas funções.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, N. R. T. *et al.* Avaliação do ruído ambiental em uma mineradora. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 13, n. 2, p. 198-214, jun./ago. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rgi>>. Acesso em: 21 out. 2020.
- BERNARDI, A. P. A. **Audiologia Ocupacional**. São José dos Campos, SP: Pulso, 2003.
- BISINOTI, M. C.; LISBOA, D. C. O.; OHIRA, E. N. I. Avaliação parcial do ruído gerado pelas capelas de exaustão de laboratórios quanto à exposição ocupacional dos servidores do IBILCE/UNESP. 2010. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Extensão Universitária em Higiene Ocupacional) – **Pró-Reitoria de Administração – Universidade Estadual Paulista**, Araraquara, 2010.
- BISTAFA, S. R. **Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**. 2. ed. São Paulo, SP: Blucher, 2011.
- BOTKIN, D. B.; KELLER, E. A. **Ciência Ambiental – Terra, um Planeta Vivo**. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2011.
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **Norma Brasileira 10151: acústica - avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade procedimento**. Rio de Janeiro, 1987.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Manuais de legislação Atlas: Segurança e medicina do trabalho**. 62. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- BROETTO, A. D. B.; CONTO, J. D.; HERZER, F. E. A. Controle De Ruídos Em Postos De Combustíveis – Estudo De Caso. **Revista do Depto. De Física e Química, do Dpto. De Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias e do Mestrado em Tecnologia Ambiental**. Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 2, p. 93-96, 2009. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/viewFile/1052/859>>. Acesso em: 06 nov. 2020.
- DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 4. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2012.
- FERNANDES, H. C. *et al.* Níveis De Ruído Emitidos Por Diferentes Equipamentos Em Um Laboratório De Análises De Alimentos. **R. Eng. na Agricult.**. Viçosa, v. 19, n.5, p. 429-436, set./out. 2011. Disponível em: <<https://reveng.ufv.br/index.php/reveng/article/view/248>>. Acesso em: 23 out. 2020.
- FREITAS, E.F.; TRABULO, L. Desempenho de Barreiras Acústicas – dois métodos de avaliação. Editora Universidade do Minho, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/8437>. Acesso em: 15 out.2020.

GARCIA, G.F.B. **Meio Ambiente do Trabalho – Direito, Segurança e Medicina do Trabalho**. 3. ed. São Paulo, SP: Método, 2011.

LIMA, E.L.B; DIAS, L. M. M.; OLIVEIRA, L. C.; HALASZ, M. R. T. Reutilização da borracha proveniente da recauchutagem de pneus na confecção de placas isolantes termo acústicas. **Enciclopedia Biosfera**. Goiânia, v. 10, n. 18, p. 3757-3771, jul./2014. Disponível em:
<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/ENGENHARIAS/reutilizacao.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Copam nº 217, de 6 de dezembro de 2017**. Diário executivo de Minas Gerais de 08. Dez. 2017. Diário Oficial de Minas Gerais, Poder Executivo. Belo Horizonte, MG.

SALIBA, T. M. **Manual prático de higiene ocupacional e PPRA: avaliação e controle dos riscos ambientais**. São Paulo, SP: LTr 75, 2011.

STATSOFT, INC. **Programa computacional Statistica 7.0**. E.A.U. 2007.

CAPÍTULO III - REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA NA TRAJETÓRIA
POR MEIO DA REUTILIZAÇÃO DE MATERIAL DESCARTADO: estudo de caso
realizado na mineração Serra Azul em Itatiaiuçu – MG

RESUMO

O ruído é definido como um risco físico presente em ambientes industriais que pode levar prejuízos à saúde dos trabalhadores expostos ao mesmo. Esse risco deve ser mitigado por meio de medidas de controle ambientais. O objetivo do presente trabalho foi verificar a eficácia na redução do ruído gerado pelo equipamento denominado britador de mandíbula – utilizado para a fragmentação de amostras de material rochoso - por meio da reutilização de material descartado, com o intuito de melhorar as condições de saúde dos trabalhadores. Esse equipamento está localizado no laboratório físico de análises de amostras de minério de ferro da mineração Serra Azul da ArcelorMittal. Tal medida de controle ambiental visa a redução do ruído na trajetória por meio do enclausuramento do britador de mandíbula reduzindo a propagação do som no ambiente. Assim, foi utilizado um decibelímetro para realização de medições pontuais dos níveis do ruído emitido pelo equipamento durante o processo de fragmentação de amostras de minério de ferro antes e depois da implantação do enclausuramento a partir da utilização de borrachas sintéticas descartadas, outrora utilizadas como correias transportadoras de minério. Além disso, foram executados testes estatísticos inferenciais a fim de comprovar a eficácia da medida de controle do ruído na trajetória. Foram aplicados ainda questionários aos trabalhadores do laboratório físico com o intuito de avaliar suas percepções sobre a exposição ao ruído, dos danos à saúde e das formas de se proteger do risco. A fim de analisar quantitativamente os dados obtidos nas questões de múltipla escolha, os mesmos foram descritos e expressos por meio de gráficos utilizando valores absolutos e percentuais. Quanto às questões de livre resposta, foi realizada a tabulação dos dados, utilizando a técnica do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) e a análise de conteúdo. Como resultado quantitativo, a mitigação dos níveis de ruído foi de 10,11 dB(A). Com base na opinião dos colaboradores, pode ser destacada a melhoria na qualidade de vida e condições de saúde, além de se evitar o descarte inadequado das borrachas no meio ambiente e assegurar vantagens financeiras à empresa, com gastos representando 11,69% do valor a ser investido no método convencional de enclausuramento por empresas especializadas. Todos os trabalhadores demonstraram interesse pela necessidade de redução da poluição sonora no ambiente laboral e apresentaram ciência em relação aos sintomas e efeitos da exposição ao ruído na saúde. Conclui-se, portanto, que a medida de controle ambiental do ruído em sua trajetória de maneira sustentável, por meio do enclausuramento do britador de mandíbula a partir do reuso de material descartado, foi eficaz na diminuição da poluição sonora gerada pelo equipamento.

Palavras-chave: Controle ambiental. Medidas de controle. Enclausuramento. Poluição sonora.

ABSTRACT

Noise is defined as a physical risk present in industrial environments that can harm the health of workers exposed to it. This risk must be mitigated through environmental control measures. The objective of this study was to verify the effectiveness in reducing the noise generated by the equipment called jaw crusher - used for the fragmentation of samples of rock material - through the reuse of discarded material, in order to improve the health conditions of workers. This equipment is located in ArcelorMittal's Serra Azul iron ore sample physical analysis laboratory. Such environmental control measure aims to reduce noise in the trajectory through the enclosure of the jaw crusher, reducing the sound propagation in the environment. Thus, a decibel meter was used to perform spot measurements of the noise levels emitted by the equipment during the process of fragmenting iron ore samples before and after the implementation of the enclosure from the use of discarded synthetic rubbers, formerly used as conveyor belts of ore. In addition, inferential statistical tests were performed in order to prove the effectiveness of the noise control measure in the trajectory. Questionnaires were also applied to physical laboratory workers in order to assess their perceptions about exposure to noise, damage to health and ways to protect themselves from risk. In order to quantitatively analyze the data obtained in the multiple choice questions, they were described and expressed through graphs using absolute and percentage values. As for the free answer questions, data were tabulated using the Collective Subject Discourse (DSC) technique and content analysis. As a quantitative result, the mitigation of noise levels was 10.11 dB(A). Based on the employees' opinion, the improvement in the quality of life and health conditions can be highlighted, in addition to avoiding the inappropriate disposal of rubbers in the environment and ensuring financial advantages to the company, with expenses representing 11.69% of the value to be invested in the conventional method of enclosure by specialized companies. All workers showed interest in the need to reduce noise pollution in the workplace and were aware of the symptoms and effects of noise exposure on health. Therefore, it is concluded that the measure of environmental noise control in its trajectory in a sustainable way, through the enclosure of the jaw crusher from the reuse of discarded material, was effective in reducing the noise pollution generated by the equipment.

Keywords: Environmental control. Control measures. Enclosure. Noise pollution.

1. INTRODUÇÃO

Codato (2014) conceitua o som como qualquer alteração de pressão que possa ser ouvida pelos indivíduos, enquanto o ruído é identificado como o conjunto de sons, porém com a capacidade de afetar negativamente o ser humano ocasionando perturbação.

A geração desses ruídos indesejáveis de maneira contínua, que desrespeita os níveis legais em um determinado período e ameaça a saúde humana, é denominada poluição sonora (OLIVEIRA; ARENAS, 2012).

Para Suriano, Souza e Silva (2015) a poluição sonora ocorre a partir da combinação de diversas fontes de ruído como a construção civil, tráfego, atividades de lazer, escolas, comércio e indústrias.

De acordo com Machado (2004), além da perda auditiva, o ruído é responsável por diversos outros problemas para o ser humano, como redução da capacidade de comunicação oral e memorização, alterações no sono, envelhecimento prematuro, desordens gástricas, cardíacas e circulatórias. Muitos desses prejuízos à saúde do indivíduo se dão sem que o próprio sujeito acometido perceba.

Alguns resultados da exposição ao ruído não são imediatos como distúrbios mentais, físicos e psicológicos, estresse, insônia e problemas auditivos, além de sintomas secundários como má irrigação da pele, paralização do estômago e do intestino, hipertensão e até impotência sexual (MACHADO, 2004).

Estima-se que 360 milhões de indivíduos em todo o planeta são portadores de algum nível de perda auditiva, sendo que 50% dessas alterações poderiam ser evitadas a partir de simples ações de prevenção (WHO, 2015).

A perda auditiva pode também ser temporária, quando se dá a partir de um trauma acústico, com recuperação gradativa da audição, situação entendida como uma fadiga muscular.

Fernandes *et al.* (2011) informam que, para se adquirir uma perda auditiva permanente, há a necessidade da exposição prolongada a elevados níveis de ruído ou um trauma acústico que leve à destruição das células do órgão de Corti que não se regeneram, sugerindo assim um quadro permanente de surdez.

A partir da mensuração dos níveis de ruído, que é caracterizado como um risco físico, obtém-se o resultado quantitativo por meio de medições pontuais. Entende-se então que o risco é a probabilidade de ocorrência de um acontecimento indesejável que pode resultar em um dano físico e/ou à propriedade (BISINOTI, LISBOA e OHIRA, 2010).

Ayres e Corrêa (2011) reiteram que sempre que houver risco potencial ou real à saúde dos trabalhadores, ou seja, quando os resultados quantitativos da exposição dos mesmos ao ruído excederem o limite de tolerância previstos na legislação será necessária adoção de medidas de controle ambiental dos agentes de risco.

Além do risco à saúde dos trabalhadores, Silva, Souza e Tavares (2017) informam que, para assegurar o conforto acústico no ambiente, deve-se garantir a baixa intensidade sonora bem como o isolamento do ruído.

Segundo Saliba (2011), o primeiro método de controle coletivo a ser avaliado, para assegurar a mitigação do risco à saúde do indivíduo exposto ao ruído, é o controle desse na fonte, ou seja, na sua origem como o próprio motor, polias, engrenagens, escapamentos do resultado da combustão, hélices de sistemas de exaustão, entre outros. Caso esse método não seja viável, o controle do ruído em sua trajetória deve ser avaliado, por meio de instalação de barreiras acústicas, enclausuramentos e revestimentos. Nesse caso, o som emitido que incide sobre uma superfície é absorvido, transmitido e parte dele refletido. A finalidade desse método de controle coletivo é evitar que o ruído atinja outros ambientes utilizando técnicas de isolamento acústico ou, se este estiver sendo refletido, por meio de técnicas de absorção sonora.

Geralmente o ruído se refere ao ambiente ocupacional, como na mineração, por meio de ondas sonoras que se propagam pelo ar, geradas em seus processos e equipamentos, apresentando nocividade à pessoa e sua audição dependendo da intensidade, do tempo e da periodicidade da exposição bem como da suscetibilidade individual (RABBANI, 2016).

A indústria de extração e beneficiamento de minério conta com equipamentos como caminhões, tratores, britadores, pulverizadores, peneiradores que emitem ruído proveniente de seu motor elétrico ou à combustão, do contato

existente entre a amostra e suas superfícies, de ar comprimido, avisos sonoros como sirenes, que podem trazer efeitos auditivos e extra auditivos ao operador do equipamento em questão, como falta de concentração, dor de cabeça, zumbido, insônia, baixo rendimento no trabalho, perda auditiva transitória ou permanente.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi verificar a eficácia do enclausuramento em um determinado equipamento, a partir do reúso de material descartado, na redução dos níveis de ruído em sua trajetória segundo parâmetros instrumentais e sensoriais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi desenvolvido na mineração Serra Azul da ArcelorMittal, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. Neste empreendimento constata-se que alguns colaboradores ficam expostos a elevados níveis de pressão sonora, ou seja, acima de 80 dB (A) em média ponderada,

O ruído gerado nos diversos setores da empresa durante as fases de processamento e tratamento do minério é oriundo dos equipamentos envolvidos, tais como: peneiradores, britadores, compressores de ar, equipamentos móveis.

O presente trabalho, elaborado em escala plena – no ambiente industrial – trata-se de uma pesquisa descritiva, realizada por meio de estudos bibliográficos acerca do ruído, da poluição sonora, dos efeitos do ruído na saúde humana, da legislação sobre o risco ruído voltada para empregado e empregador, das medidas de controle ambiental, dos materiais acústicos e do processo industrial.

Além dessa modalidade de pesquisa, foi desenvolvida ainda uma pesquisa quantitativa a partir das medições pontuais dos níveis de ruído emitidos pelo britador de mandíbula em sua trajetória antes e depois do enclausuramento e qualitativa envolvendo a análise dos dados coletados pelos questionários aplicados em todos os assistentes de laboratório envolvidos no processo de fragmentação de amostras.

2.1 Escolha do equipamento para implantação da medida

A primeira parte deste estudo foi a escolha do equipamento ou processo a ser avaliado. Alguns equipamentos ou processos foram criteriosamente avaliados antes da escolha a fim de identificar aquele que mais contribuiria com a pesquisa, no sentido de apresentar uma implantação de medida de engenharia viável para redução do ruído a partir do uso de materiais descartados.

Para escolha do equipamento ou processo, foi realizada a busca por todos os mapas de risco da empresa, visando às áreas que possuem o risco físico ruído acima do nível de ação, 80 decibéis, como demonstrado no Anexo C. Foram, então,

analisados vinte e seis mapas de risco descritos no Quadro 1, mantendo a denominação utilizada para as áreas adotadas pela própria empresa.

Quadro 1 - Relação da presença do risco ruído nas áreas da empresa

Relação da presença do risco ruído nas áreas			
Áreas com risco ruído		Áreas sem risco ruído	
1	Abastecimento	1	Almoxarifado
2	Britagem Móvel	2	Balança
3	Britagem	3	Depósito de Ferramentas
4	Casa de Bombas – Barragem	4	Depósito de Sucatas
5	Casa de Bombas	5	Escritórios/ Administrativo
6	Instalação de Tratamento de Minério	6	Galpão de Testemunhos
7	Instalação de Tratamento de Minério – Antiga	7	Paiol 1
8	Laboratório Físico	8	Paiol 2
9	Laboratório Químico	9	Paiol 3
10	Mina	10	Paiol 4
11	Oficina Elétrica	11	Portaria
12	Oficina Veicular	12	Portaria Principal
13	Tanque de Água Limpa	13	Posto Combustível

- As nomenclaturas das áreas expostas no quadro foram definidas pela própria empresa.

Fonte: Dados da pesquisa adaptados por CORREIA, Rafael Sander Borges, 2020.

Foram também disponibilizadas e utilizadas as últimas medições médias do ruído nas diversas áreas realizadas por empresa terceirizada e especializada, em 2016, com o objetivo de quantificar os níveis de ruído aos quais os trabalhadores estão expostos levando em consideração suas funções e setores, ou seja, seu Grupo Homogêneo de Exposição (GHE) ou Grupo Funcional (GF), que inspiraram a realização desta pesquisa. Cabe destacar que não houve mudanças significativas relacionadas a equipamentos e/ ou funções nas áreas da empresa que justifiquem a realização de novas avaliações, mais recentes, conforme item 9.3.7.1 da NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (BRASIL, 2008).

O intuito da separação por grupos é homogeneizar de acordo com os riscos aos quais os trabalhadores estão expostos e mapear de maneira mais perspicaz os agentes de risco no ambiente determinado durante um período específico.

O que caracteriza a homogeneidade é o fato de que a probabilidade de exposição é considerada a mesma para todos os membros do grupo. Logo, cada ambiente de trabalho, de acordo com o GHE, terá associada a prevenção de acidentes

de trabalho e doenças ocupacionais específicas relacionadas aos riscos de cada grupo.

A escolha do tipo de avaliação/monitoramento e periodicidade necessária ao ambiente, até a escolha do Equipamento de Proteção Coletiva (EPC) e do Equipamento de Proteção Individual (EPI) adequados, dependerá dos riscos levantados via GHE. Portanto, trata-se de uma seleção normalizada, célere e economicamente viável de determinar as medidas de prevenção a serem adotadas para um grupo de trabalhadores expostos aos mesmos riscos utilizando apenas um representante desse grupo, dispensando a realização do monitoramento em todos os indivíduos (SOUZA E QUELHAS, 2003).

Segundo Bernardi (2003), com a regulamentação da NR-7, em seu anexo I da portaria número 19 de 9 de abril de 1998, além do uso das informações obtidas pelo diagnóstico audiológico dos trabalhadores para realizações de medidas preventivas, deve-se utilizar também o monitoramento ambiental dos riscos.

Foram observadas as medições dos níveis médios de ruído por áreas que se encontram em um documento denominado “Monitoramento de Ruído”, fornecido pela empresa parceira CEST – Consultoria e Assessoria Técnica em Engenharia de Segurança de Segurança do Trabalho. A relação dos ambientes industriais que apresentaram o risco ruído acima do nível de ação, de 80 dB(A) segundo Brasil (2008), tiveram suas medições consultadas no Monitoramento de Ruído, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Monitoramento de ruído por setor e função acima do nível de ação

Monitoramento de Ruído			
Setor	Função (GHE)	Quantidade de colaboradores expostos	Nível equivalente de ruído em 8 horas - dB(A)
Laboratório Físico	Assistente de Laboratório	6	86,6
Manutenção Industrial	Mecânico Industrial	9	85,8
Manutenção Industrial	Técnico de Manutenção Mecânica Industrial	6	85,8

(Continuação) Quadro 2 – Monitoramento de ruído por setor e função acima do nível de ação

Setor	Função (GHE)	Quantidade de colaboradores expostos	Nível equivalente de ruído em 8 horas - dB(A)
Manutenção Industrial	Soldador Industrial	3	85,8
Manutenção Industrial	Mecânico Vulcanizador	2	85,4
Manutenção Industrial	Supervisor de Manutenção Mecânica Industrial	1	84,5
Beneficiamento Bitolado	Operador de Tratamento de Minério	3	84,1
Manutenção de Equipamentos Móveis	Borracheiro	2	83,7
Beneficiamento - <i>Sinter Feed</i>	Operador de Tratamento de Minério	16	83,1
Perfuração e desmonte	Auxiliar de desmonte	5	82,5
Manutenção de Equipamentos Móveis	Operador de Caminhão Comboio	4	82,0
Manutenção de Equipamentos Móveis	Eletricista de Manutenção de Equipamentos Móveis	1	80,7
Manutenção Industrial	Lubrificador Industrial	2	80,6
Britagem Móvel	Operador de Tratamento de Minério	3	80,3

Fonte: Empresa, 2020.

Com base no Quadro 2, o ambiente escolhido para a avaliação de um determinado equipamento para a implementação da medida de controle ambiental foi o laboratório físico da empresa. Nesse local foi avaliado o GHE dos assistentes de laboratório devido à maior exposição média ao ruído conforme Anexo D, com níveis acima do limite de tolerância de 85 dB(A) para uma jornada de trabalho de 8 horas (BRASIL, 2008). Trata-se do britador de mandíbula, cujo identificador interno é BTM

01, da marca Brastorno (FIGURA 1). Tal equipamento tem a função de fragmentar o material, por meio de compressão, para realização de análises e testes de qualidade do minério. Além disso, oferece condições para que a medida de engenharia para controle do ruído seja implantada, como suas dimensões, sua imobilidade e sua funcionalidade. Os assistentes de laboratório utilizam o britador de mandíbula aproximadamente vinte e uma vezes por dia, sendo 7 por turno. Esse britador tem abertura da mandíbula de 2,5 milímetros, o que define a granulometria do material após a britagem.

Figura 1 - Britador de mandíbula da marca Brastorno



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2020.

2.2 Implantação da medida de controle coletivo do ruído

A partir da análise do britador de mandíbula e dos níveis de ruído gerados durante seu funcionamento, foi proposta a implementação de medidas de controle ambiental que podem ser provenientes, segundo Saliba (2011), da utilização de materiais mais densos que o ar para diminuir a propagação do som, que é produzido em forma de ondas. Dessa forma, materiais descartados poderão ser utilizados para diminuir o ruído gerado, reduzindo assim o custo de implantação de tais medidas. Alguns exemplos de materiais que podem ser utilizados para redução do ruído são:

painel *wall*, espuma acústica, borracha sintética, lã de vidro, lã de rocha, madeiras, PVC.

Foram conduzidos experimentos com o intuito de avaliar a eficiência da redução do ruído por meio da utilização de material descartado, que tenha sido utilizado em áreas da empresa. Tais experimentos foram realizados em um ambiente cujo mapa de risco contém o risco físico ruído, e seus resultados foram analisados de acordo com a legislação vigente, NR 15 (BRASIL, 2008) a fim de mitigar os sintomas físicos, psicológicos e sociais dos trabalhadores.

Os procedimentos para avaliação dos níveis de ruído foram realizados pelo próprio pesquisador por meio do consentimento dos responsáveis pela empresa, conforme exposto no Apêndice A. Todos os dados coletados no decorrer dos estudos foram analisados com base na realização de testes inferenciais estatísticos.

Com o objetivo de parametrizar a pesquisa, essa contou com a participação, em todas as medições, de um trabalhador cujo cargo é assistente de laboratório, do sexo masculino, com as seguintes características antropométricas: 31 anos de idade, moreno, 1,95 metro de altura e pesando 104 quilos, sendo o responsável por depositar a amostra de minério de ferro no britador de mandíbula e executar a operação de fragmentação de amostras reduzindo a granulometria da mesma.

Como estudo quantitativo do ruído emitido pelo equipamento – britador de mandíbula – foram realizadas cinquenta medições pontuais do nível de ruído emitido antes da implantação da medida de controle coletivo do ruído e foram, também, realizadas cinquenta medições após tal implantação.

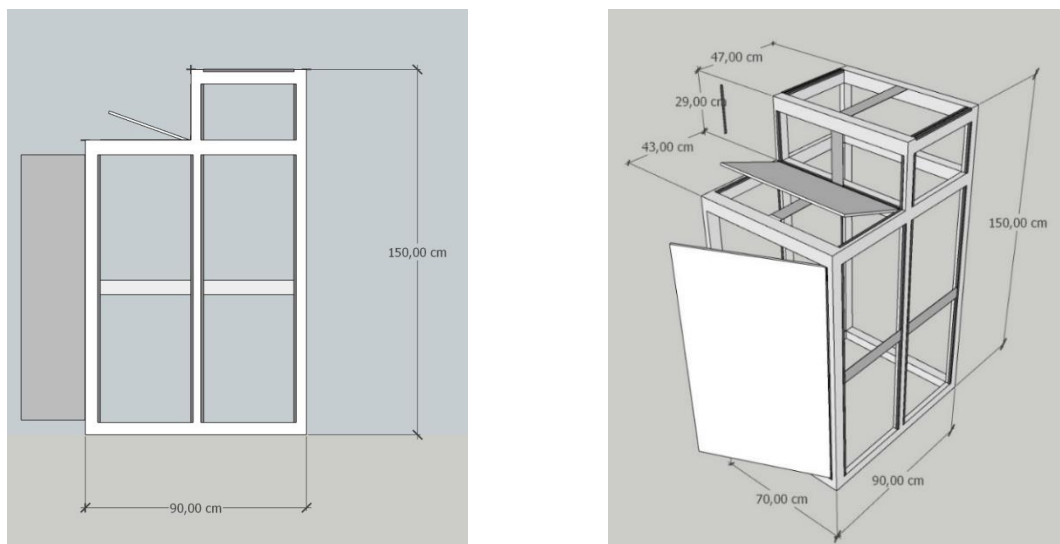
A quantidade de repetições foi definida a fim de obter maior confiabilidade proporcionando precisão experimental e deixando-a mais próxima do real sendo, então, aplicados testes estatísticos ao final da coleta dos dados. Tais medições foram realizadas utilizando o medidor de nível de pressão sonora (decibelímetro), da marca Extech, Modelo 407730, número de série 9965831, devidamente aferido pelo calibrador acústico da marca Reed, modelo SC-05 antes das medições realizadas em escala de compensação “A”, resposta lenta, a um metro da fonte, à altura média da orelha do trabalhador, aproximadamente 1,80 metro do chão, distribuídas aleatoriamente em 5 (cinco) dias.

A partir da aplicação da estatística descritiva, com cálculo de média, mediana e desvio padrão após a conclusão do levantamento dos dados anterior e posterior à implantação da medida de controle coletivo para redução do ruído, foram gerados gráficos de barras e *boxplot* para ilustrar os resultados obtidos. Além disso, foram executados testes estatísticos inferenciais a fim de comprovar a eficácia da medida de controle do ruído na trajetória.

A medida de controle proposta e realizada foi o enclausuramento do britador de mandíbula, da marca Brastorno, com abertura de 2 milímetros, cujo projeto foi elaborado pelo próprio autor e apresentado à equipe de manutenção da empresa que providenciou os materiais e a mão de obra para execução do enclausuramento. Os materiais foram obtidos nas instalações da empresa, sem ter sido efetuada alguma compra especificamente para esse trabalho.

Para a estrutura do enclausuramento foram utilizadas cantoneiras metálicas oriundas de outras estruturas outrora desmontadas ou que já existiam em estoque, com 3 milímetros de espessura e 3 centímetros de largura de cada lado para que desse a devida sustentação e permitisse a fixação das borrachas formando as paredes, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Estrutura metálica do enclausuramento; (a) vista lateral e (b) vista tridimensional



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2020.

As borrachas, com 2 centímetros de espessura, utilizadas para o enclausuramento após o término da sua vida útil como correia transportadora de minério, foram recolhidas na área de descarte da empresa (FIGURA 3) e cortadas de acordo com as dimensões do enclausuramento.

Figura 3 - Borracha da correia transportadora descartada



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2020.

Entre o início e a conclusão da execução do projeto de enclausuramento do britador de mandíbula BTM 01, foram gastas 32 horas de trabalho, como exposto no ANEXO E, distribuídas entre 2 vulcanizadores, responsáveis pelo corte das borrachas, um soldador responsável pela solda da estrutura metálica e de um mecânico responsável pela montagem das borrachas na estrutura.

2.3 Análise quali-quantitativa da implantação da medida a partir da aplicação de questionário

A coleta de dados se deu por meio da aplicação de questionários aos 6 assistentes de laboratório, ou seja, todos os profissionais que participam do processo de fragmentação de amostras. Os questionários eram compostos por treze questões sendo 4 dicotômicas, 2 de múltipla escolha e 7 abertas, de respostas livres, como apresentado no Apêndice C. O intuito da aplicação dos mesmos foi avaliar, quali-

quantitativamente e subjetivamente, o conhecimento e interesse dos trabalhadores expostos à poluição sonora em ambiente ocupacional bem como suas impressões acerca do enclausuramento do britador de mandíbula BTM 01 implementada como uma medida de controle coletivo do ruído.

Antes da coleta dos dados, de fato, o pesquisador leu e explicou o TCLE (APÊNDICE B) e solicitou as respectivas assinaturas. Todos os envolvidos no processo relacionado ao estudo de caso dessa pesquisa concordaram em participar.

Os questionários foram entregues pelo próprio pesquisador, no posto de trabalho dos participantes, no mesmo dia da semana, individualmente e seguindo o mesmo procedimento com todos os colaboradores.

O pesquisador efetuou a leitura de todas as questões, dando o tempo para que o próprio participante respondesse preenchendo uma resposta por vez, seguindo a ordem do questionário. Não houve nenhum tipo de orientação ou indicação de qualquer resposta por parte do pesquisador. Os participantes levaram, em média, treze minutos para preencher o questionário.

A análise dos dados gerados pela aplicação dos questionários, não obstante às demais fases, apresentou como objetivo compreender o que foi coletado, confirmar ou não as conjecturas do estudo e ampliar a assimilação dos contextos (SOUZA JUNIOR, MELO E SANTIAGO, 2010).

As questões de múltipla escolha foram analisadas quantitativamente, e tiveram seus dados descritos e expressos por meio de gráficos utilizando valores absolutos e percentuais.

Dentre as possíveis e distintas maneiras de analisar os dados obtidos das questões de livre resposta, foi realizada a tabulação dos dados, utilizada a técnica do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) e a análise de conteúdo.

Segundo Lefrève e Lefrève (2014), o DSC consiste numa forma de expor as representações sociais no contexto do senso comum identificada na postura e opiniões do indivíduo em sua vida cotidiana.

Figueiredo, Chiari e Goulart (2013) complementa que o DSC trata-se de um recurso técnico para análise de dados, provenientes das respostas escritas dos participantes que responderam ao questionário, de forma qualitativa sem deixar de quantificar tais opiniões compartilhadas pelos indivíduos.

Para a exposição dos resultados obtidos pela aplicação do DSC foi adotada a denominação do participante da pesquisa por meio de utilização da letra “P” seguida dos algarismos indo-arábicos de 1 a 6, número total dos indivíduos envolvidos na pesquisa. Essa referência, que se apresenta subscrita, identifica a resposta do respectivo autor a uma determinada questão mantendo sua identidade preservada e proporcionando ao leitor um melhor entendimento da opinião dos membros da amostra como um todo.

Na sequência, houve o tratamento dos dados por meio da análise de conteúdo com base em Bardin (2011), estabelecendo uma discussão pautada na fundamentação teórica e na observação da opinião de diferentes autores acerca da redução dos níveis de ruído e sua importância na saúde dos indivíduos expostos a tal risco. Os trechos dos questionários foram descritos com correções gramaticais e ortográficas.

Além disso, cabe destacar que a condução da pesquisa por meio da aplicação de questionários recebeu autorização e seguiu os preceitos preconizados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) - Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) 30926720.9.0000.5153, de acordo com o parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa – UFV (ANEXO F).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Implantação da medida de controle coletivo do ruído - quantitativo

As medições pontuais dos níveis de ruído emitidos antes da implantação da medida de controle ambiental do ruído, realizadas em 5 dias distintos da semana, estiveram todas acima do nível de ação como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Medições do nível pontual de ruído antes da implantação da medida de controle coletivo no britador de mandíbula BTM

Data	16/07/2020	23/07/2020	30/07/2020	06/08/2020	12/08/2020	
Medições dB(A)	1	87,7	87,0	89,3	88,2	90,6
	2	85,2	86,5	86,1	86,1	85,7
	3	85,9	87,2	85,4	84,9	85,2
	4	84,8	88,8	85,5	86,4	84,6
	5	86,2	88,2	85,8	85,0	85,6
	6	85,0	85,9	86,4	85,9	87,0
	7	84,5	85,7	85,3	85,6	87,7
	8	84,7	86,2	85,6	90,1	85,8
	9	88,5	86,1	85,2	86,3	86,1
	10	84,6	86,6	85,2	85,8	84,6
Média = 86,25						
SD = 1,420						
Mediana = 85,90						

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2020.

Segundo Santos *et al.* (2017), os trabalhadores expostos a níveis de ruído superiores a 85 dB(A) em média diária, em ambientes laborais, devem ser submetidos a intervenções para redução de tal exposição além da realização de exames periódicos de avaliação da acuidade auditiva com o objetivo de detectar precocemente possíveis alterações auditivas. As medidas para se obter o nível mínimo de ruído possível no ambiente ocorrem a partir do isolamento das fontes, da instalação de barreiras acústicas para aumento da absorção das ondas sonoras, além da redução do tempo de exposição dos indivíduos.

Baseado nesse conceito, foi proposta a execução do projeto de enclausuramento do equipamento em questão que foi realizada pela equipe de manutenção da própria empresa, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Britador de mandíbula da marca Brastorno enclausurado com materiais alternativos, em que: (a) vista frontal com as portas dos compartimentos para colocação e retirada da amostra de acesso ao produto feito com borracha; e (b) vista lateral totalmente vedada.



(a)



(b)

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Com base no estudo de Meira *et al.* (2012), verifica-se que as medidas de caráter coletivo para reduzir os níveis de ruído devem ser priorizadas por meio da atuação diretamente na fonte principal, na propagação do agente no ambiente de trabalho e ações administrativas como rodízio de trabalhadores expostos e organização do trabalho.

Após a conclusão da medida, foi possível aferir, pontualmente, os níveis de ruído emitidos pelo britador de mandíbula durante seu funcionamento normal, como pode-se observar na Tabela 2. Nota-se que houve um intervalo de 8 meses entre as medições anteriores e posteriores à implementação da medida de controle, isso ocorreu devido à falta de disponibilidade de mão de obra e restrições causadas pela pandemia do novo coronavírus.

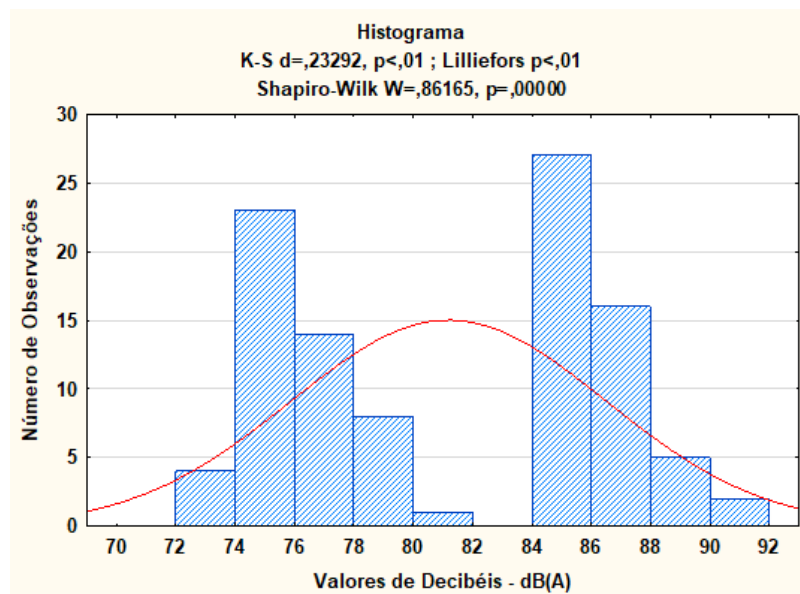
Tabela 2 - Medições do nível pontual de ruído após a implantação da medida de controle coletivo no britador de mandíbula BTM

Data	18/03/2021	25/03/2021	31/03/2021	07/04/2021	14/04/2021	
Medições dB(A)	1	76,1	79,3	76,4	76,6	78,5
	2	75,8	75,4	79,3	75,4	73,6
	3	76,0	74,9	76,6	77,3	74,0
	4	76,5	75,2	75,1	76,0	74,5
	5	76,6	74,7	74,7	75,6	74,3
	6	76,4	74,4	74,8	75,2	74,8
	7	76,0	74,2	78,2	77,6	73,5
	8	76,4	80,5	78,8	76,1	73,8
	9	78,7	79,7	75,4	77,9	74,6
	10	78,6	76,6	75,1	77,3	74,2
Média = 76,14						
SD = 1,738						
Mediana = 76,00						

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

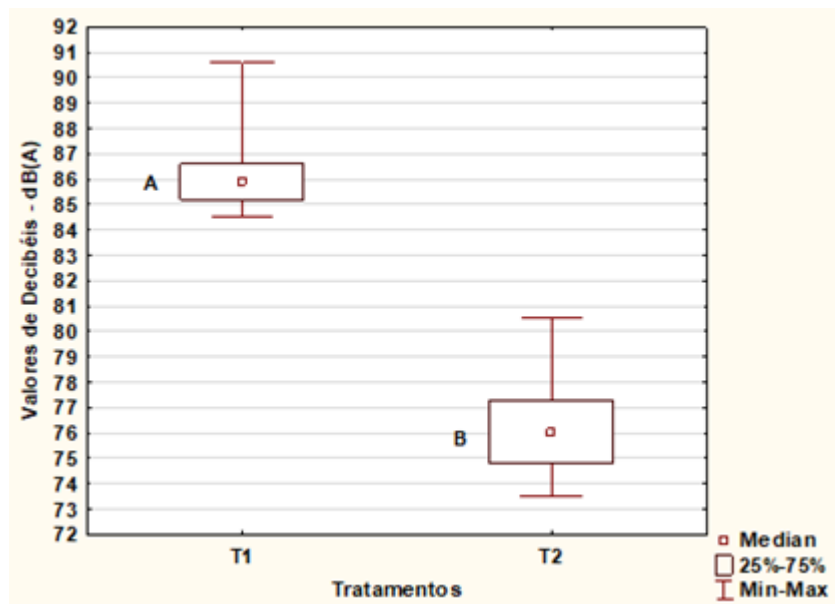
Como pode ser evidenciado na Figura 5, verificou-se que os pressupostos da distribuição normal não se aplicaram às amostras de dados, logo recorreu-se ao método inferencial, composto pelo teste não-paramétrico denominado teste “U de Mann-Whitney” comparativo de medianas ao nível de 5% de significância, disponível no programa *Statsoft Statistica*® (FIGURA 6).

Figura 5 - Histograma de distribuição dos dados e testes quanto à normalidade homogeneidade e aderência das variâncias



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Figura 6 - Gráfico box-plot e resumo do teste estatístico não-paramétrico das diferenças das medianas entre os tratamentos



Em que: T1 = Tratamento antes da implantação da medida de controle ambiental; T2 = Tratamento após a implantação da medida de controle ambiental; Median = Mediana; 25% - 75% = primeiro e terceiro quartil, respectivamente.

Valor $p = 0,00000^*$

Conclusão: * significativo para o teste não-paramétrico “U de Mann-Whitney” e # Tratamentos seguidos por diferentes letras diferem estatisticamente entre si ($\alpha = 0,05$).

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Com base na conclusão do teste estatístico inferencial (FIGURA 7), foi possível constatar a eficácia da implantação da medida de controle ambiental do ruído na trajetória. Dessa forma, há uma melhora significativa entre valores das medianas, em decibéis dB(A), obtidos sem a instalação da medida de controle ambiental (T1) em comparação com esses valores após a instalação do enclausuramento no britador de mandíbula BTM 01 (T2).

Além disso, destaca-se a significativa mitigação do nível de ruído gerado no processo de fragmentação de amostra pelo britador de mandíbula BTM 01, de 85,90 dB(A) para 76,00 dB(A), totalizando uma redução de 9,90 dB(A) na mediana. Deve-se aplicar, portanto, o fator de dobra em tal importância para se compreender a redução da energia sonora, que varia de acordo com as legislações vigentes em países distintos.

No Brasil, por exemplo, esse fator é de 5 dB(A) enquanto nos países da união europeia e nos Estados Unidos é de 3 dB(A) (BRASIL, 2011; NIOSH, 1998).

Ainda de acordo com NIOSH (1998), o fator de dobra de 3dB(A) é o método mais firmemente apoiado por evidências científicas para avaliar a energia sonora. Cocchi e Semprini (2003) afirmam que a cada redução de 3 dB(A) na média, ocorre um decréscimo equivalente a 50% da energia sonora.

Baseado nesse contexto, Pinto (2011) reitera que os resultados apontados por pesquisas realizadas em campo são mais fidedignos quanto à redução sonora, pois estão sujeitos a transmissões diretas e indiretas (flancos).

Vale ressaltar que o isolamento do sistema construtivo é avaliado pela pesquisa em campo, enquanto os estudos feitos em laboratório avaliam a isolação do elemento construtivo (FERREIRA NETO E BERTOLI, 2008).

De acordo com o presente estudo, a fim de justificar a não realização da análise do espectro de frequência do agente agressor, Harger e Branco (2004) salientam que o prejuízo coclear ou comprometimento da audição a partir da exposição ao ruído não depende do mesmo.

Com o intuito de avaliar a questão financeira envolvida na realização da medida de controle coletivo do ruído, foi determinada a média salarial dos trabalhadores envolvidos. Essa média foi informada pela empresa com o objetivo de manter o sigilo da informação individual, o que resultou no valor médio da hora trabalhada de R\$50,00 (cinquenta reais). Foram necessárias 32 horas de trabalho para a finalização do enclausuramento, conforme o Anexo E, ou seja, um gasto de aproximadamente R\$1.600,00 (hum mil e seiscentos reais). Esse foi o custo total com a medida em questão, uma vez que não houve compra de materiais para tal.

Foi solicitado à empresa fabricante do equipamento um orçamento para realização do enclausuramento do britador de mandíbula BTM 01 de forma convencional, com materiais não descartados. O valor desse enclausuramento ficaria em R\$13.693,68, de acordo com o Anexo G. Reitera-se que nesse valor não está incluso o frete que seria de responsabilidade da empresa contratante.

Contudo, verifica-se vantagem financeira, pois o gasto com a implementação do enclausuramento do equipamento como uma medida de controle

coletivo do ruído utilizando materiais descartados e mão de obra interna representou 11,69% do que seria investido pelo método convencional.

3.2 Aplicação dos protocolos de pesquisa com os colaboradores – quali-quantitativo

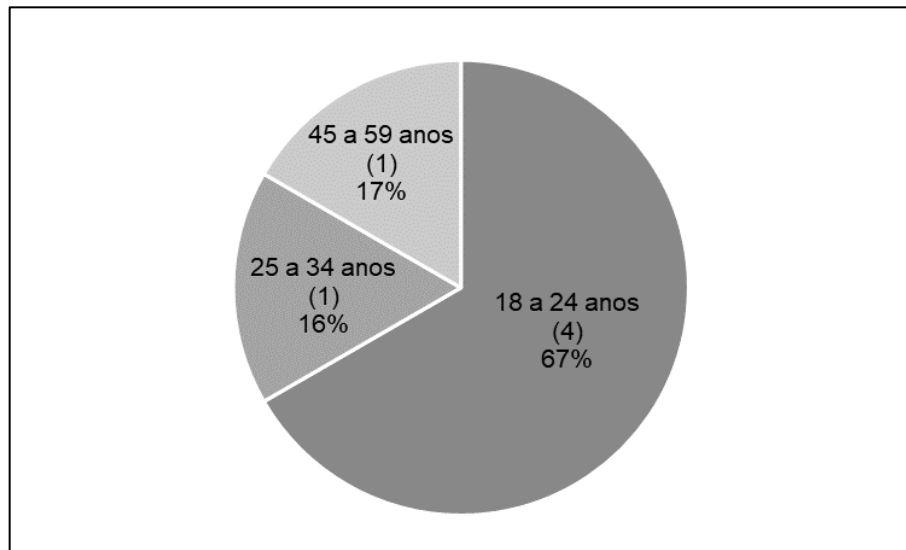
Como uma das etapas deste estudo, foram aplicados questionários aos 6 assistentes de laboratório, que operam o britador de mandíbula diariamente. O intuito do questionário é qualificar a ação desenvolvida no equipamento em questão bem como captar, subjetivamente, as opiniões desses colaboradores acerca da medida de controle coletivo do ruído em suas vidas.

3.2.1 Características dos participantes

Quanto ao sexo dos participantes, apenas 1 do sexo feminino e 5 do sexo masculino. Quanto a faixa etária, 67% dos participantes da pesquisa são jovens entre 18 e 24 anos (FIGURA 7).

Lopes *et al.* (2009) afirmam que o desenvolvimento da Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE) pode afetar os trabalhadores acometidos no futuro, o que chama a atenção para a necessidade da redução do ruído a que esses estão expostos devido, principalmente, ao fato desse tipo de perda auditiva se desenvolver de forma gradativa e imperceptível em sua fase inicial.

Figura 7 - Faixa etária dos participantes da pesquisa



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Em relação à escolaridade, cinco participantes possuem 2^o grau completo e apenas um está cursando o ensino superior. Assim também foi observado acerca da renda bruta mensal, em que apenas um relatou receber entre um e três salários mínimos enquanto os demais responderam ter a renda entre três e seis salários mínimos.

3.2.2. Percepção dos participantes

Sobre o interesse acerca da exposição ao ruído

O interesse dos envolvidos sobre a redução do ruído no seu ambiente de trabalho foi unânime. Todos os participantes se declararam muito interessados nesse assunto.

Nesse sentido, o trabalho de Rabbani (2016) corrobora com o que foi observado no presente estudo, em que foi constatado o interesse dos participantes dessa pesquisa ao caracterizar o ruído como um risco negativo que acomete a saúde e o bem-estar da coletividade, afetando um meio ambiente equilibrado e que se apresenta como uma das formas de poluição que mais cresce devido à

industrialização e, apesar de afetar a saúde do ser humano, passa a ser algo pertencente ao cotidiano do indivíduo mesmo sendo, inúmeras vezes, algo evitável.

Sobre medidas de controle coletivo do ruído

As respostas sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído podem abranger dois aspectos: um relativo ao conhecimento do que seriam tais medidas e outro sobre a associação dessas a uma medida já implementada.

Um terço dos participantes (2/6) confirmaram seus conhecimentos quanto ao alcance coletivo das intervenções ambientais, enquanto os demais participantes (4/6) estabeleceram relação das medidas de controle coletivo com o enclausuramento de equipamentos de acordo com o objetivo deste estudo (FIGURA 8).

Figura 8 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial

Atuar direto na origem do ruído, por exemplo, enclausurando equipamentos como o britador e o peneirador (P₁, P₂, P₄, P₅, P₆), a manutenção de equipamentos (P₄), ou seja, medidas de controle que diminuem os ruídos para mim e para os demais colaboradores no local (P₆, P₅, P₃).

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Nesse contexto, Castro e Anjos (2020) reiteram que o método mais eficiente de se atuar no controle coletivo do ruído é a atuação na fonte visando a melhoria da qualidade nos ambientes. Cita, também, as ações na trajetória do ruído, como planejamento do ambiente, a partir da instalação de barreiras acústicas entre a fonte geradora e o receptor e ainda o controle sistemático do ruído por meio da manutenção regular evitando desgastes dos equipamentos e conseqüente aumento do ruído.

Sobre conhecimento dos efeitos da exposição ao ruído

Verificou-se o conhecimento dos efeitos da exposição ao ruído na saúde por parte dos participantes dessa pesquisa, pois, além de citarem sintomas diversos, todos responderam que tal exposição poderia acometer a audição (FIGURA 9).

Figura 9 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial

Pode danificar total ou parcialmente a audição ao longo dos anos, atrapalhando a vida cotidiana (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆) gerando desconforto, zumbido diário no ouvido, estresse, dor de cabeça e cansaço mental (P₂, P₄, P₆).

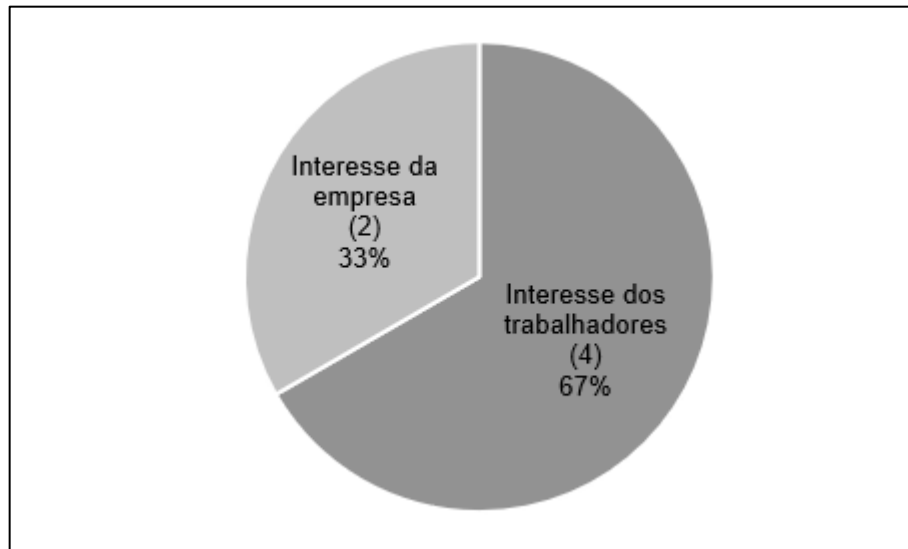
Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Dessa forma pode-se perceber que os efeitos como estresse, ansiedade, irritabilidade, redução da autoestima, isolamento social e até mesmo a perda de produtividade são gerados pela dificuldade na comunicação proveniente da perda auditiva, o que prejudica o desempenho das atividades cotidianas, podendo resultar em custos tanto para o indivíduo como para família, para a empresa e para a sociedade (MEIRA *et al.*, 2012).

Sobre a responsabilidade pelo controle dos níveis de ruído

Percebe-se que os participantes desta pesquisa se colocam como peças fundamentais para o controle dos níveis de ruído emitidos pelos equipamentos ou processos em seus ambientes de trabalho. Contudo, quando arguidos sobre o maior responsável pela solução do ruído no trabalho, dois participantes apontaram os empregadores, e quatro responderam que são os próprios trabalhadores, conforme Figura 10.

Figura 10 - Opinião dos colaboradores sobre a responsabilidade da solução do ruído no trabalho



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Codato (2014) reitera que é responsabilidade de todos o controle e a prevenção da poluição sonora, tanto dos órgãos públicos, com projetos isolados, quanto de todo cidadão ciente de seus malefícios. A poluição sonora, quando ocasiona danos à saúde humana é considerada crime ambiental e requer cuidados, pois os indivíduos devem se atentar e agir a fim de mitigar ou evitar seus danos.

Sobre formas de controlar a exposição ao ruído

Nota-se, no que tange a alternativas de se controlar o risco ruído, que os participantes da pesquisa foram unânimes quanto ao uso dos protetores auriculares como equipamentos de proteção individual. Entretanto, 50 % (3/6) informaram outras formas de evitar os sintomas advindos da exposição ao ruído associados aos cuidados com os equipamentos, como apresentado na Figura 11.

Figura 11 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial

Sempre usar protetores auriculares da forma correta (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆) além de usar o equipamento corretamente, saber manuseá-lo, sempre pedir sua manutenção e fechar o mesmo durante o uso (P₄, P₅, P₆).

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Os participantes do estudo citaram atitudes para evitar ou minimizar a própria exposição ao ruído em seu ambiente de trabalho. Essas ações fazem parte do Programa de Conservação Auditiva (PCA), desde a orientação quanto ao uso correto do EPI auricular até as propostas de intervenções em nível coletivo.

Lopes, Russo e Fiorini (2007) afirmam que os trabalhadores envolvidos em seu estudo também deveriam estar inseridos em um PCA, o qual propõe, prioritariamente, ações que visam evitar o desencadeamento ou o agravamento de perdas auditivas, bem como, os efeitos extra-auditivos gerados pela exposição ao ruído à níveis intensos.

Siviero *et al.* (2005), ao avaliar a prevalência da PAINPSE e suas características audiométricas em motoristas de ônibus que circulam na cidade de Maringá – PR, constataram que esse tipo de acometimento foi significativo na população analisada mesmo não havendo níveis de ruído demasiadamente elevados, que não foram mensurados, pois os motoristas revezam em ônibus com motor dianteiro e motor traseiro, o que impossibilitou a aferição da dose de ruído diária. Independente da ausência dos valores médios de exposição, tais dados indicaram também a necessidade da implementação de um PCA.

Os achados desse estudo sugeriram a necessidade da adoção de ações de prevenção à perda auditiva como: manutenção periódica dos veículos, avanços tecnológicos na fabricação dos ônibus, medidas administrativas; sendo essas as melhores formas de prevenção, visto que existe a impossibilidade do uso de EPI (SIVIERO *et al.*, 2005).

Sobre sintomas da exposição ao ruído

Identifica-se que quanto à questão de saúde, a presente pesquisa apontou que a dor de cabeça está presente nas respostas de cinco (5/6) participantes, somada aos demais sintomas da poluição sonora no ser humano (FIGURA 12).

Figura 12 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial

Dor de cabeça (P₁, P₂, P₄, P₅, P₆), cansaço (P₁, P₂, P₆), zumbido no ouvido (P₁, P₃, P₄) sensação do ouvido abafado (P₃), perda de audição gradativamente (P₄, P₅), estresse e audição sensível (P₆).

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Para Bodin *et al.* (2009), os efeitos não auditivos na saúde física, biologicamente plausível em relação à exposição ao ruído, bem como incômodos advindos da exposição ao mesmo incluem mudanças na pressão arterial, na frequência cardíaca e nos níveis de hormônios do estresse. Entende-se que a exposição prolongada ao ruído pode resultar em mudanças cardiovasculares duradouras, como aterosclerose que aumenta o risco cardiovascular e hipertensão.

Sobre a percepção do ruído emitido pelo britador de mandíbula antes da implantação da medida de controle coletivo

Constata-se que todos os participantes reconheciam o ruído gerado pelo britador de mandíbula BTM 01 como intenso e incômodo antes da realização do enclausuramento a partir de materiais descartados. Salienta-se que um dos participantes citou ainda que o ruído do britador de mandíbula era percebido de maneira intensa mesmo fazendo uso do EPI auricular, de acordo com a Figura 13.

Figura 13 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial

Era um barulho mais intenso, alto e forte (P₁, P₂, P₄, P₅, P₆), que continuava auto (sic) mesmo usando o abafador auricular (P₃).

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Dessa maneira, Siviero *et al.* (2005) salienta que o ruído de origem ocupacional, ao qual os participantes desta pesquisa estão expostos, é um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento da PAINPSE e pode ser controlado, reduzido ou eliminado por meio de implantação de medidas e desenvolvimento de ações propostas pelo PCA como o enclausuramento de um equipamento, mitigando os níveis de ruído emitidos em sua fonte ou trajetória.

Na mina de Serra Azul as ações do PCA são executadas. Todos os assistentes de laboratório, colaboradores participantes desta pesquisa, são submetidos a exames audiométricos anuais, tendo sua audição observada quanto à estabilidade e, concomitantemente a isso, há a implementação das medidas de controle coletivo para redução do ruído.

Sobre a percepção do ruído emitido pelo britador de mandíbula após a implantação da medida de controle coletivo

Com o objetivo de conhecer a opinião dos participantes sobre o ruído emitido pelo britador de mandíbula durante seu funcionamento depois da instalação do enclausuramento, observou-se que todos os participantes perceberam a diminuição significativa dos níveis de ruído (FIGURA 14).

Figura 14 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial

Melhorou bastante. Percebeu-se a menor produção de ruído, sendo esse mais baixo e suave (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆).

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Amorim (2012), a partir dos resultados de sua pesquisa, concluiu que os colaboradores de uma oficina mecânica localizada em Luziânia - GO desconhecem os prejuízos que a exposição a elevados níveis de ruído pode causar, embora a maioria dos envolvidos no estudo tenham declarado que sofrem alguns prejuízos à saúde.

Sobre qualidade de vida relacionada à saúde após intervenção coletiva

A percepção dos trabalhadores envolvidos na pesquisa, sobre a qualidade de vida voltada para a saúde, é de que as intervenções como a que foi realizada no britador de mandíbula BTM 01 podem amenizar os níveis de ruído emitidos. Vale destacar que os participantes responderam com enfoque na questão do conforto e da qualidade de vida voltada para a saúde, conforme ilustrado na Figura 15.

Figura 15 - Discurso do sujeito coletivo referente ao questionamento sobre a adoção de medidas de controle coletivo do ruído no ambiente industrial

Por ter menos barulho, pode evitar danos à saúde e a perda da audição (P₁, P₄).

Por trabalhar em uma jornada de 8 pode ser muito bom para o bem-estar e conforto do funcionário bem como no controle da qualidade da audição (P₂, P₅, P₆).

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Entende-se, pelas respostas, que os colaboradores que participaram da pesquisa estão informados quanto à exposição ao ruído, suas consequências e as formas de evitá-las.

Com base no presente cenário, Lopes, Russo e Fiorini (2007) evidenciam que a qualidade de vida é um dos sustentáculos das políticas sociais das empresas, voltada para a manutenção do equilíbrio psíquico, físico e social dos seus trabalhadores. Para que haja a melhoria contínua dos produtos e serviços é necessário que os indivíduos envolvidos no processo estejam em pleno gozo de boa saúde, exímias condições de trabalho, jornada de trabalho adequada e incentivos.

Ainda sobre as condições de saúde dos trabalhadores, Dias (2009) ressalta que uma forma de se evitar doenças ocupacionais é associar as áreas da saúde do trabalhador e a saúde ambiental, pois onde há relação entre a sociedade e a natureza obtém-se a possibilidade de criação de novas práticas de atenção à saúde como a apresentada nesse trabalho, reduzindo a poluição sonora num determinado ambiente a partir do reuso de material descartado.

4. CONCLUSÃO

Com base nesse estudo pode-se concluir que a medida de controle ambiental do ruído em sua trajetória, de maneira sustentável, por meio do enclausuramento do britador de mandíbula a partir do reúso de material descartado, foi eficaz na diminuição da poluição sonora gerada pelo equipamento, pois os níveis de ruído foram aferidos e sua redução comprovada, estatisticamente, pelas medições pontuais do nível de ruído realizadas antes e depois da implantação da medida de controle coletivo.

Quantitativamente, a mitigação dos níveis de ruído foi de 10,11 dB(A) na mediana e qualitativamente demonstrou eficácia devido ao reúso de material proveniente de descarte, capaz de absorver e isolar o ruído emitido reduzindo assim os riscos à saúde aos quais o trabalhador está exposto, melhorando, conseqüentemente, sua qualidade de vida e condições de saúde, evitando o descarte inadequado desses materiais no meio ambiente e assegurando vantagens financeiras e sociais à empresa. As vantagens financeiras ocorreram na ordem de 11,69% do valor a ser investido no método convencional de enclausuramento por empresas especializadas, além de contribuir com a neutralização da insalubridade no ambiente de trabalho.

Além disso, verificou-se quali-quantitativamente a percepção e o conhecimento dos participantes acerca da exposição ao ruído, dos malefícios à saúde e das formas de se proteger do risco a partir da aplicação dos questionários aos assistentes de laboratório. Todos demonstraram interesse para com a necessidade de redução da poluição sonora no ambiente laboral e apresentaram consciência em relação aos sintomas e efeitos da exposição ao ruído na saúde. Isso demonstra que os trabalhadores estão sendo bem treinados quanto à saúde, segurança e higiene no trabalho. Ressaltaram ainda que, ao estabelecerem uma comparação subjetiva entre os níveis de ruído emitidos pelo britador de mandíbula antes e depois da implementação do enclausuramento alternativo, perceberam que tal intervenção foi satisfatória quanto a sua mitigação. Apesar disso, todos os participantes citaram o uso do EPI auricular como medida de proteção da saúde auditiva. Essa percepção dos

trabalhadores sugere a necessidade do empregador em orientar e estimular os colaboradores quanto às medidas de controle coletivo.

REFERÊNCIAS

AMORIM, R.; CAVALCANTE, A.F.; PEREIRA, S.C. Análise do ruído em oficinas mecânicas de Luziânia - Goiás. **Revisa**, v. 1, n. 1, p. 48-55. jan./ jun. 2012. Disponível em: <http://revistafacesa.senaaires.com.br/index.php/revisa/article/view/12>. Acesso em: 18 jul. 2021.

AYRES, D. de. O.; CORRÊA, J. A. P. **Manual de Prevenção de Acidentes do Trabalho**. 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2011.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERNARDI, A. P. A. **Audiologia Ocupacional**. São José dos Campos, SP: Pulso, 2003.

BISINOTI, M. C.; LISBOA, D. C. O.; OHIRA, E. N. I. Avaliação parcial do ruído gerado pelas capelas de exaustão de laboratórios quanto à exposição ocupacional dos servidores do IBILCE/UNESP. 2010. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Extensão Universitária em Higiene Ocupacional) – **Pró-Reitoria de Administração – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.**

BODIN, T. *et al.* Ruído do tráfego rodoviário e hipertensão: resultados de uma pesquisa transversal de saúde pública no sul da Suécia. **Environ Health**, v. 8, n. 38, 2009. Disponível em: <https://ehjournal.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1476-069X-8-38.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Manuais de legislação Atlas: Segurança e medicina do trabalho**. 62. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 15, de 28 de janeiro de 2011**. Brasília, DF: MTE, 2011.

CASTRO, R. L. C. de; ANJOS, J. C. S. dos. Análise das medidas de controle dos riscos de ruído aeronáutico na saúde e segurança dos trabalhadores. **Revista Científica Multidisciplinar do CEAP**, v. 2, n. 2, p. 9, 28 dez. 2020. Disponível em: <http://periodicos.ceap.br/index.php/rcmc/article/view/46>. Acesso em: 01 jul. 2021.

COCCHI, Alexandre; SEMPRINI, Giovanni. Sound Insulation and Flanking Transmission: from U.E. Directive 89/106 to the flanking transmission loss experimental measurement. **DIENCA, Faculty of Engineering, University of Bologna**. Bologna, Italy. 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242185773_Sound_Insulation_and_Flanking_Transmission_from_UE_Directive_89106_to_the_flanking_transmission_loss_experimental_measurement>. Acesso em: 05 jul. 2021.

CODATO, M. V. F. Poluição visual e sonora: uma relação conturbada entre meio ambiente e sociedade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**. Maringá, v. 18, n. 4, p.1312-1317, dez./2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/2236117014516> R>. Acesso em: 15 mar. 2021.

DIAS, Elizabeth Costa *et al.* Saúde ambiental e saúde do trabalhador na atenção primária à saúde, no SUS: oportunidades e desafios. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 6, p. 2061-2070, Dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232009000600013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 abr. 2021.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. São Paulo, SP: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

FERNANDES, H. C. *et al.* Níveis De Ruído Emitidos Por Diferentes Equipamentos Em Um Laboratório De Análises De Alimentos. **R. Eng. na Agricult.**. Viçosa, v. 19, n.5, p. 429-436, set./out. 2011. Disponível em: <<https://reveng.ufv.br/index.php/reveng/article/view/248>>. Acesso em 23 out. 2018.

FIGUEIREDO, M. Z. A.; CHIARI, B. M.; GOULART, B. N. G. de; Discurso do Sujeito Coletivo: uma breve introdução à ferramenta de pesquisa quali-quantitativa. **Distúrb Comun**, São Paulo, v. 25, n. 1, p 129-136, abr, 2013. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/dic/article/viewFile/14931/11139>>. Acesso em: 13 jun. 2021.

HARGER, M. R. H. C.; BRANCO, A. B. Efeitos auditivos decorrentes da exposição ocupacional ao ruído em trabalhadores de marmorarias no Distrito Federal. **Rev. Assoc. Med. Bras. Brasília**, v. 50, n. 4, p. 396-399, dez. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial/pid_0104-4230/ing_pt/nrm_iso. Acesso em: 04 jul. 2021.

LEFEVRE, F.; LEFEVRE, A. M. C. Discurso do Sujeito Coletivo: Representações Sociais e Intervenções Comunicativas. **Texto Contexto Enfermagem**, v.23, n.2, p.502-507, abr.-jun. 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/tce/a/wMKm98rhDgn7zsfvxnCqRvF/?lang=pt>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

LOPES, A. C.; OTUBO, K. A.; BASSO, T. C.; MARINELLI, É. J. I.; LAURIS, J. R. P. Perda auditiva ocupacional: audiometria tonal X audiometria de altas frequências. **Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 293-299, 2009. Disponível em: <<http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/pdfForl/13-03-10.pdf>>. Acesso em 11 jun. 2021.

LOPES, G.; RUSSO, I. C. P.; FIORINI, A. C. Estudo da audição e da qualidade de vida em motoristas de caminhão. **Revista CEFAC**. São Paulo, v. 9, n. 4, p.532-542, out./dez. 2007. Disponível em:

<https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/0361.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021.

MACHADO, A. A. Poluição sonora como crime ambiental. **Jus Navigandi**, Teresina, v. 9, n. 327, 2004. Disponível em: <[http// https://jus.com.br/artigos/5261/poluicao-sonora-como-crime-ambiental/3](http://https://jus.com.br/artigos/5261/poluicao-sonora-como-crime-ambiental/3)>. Acesso em: 12 abr. 2021.

MEIRA, T. C.; FERRITE, S.; CAVALCANTE, F.; CORRÊA, M. J. M. Exposição ao ruído ocupacional: reflexões a partir do campo da saúde do trabalhador. **Interfacehs Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**. São Paulo, v. 7, n. 3, p. 26-45, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266000461_Exposicao_ao_ruído_ocupacio_nal_reflexoes_a_partir_do_campo_da_Saude_do_Trabalhador. Acesso em: 06 jul. 2021.

FERREIRA NETO, Maria de Fatima; BERTOLI, Stelamaris Rolla. Conforto acústico entre unidades habitacionais em edifícios residenciais de São Paulo, Brasil. **Acústica 2008**. Coimbra, Portugal, out. 2008. Disponível em: <http://www.sea-acustica.es/fileadmin/Coimbra08/id033.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2021.

NIOSH - NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. Occupational noise exposure – revised criteria 1998. **Ohio: United State Department of Health and Human Services**, 1998. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/pdfs/98-126.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB98126>. Acesso em: 04 jul. 2021.

OLIVEIRA, C. R. D.; ARENAS, G. W. N. Exposição ocupacional a poluição sonora em anesthesiologia. **Rev. Bras. Anesthesiol.**, Campinas, v.62, n.2, p.257-261, abr. 2012. Disponível em: <[http// https://www.scielo.br/pdf/rba/v62n2/v62n2a11.pdf](http://https://www.scielo.br/pdf/rba/v62n2/v62n2a11.pdf)>. Acesso em: 17 jan. 2021.

PINTO, Rodrigo Barcelos. Determinação experimental e numérica da redução sonora aérea em paredes de alvenaria utilizadas em habitações. 2011. 97 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria**, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7765>. Acesso em: 03 jul. 2021.

RABBANI, Roberto Muhákir Rahnemay. Poluição Sonora e proteção ambiental: intervenção estatal atual e possibilidade da tributação ambiental. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 03-21, jul./dez. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/2236117014516 R>>. Acesso em: 27 fev. 2021.

SALIBA, T. M. **Manual prático de higiene ocupacional e PPRA: avaliação e controle dos riscos ambientais**. São Paulo, SP: LTr 75, 2011.

SANTOS, A. P.; OLIVEIRA, A. S.; CARNEIRO, E. S.; CARVALHO, S. R. L de. Aspectos relevantes sobre a poluição sonora. **Rev. Textura**. Governador

Mangabeira-BA, v. 10, n. 19, p. 105-115, ago – dez, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22479/244799342017v10n19p105-115>. Acesso em: 23 fev. 2021.

SILVA, L. B.; SOUZA, E. L.; TAVARES, M. S. A. Um Panorama dos Níveis de Ruído para Conforto Acústico de Ambientes de Ensino com VDT em Áreas das Regiões Brasileiras. **Rev. Prod. Online**. Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 1402-1434, 2017. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/viewFile/2694/1611>>. Acesso em: 25 out. 2020.

SIVIERO, A. B.; FERNANDES, M. J.; LIMA, J. A. C.; SANTONI, C. B.; BERNARDI, A. P. A. Prevalência de perda auditiva em motoristas de ônibus do transporte coletivo da cidade de Maringá - PR. **Revista CEFAC**, São Paulo, v.7, n.3, p. 376-381, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169320510015>. Acesso em: 24 abr. 2021.

SOUZA JUNIOR, M. B. M. de; MELO, M. S. T. de; SANTIAGO, M. E. A análise de conteúdo como forma de tratamento dos dados numa pesquisa qualitativa em Educação Física escolar. **Movimento (ESEFID/UFRGS)**. v.16, n. 03, p.31-49, jul./set. 2010. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/Movimento/article/viewFile/11546/10008>>. Acesso em: 16 abr. 2021.

SOUZA, Vladimir Ferreira de; QUELHAS, Oswaldo Luiz Gonçalves. Avaliação e controle da exposição ocupacional à poeira na indústria da construção. **Ciencia & Saude Coletiva**. V. 8, n. 3, p. 801-807, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.org/pdf/csc/2003.v8n3/801-807/pt>>. Acesso em: 08 jun. 2021.

SURIANO, M. T.; SOUZA, L. C. L de; SILVA, A. N. R da. Ferramenta de apoio à decisão para o controle da poluição sonora urbana. **Ciênc. Saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v.20, n,7, p. 2201-2210, Jul. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v20n7/1413-8123-csc-20-07-2201.pdf>>. Acesso em: 9. mar. 2021.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). **Deafness and Hearing loss**: fact sheet n.300, March 2015. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>>. Acesso em: 24 abr. 2021.

CAPÍTULO IV - PRODUTO TÉCNICO: *WEBSITE* COMO FERRAMENTA DE
DIVULGAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS RELATIVAS A MEDIDAS SUSTENTÁVEIS DE
CONTROLE AMBIENTAL DO RUÍDO

Endereço eletrônico: <https://reducaoderuido.cf>

RESUMO

Com o crescente avanço da tecnologia, o *website* se apresenta como uma fonte de conhecimento e entretenimento para uma expressiva parcela da sociedade. Este trabalho tem por objetivo a criação de um *website*, em *Wordpress*, como produto técnico, voltado para a difusão de conhecimentos específicos e técnicas aplicadas no desenvolvimento de medidas de controle sustentáveis para redução dos níveis de ruído emitidos por equipamentos ou processos. A elaboração desse produto técnico compõe uma das etapas exigidas no Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do IFMG, *campus* Bambuí/ MG e destina-se aos estudantes, pesquisadores e profissionais das áreas ambientais, de engenharia, física acústica, audiologia e afins. A criação do *website* para esse fim baseia-se em sua capacidade inovadora, abrangência, interatividade e baixa complexidade. Portanto, considera-se que o produto técnico criado como meio de divulgação de técnicas utilizadas em medidas de controle ambiental de redução dos níveis de ruídos gerados por processos ou equipamentos em ambiente industrial, por meio de relatórios de medidas de engenharia já implantadas, sirva como base para a multiplicação de conhecimento acerca do tema deste estudo, tornando possível a divulgação de exemplos práticos de medidas de controle coletivo do ruído, por meio da *internet*, levando praticidade e comodidade ao interessado, além de torná-las acessíveis de qualquer lugar do planeta, compartilhando, assim, medidas sustentáveis de controle da poluição sonora em ambiente industrial com baixo custo de investimento.

Palavras-chave: *Website*. Produto técnico. Relatório técnico. Redução de Ruído.

ABSTRACT

With the growing advancement of technology, the website presents itself as a source of knowledge and entertainment for an expressive portion of society. This work aims to create a website, as a technical product, aimed at disseminating specific knowledge and techniques applied in the development of sustainable control measures to reduce noise levels emitted by equipment or processes. The preparation of this technical product is one of the stages required in the Professional Master's Degree in Sustainability and Environmental Technology at IFMG, campus Bambuí/MG and is intended for students, researchers and professionals in the environmental, engineering, acoustic physics, audiology and related areas. The creation of the website for this purpose is based on its innovative capacity, scope, interactivity and low complexity. Therefore, it is considered that the technical product created as a means of disseminating techniques used in environmental control measures to reduce noise levels generated by processes or equipment in an industrial environment, through reports of engineering measures already implemented, serve as basis for the multiplication of knowledge on the subject of this study, making it possible to disseminate practical examples of collective noise control measures through the internet, bringing practicality and convenience to the interested party, in addition to making them accessible from anywhere on the planet , thus sharing sustainable measures to control noise pollution in an industrial environment with a low investment cost.

Keywords: Website. Technical product. Technical report. Noise Reduction.

1. INTRODUÇÃO

Website é um termo originado pela junção das palavras inglesas: *web* (rede) e *site* (sítio, lugar). Segundo 7Graus (2011), os termos *website* e *site* possuem o mesmo significado e são utilizados para referenciar um conjunto de elementos estruturados de conteúdos de multimídia em hipertexto disponibilizado em uma ou várias páginas relacionadas entre si, acessível por meio de um endereço através da *internet*, oferecido para os utilizadores de uma forma interativa, permitindo um forte diálogo com os mesmos.

Para Amaral, Aquino Filho e Soeiro (2018), o fato de milhares de pessoas, ao redor do mundo, estarem reunidas pela *internet* se comunicando por meio de mensagens, vendendo e comprando, pesquisando, estudando e até se relacionando afetivamente, fez do *website* um dos meios mais eficazes na propagação de informações, além de auxiliar outros meios de comunicação como rádios, televisão, jornal etc. Nesse contexto, pode se apresentar como um empreendimento na prestação de serviço, venda de produtos ou apenas como fonte de informações, dispensando estruturas físicas para tal, bem como estar disponível como institucional, informativo, pessoal, comunitário, entre outros.

A utilização de um *website* como espaço para divulgação de informações acerca de medidas de controle coletivo do ruído sustentáveis, a partir de materiais alternativos, desenvolvidas em qualquer lugar no território nacional tem grande relevância social, pois permite que outros interessados tenham acesso a esses dados podendo assim multiplicar tais implantações mitigando a poluição sonora em seus ambientes.

Cabe ressaltar que um *website* pode ser desenvolvido por uma única pessoa ou por uma organização, sendo dedicado a um tópico ou propósito em particular. Atualmente, o *website* se apresenta como fonte de conhecimento e entretenimento para uma expressiva parcela da sociedade com as mais diversas características e formações como cantores, chefes de cozinha, professores, alunos, pesquisadores etc. A importância disso é estreitar o relacionamento com seus clientes potenciais por meio da apresentação de seus serviços ou produtos na *internet* (AMARAL; AQUINO FILHO; SOEIRO, 2018).

Basso (2011) salienta que a maior vantagem do *website* é o seu alcance, pois segundo pesquisa do IBOPE/*NetRatings*, o número de pessoas que utilizam a *internet* passou de 9,8 milhões em 2000 para 46,6 milhões em 2011.

Outras vantagens do *website*, especificamente como um produto técnico informativo, são a rapidez com que se consegue uma informação e a praticidade de poder fazer a busca por meio de um *smartphone*, *tablet* ou do computador.

Espera-se, portanto, com este trabalho, contribuir com os diferentes indivíduos interessados em formas alternativas de redução dos níveis de ruído por meio de medidas de controle coletivo de engenharia, servindo-lhes como estímulo na execução de melhores soluções para mitigação da poluição sonora com viés sustentável e economicamente viável.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo criar um *website*, na condição de produto técnico, como requisito parcial para a conclusão do Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), *campus* Bambuí.

O Produto Técnico criado foi inspirado na necessidade de difundir projetos de medidas de controle ambiental desenvolvidas para redução do ruído favorecendo a troca de experiências, gerando impacto positivo no compartilhamento do conhecimento técnico, proporcionando a multiplicação dessas medidas.

3. PÚBLICO-ALVO

Por se tratar de um *website* com acesso ilimitado no que tange à questão espacial, que tem como público-alvo profissionais ligados à área ambiental, de segurança e saúde ocupacional e de acústica, bem como estudantes, esse produto técnico atende à demanda dos interessados pelo tema por possuir linguagem específica, por oferecer a padronização do conteúdo (relatórios) além da disponibilização de informações técnicas acerca das medidas desenvolvidas.

4. DESENVOLVIMENTO

O *website* é um produto capaz de oferecer diferentes níveis de teor inovativo, pois pode ser desenvolvido a partir de conhecimento inédito ou, simplesmente, por meio da adaptação de um conhecimento já existente.

A ferramenta adotada para a implementação de recursos durante a programação do *website* foi o *Content Management System* (CMS), ou Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo. Sua maior importância é economizar tempo para criação de artes gráficas, pois são aplicações prontas e customizáveis, em que diversos temas visuais encontram-se disponíveis para livre escolha.

Segundo Teles (2008), o CMS vem rapidamente se tornando popular, correspondendo à, aproximadamente, metade de todos os *websites* publicados na *internet*. O que contribuiu para essa popularidade foi a facilidade para criação, edição, gerenciamento e publicação, tornando as tarefas rápidas e ainda possibilitando alterações, remoção e adição do *site*.

Para Carvalho, Chagas e Silva (2016), qualquer indivíduo que detenha informações pode gerar conteúdo em um determinado *website* a partir do uso de um CMS.

Portanto, o CMS apresenta vasta usabilidade, pois proporciona ao seu usuário a capacidade de publicar e alterar textos, imagens e vídeos de seu *website* sem ter conhecimento de linguagem *web* ou programação, bastando que o usuário utilize a interface de um *site* praticamente pronto, com características simples de acesso, proporcionando um maior tempo de navegação ao internauta (TELES, 2008).

O produto técnico elaborado neste estudo oferece ampla aplicabilidade, uma vez que proporciona ao internauta o acesso rápido, prático e gratuito a detalhes de medidas de controle do ruído implementadas por outrem possibilitando, assim, a replicabilidade dessas ou até mesmo adaptações a fim de obter sucesso na mitigação dos níveis de pressão sonora gerados em ambientes industriais.

Ressalta-se, ainda, quanto à relevância social do produto técnico desenvolvido, a possibilidade de retirar as informações técnicas relativas à execução de medidas de engenharia para redução do ruído de dentro das instituições e torná-las públicas, por meio da publicação no *website* realizada pelo próprio administrador.

Para a construção desse *website* foram observadas algumas características importantes apontadas por Mileck e Vicentini (2000):

- Tipografia – é o tipo de fonte que deve ser utilizada no *site* baseando-se no tema.
- Redação e textos – devem ser sucintos e diretos.
- Criação de Imagens – geralmente utilizam-se imagens nos formatos GIF ou JPEG.

Para a criação do *website*, foi observada uma ordem básica de ações como ilustrado na Figura 1

Figura 1 - Fluxograma para construção do website “<https://reducaoderuido.cf>” como produto técnico.



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Esse produto técnico mostra-se viável por estar disponível através da *internet*, de forma ininterrupta podendo ser acessado de qualquer lugar. Após o acesso ao *website*, o internauta tem condições de direcionar sua busca pelo tipo de medida de controle do ruído sobre o qual deseja informações, de forma interativa, em menos tempo e com mais detalhes.

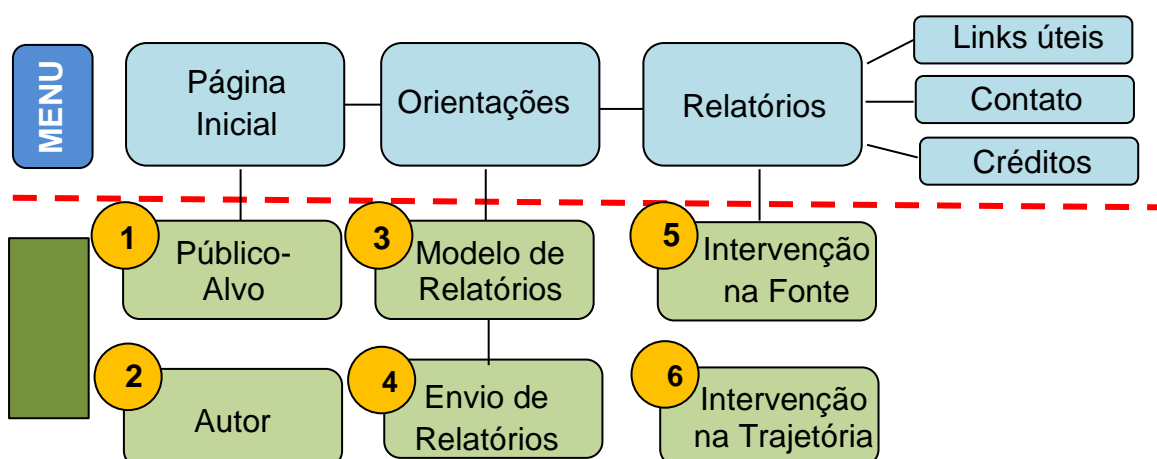
O caráter inovador desse produto técnico é oferecer aos usuários a possibilidade de divulgar e consultar alternativas sustentáveis desenvolvidas para mitigação dos níveis de ruído para todas as partes do país, independente da instituição e do seu ramo de atuação.

O produto técnico oferece ainda um conteúdo de relevância econômica, pois difunde informações de medidas ambientais de controle do ruído de cunho sustentável, ou seja, intervenções de engenharia no ambiente industrial de baixo custo, utilizando material descartado, por exemplo.

Os usuários podem efetuar o *download* de um formulário padrão para preenchimento dos dados de acordo com suas experiências realizadas e, na sequência, enviá-los ao administrador do *site* para avaliação e publicação de tal conteúdo como um relatório da implantação da medida de controle coletivo do ruído.

O *website*, cujo domínio é <https://reducaoderuido.cf>, foi desenvolvido em *Wordpress*⁸ e poderá ser utilizado sempre que um internauta estiver buscando informações técnicas sobre medidas de controle ambientais para redução do ruído por meio do uso de materiais alternativos, com relatórios técnicos contendo exemplos dessas medidas de acordo com o mapa do *site* apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Mapa do site sobre medidas de controle ambientais do ruído



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

⁸ Trata-se de um sistema livre e aberto de gestão de conteúdo para *internet* voltado principalmente para a criação de páginas eletrônicas *online*.

Para a construção do Mapa do Site (Figura 2), foram criados um “Menu” composto por seis itens e seus respectivos “Submenus” conforme descrição a seguir:

1. Página Inicial (Figura 3): expõe o conceito de “Medidas de Controle Coletivo”, de “Poluição Sonora”, apresenta o Objetivo da criação desse *site* como produto técnico e dispõe de um submenu denominado “Público-alvo” com informações sobre o provável público interessado no tema e outro denominado “Autor” apresentando uma síntese biográfica do responsável pelo produto técnico;
2. Orientações (Figura 4): apresenta informações sobre a padronização dos questionários disponibilizados no *site*. Proporciona ao internauta a consulta ao modelo de um formulário de relatório para implantação de medidas de controle de engenharia para redução do ruído utilizado nessa plataforma, bem como disponibiliza o *link* para *download* do arquivo editável, permitindo ao internauta o preenchimento do formulário de medidas de controle coletivo do ruído seguindo o padrão proposto;
3. Relatórios (Figura 5): possibilita ao internauta a apresentação de medidas de controle coletivo do ruído de maneira sustentável para análise do autor, e posterior *upload* dessas informações na plataforma. Tais informações estarão disponíveis para consulta, num modelo de relatório, elencados por tipos de intervenção: atuação na fonte - na origem do ruído e na trajetória – entre a fonte e o receptor.
4. *Links* úteis (Figura 6): disponibiliza *links* de *sites* e documentos que abordam normas sobre os temas “Poluição Sonora” e “Redução de Ruído” tanto em ambientes públicos quanto industriais;
5. Contato (Figura 7): caixa de mensagem para preenchimento livre como canal direto entre o internauta interessado no tema e o autor do *website* com o objetivo de proporcionar a ambos um contato direto, não presencial e a disponibilização do endereço para contato do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), *campus* Bambuí, responsável pelo Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental (MPSTA);

6. Créditos (Figura 8): reconhecimento e identificação dos responsáveis pela idealização, produção, suporte e apoio na execução desse *website* como um produto técnico.

Figura 3 - Tema do *site* com o cabeçalho apresentando os seis menus.

Seja bem vindo!

Redução do Ruído

- Página Inicial ▾
- Orientações ▾
- Relatórios ▾
- Links Úteis
- Contato
- Créditos

PÚBLICO ALVO

AUTOR

Medidas de Controle Coletivo do Ruído

O QUE É MEDIDA DE CONTROLE COLETIVO?

Medidas de Controle coletivo do ruído são intervenções que visam a adequação do ambiente de trabalho em relação à redução dos níveis de ruído. Podemos citar alguns exemplos como manutenções preventivas e corretivas de máquinas e equipamentos

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Figura 4 - Orientações quanto à utilização do modelo de relatório de medidas de controle coletivo para redução do ruído.



The image shows a website interface with a dark blue background featuring a blurred image of a person using a power tool, creating sparks. At the top left, it says "Olá! Seja bem vindo." Below this is the main heading "Redução do Ruído". A navigation menu is displayed in a dark bar with the following items: "Página Inicial", "Orientações", "Relatórios", "Links Úteis", "Contato", and "Créditos". The "Orientações" menu item is expanded, showing two sub-items: "MODELO RELATÓRIOS" and "ENVIO RELATÓRIOS". Below the navigation, the word "Orientações" is written in a large, white, sans-serif font. At the bottom of the page, there is a white text box containing the following text:

Aqui você pode verificar o modelo de formulário que iremos utilizar. O intuito de oferecer um formulário com campos editáveis é proporcionar a você, internauta, a possibilidade de compartilhar sua experiência na redução do ruído por meio de medidas de controle coletivo e, também, consultar as experiências de outros colegas.

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Figura 5 - Informações sobre os relatórios disponibilizados pelo *site*.

Olá! Seja bem vindo.

Redução do Ruído

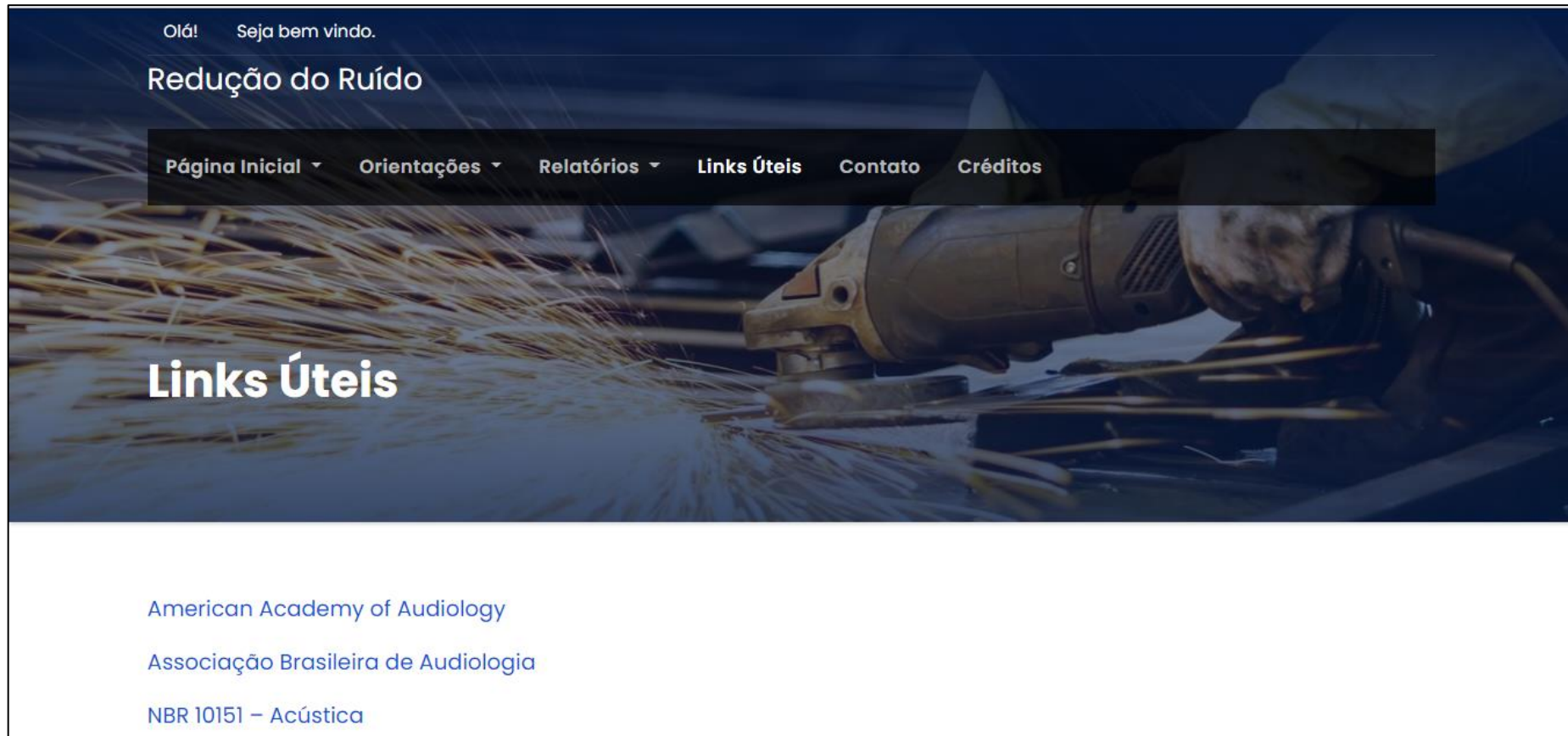
- Página Inicial ▾
- Orientações ▾
- Relatórios ▾**
 - INTERVENÇÃO NA FONTE
 - INTERVENÇÃO NA TRAJETÓRIA
- Links Úteis
- Contato
- Créditos

Relatórios

Aqui você encontra alguns relatórios de medidas de controle coletivo de ruído desenvolvidas e que tiveram sua eficácia alcançada. Essas medidas foram eficazes na redução dos níveis de ruído e estão disponíveis para que você utilize como base para multiplicação das ideias e obtenham êxito na implementação das medidas que estiverem desenvolvendo.

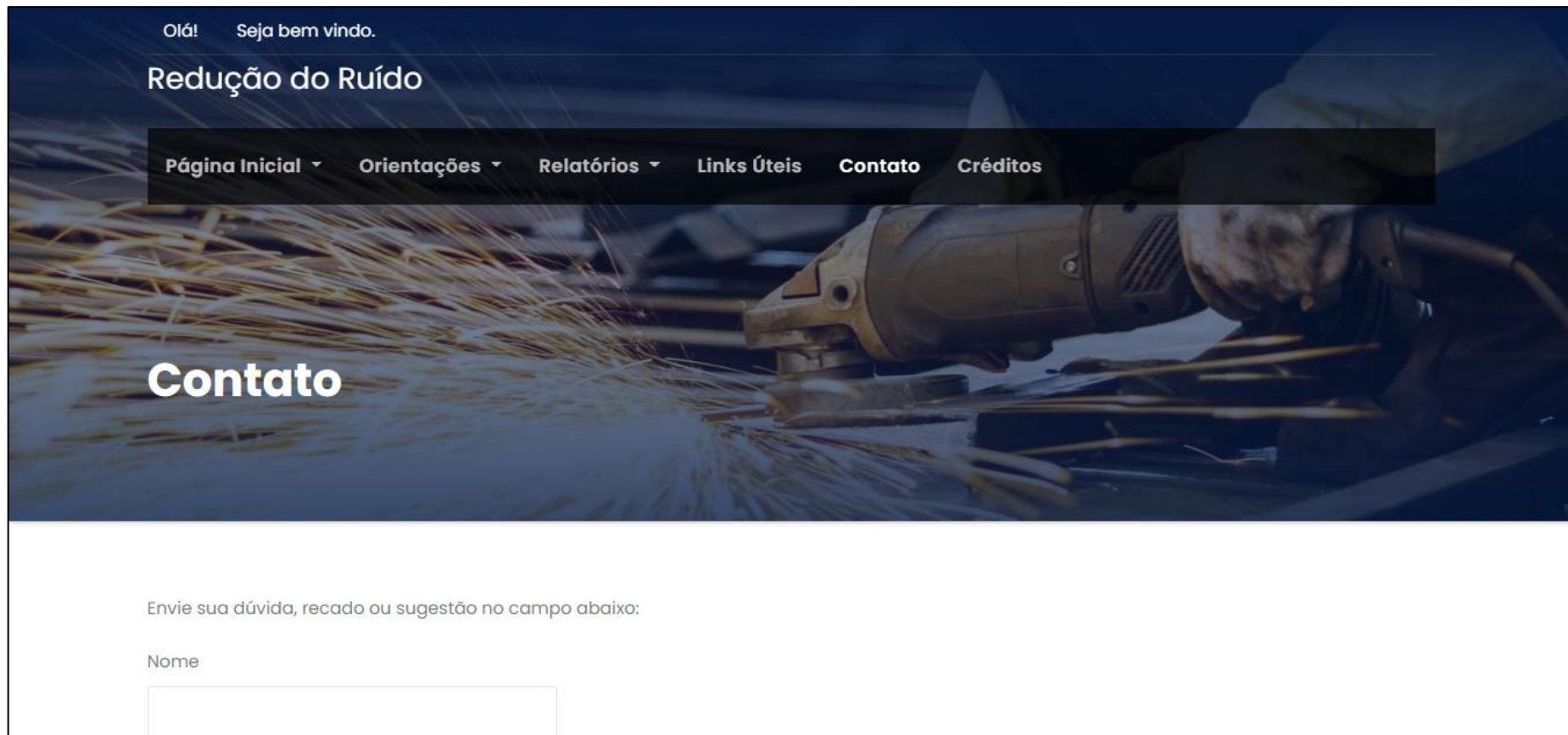
Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Figura 6 - *Links* úteis sobre poluição sonora, ruído ocupacional e ambiental.



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Figura 7 - Área para que o internauta possa enviar mensagens, dúvidas e sugestões



Olá! Seja bem vindo.

Redução do Ruído

Página Inicial ▾ Orientações ▾ Relatórios ▾ Links Úteis **Contato** Créditos

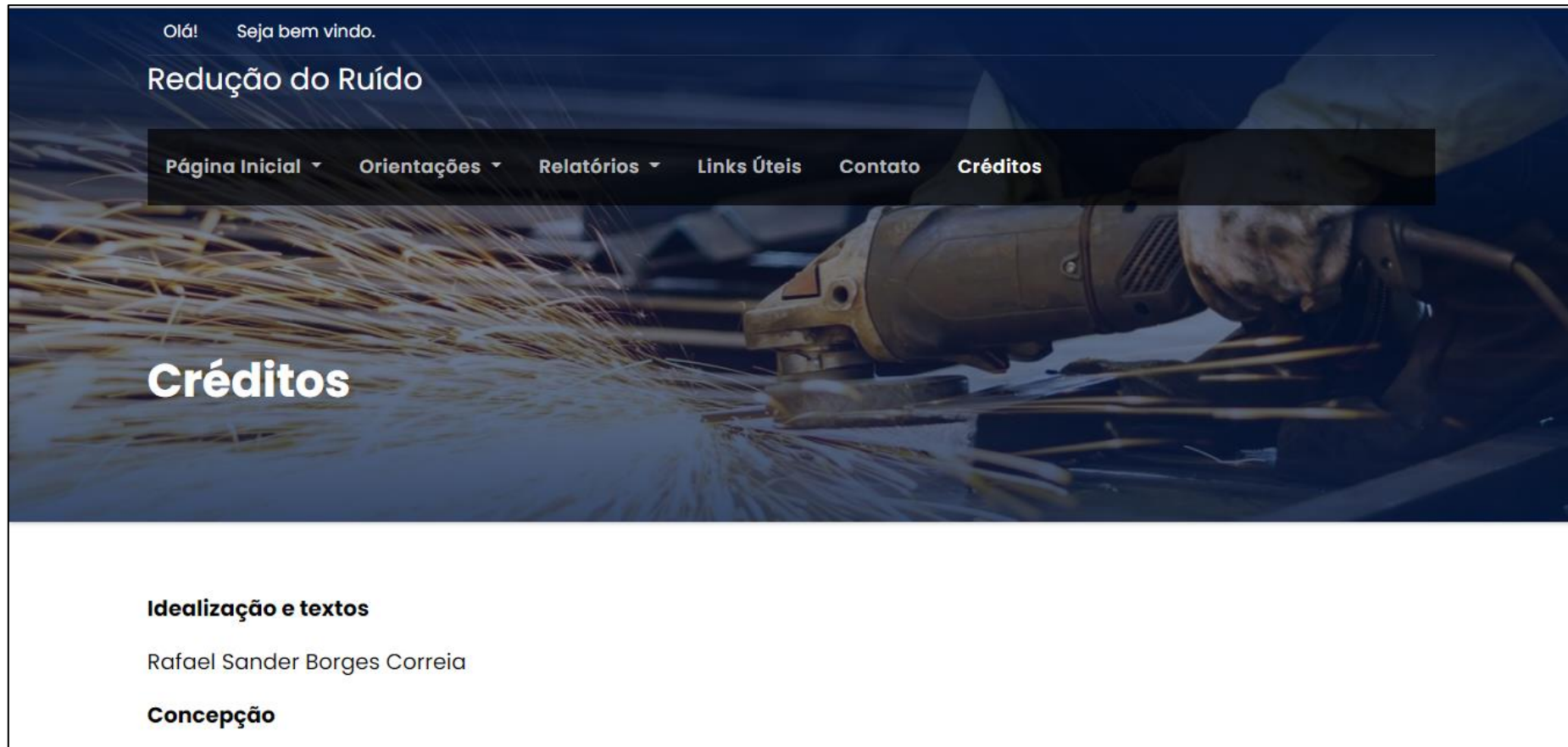
Contato

Envie sua dúvida, recado ou sugestão no campo abaixo:

Nome

Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

Figura 8 - Relação dos envolvidos no processo de elaboração, edição e publicação do *website*.



Fonte: CORREIA, Rafael Sander Borges, 2021.

O modelo do formulário de relatório e as orientações para preenchimento do mesmo (APÊNDICE D) estão disponibilizados no *site*. Foram elaborados pelo autor com a finalidade de padronizar todo material enviado pelos internautas e publicado no *site*. Essa atualização dos dados é de responsabilidade do autor do produto técnico sempre que se fizer necessária.

Orientador e orientando optaram, conjuntamente, pela inserção de um capítulo da dissertação para o produto técnico, levando em consideração a necessidade de se apresentar um único documento para a avaliação dos membros da banca examinadora.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse *website*, foram elaborados, criados e publicados conteúdos coesos relacionados às medidas de controle coletivo para controle do ruído, bem como disponibilizado um modelo de relatório de implantação dessas medidas a fim de padronizar as informações.

Esse produto técnico proporciona a divulgação de exemplos práticos de medidas de controle coletivo do ruído, por meio de relatórios, com orientações técnicas para mitigação da poluição sonora, de forma efetiva, por oferecer as informações pela *internet* e por levar praticidade e comodidade ao interessado, além de torná-las acessíveis sem a imposição de limites espaciais, podendo ser acessado de qualquer lugar.

Ao término desse trabalho, atendendo ao objetivo, tornou-se possível o compartilhamento de exemplos de medidas de engenharia para o controle da poluição sonora em ambiente industrial apresentando experiências na redução dos níveis de ruído e com baixo custo de investimento.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. D. A., BARANAUSKAS, M. C. C., SANTANA, V. F. de. Aprendendo sobre acessibilidade e construção de websites para todos. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Campinas – SP, v. 16, n. 3, set. a dez. de 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2008.16.03.%25p>. Acesso em 23 jun. 2019.
- AMARAL, L. H., AQUINO FILHO, G. F., SOEIRO, S. L., Desenvolvimento de website para apresentação profissional e divulgação de projetos pedagógicos. **Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo**. out. 2018. Disponível em: <<https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/10/desenvolvimento-website.html>>. Acesso em: 17 abr. 2021.
- BASSO, D. **Sistema Gerador de Páginas Web para Propaganda de Produtos**. 2011. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco - PR, 2011. Disponível em: KMPRESS 29/05/2000 (utfpr.edu.br). Acesso em: 15 mai. 2019.
- CAGLIARI *et al.*; Confecção de *website* como ferramenta complementar de ensino de química na graduação. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 9., 2017, Fronteira da Paz. **Anais**. Fronteira da Paz: UNIPAMPA, 2017. Disponível em: <<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/29194>>. Acesso em: 14 abr. 2019.
- CARVALHO, C. L., CHAGAS, F., SILVA, J. C. Um Estudo Sobre os Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo de Código Aberto. **Technical Report**, dez. 2008. Disponível em: <https://telematicafractal.com.br/revista/index.php/telfract/article/view/2>. Acesso em: 29 abr. 2019.
- D'ANDREA, C. Estratégias de produção e organização de informações na web: conceitos para a análise de documentos na internet. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 39-44, set./dez. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-19652006000300004>. Acesso em: 13 jun. 2020.
- MILECK, L. S.; VICENTINI, L. A. Desenvolvimento de sites na web em unidades de informação: metodologias, padrões e ferramentas. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 11. 2000, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: UFSC, 2000. 1 CD-ROM. Disponível em: https://www.bu.ufmg.br/snbu2014/anais_anterior/XI-SNBU/Dados/TrabLiv/t168.pdf. Acesso em: 22 jul. 2019
- RIBEIRO, A. C. C. **Elaboração e Análise do uso de um website de apoio à disciplina de laboratório de química analítica quantitativa**. 2006. 186f. Dissertação de Mestrado - Instituto de Química da Universidade de São Carlos,

São Carlos, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.75.2006.tde-17012007-140704>. Acesso em: 24 abr. 2019.

SALLES, F. **20 melhores ferramentas para criar sites**. jul. 2018. Disponível em: <https://www.apptuts.com.br/tutorial/web/ferramentas-para-criar-sites>. Acesso em: 15 abr. 2020.

TELES, V. S. **Desenvolvimento Web com CMS**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Fluminense, Niterói – RJ, 2018. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/8935/1/TCC_VINICIUS_DA_SILVA_TELES.pdf. Acesso em: 13 jun.2019.

7GRAUS. **Significados**, 2011. Website. Disponível em: www.significados.com.br/website. Acesso em: 25 mai. 2021.

3. CONCLUSÃO GERAL

A poluição sonora gerada pelos processos industriais nas atividades de mineração representa um risco à saúde e bem-estar dos trabalhadores expostos. Outro impacto ambiental causado pela indústria de mineração é a produção de resíduos advindos do seu processo produtivo, tanto líquidos quanto sólidos.

Primeiramente foi realizada a busca de material bibliográfico, relativo à mitigação da poluição sonora a partir do uso de material alternativo, por meio de uma revisão sistemática de literatura. Essa pesquisa confirmou a escassez de material científico voltado para o tema em questão.

Em atendimento aos preceitos sociais e econômicos, de maneira sustentável, esse estudo teve o objetivo de verificar a eficácia na mitigação dos níveis de ruído no laboratório físico da mineração Serra Azul da Arcelor Mittal em Itatiaiuçu/ MG, por meio do reúso da borracha descartada após o término de sua vida útil como correia transportadora de minério.

Nesse contexto, observa-se a viabilidade econômica da implantação das medidas de controle coletivo do ruído bem como sua eficácia na atenuação desses níveis atendendo a hierarquia de medidas de proteção à saúde dos indivíduos expostos a esse risco físico, disposta na legislação trabalhista vigente, NR 15 (BRASIL, 2008).

Foram desenvolvidas medidas de engenharia de controle na fonte do ruído gerado pelo processo de divisão de amostras de minério de ferro, por meio da utilização de borrachas nas guias e gavetas do quarteador de amostras reduzindo assim o impacto entre os materiais densos com a chapa metálica do equipamento. A intervenção na trajetória do ruído se deu a partir da utilização da borracha na execução do enclausuramento do britador de mandíbula, responsável por reduzir a dimensão do material da amostra, tornando menor a reverberação das ondas sonoras no ambiente. Ambas medidas tiveram sua eficácia na mitigação do risco comprovada estatisticamente a partir das devidas aferições dos níveis de ruído realizadas antes e depois de suas implementações.

Ressalta-se que a pesquisa contou com a aplicação de um questionário, aos assistentes de laboratório, acerca da importância de se reduzir os níveis de ruído no ambiente de trabalho.

Os resultados foram satisfatórios no que tange ao conhecimento dos mesmos sobre o tema além da importância deste em suas vidas.

Dessa forma, a fim de proporcionar a divulgação de medidas de controle coletivo do ruído, de maneira sustentável, de forma ampla e gratuita foi criado um *website* como Produto Técnico, desenvolvido em *Wordpress*, possibilitando um fácil acesso aos interessados nesse tema, como estudantes, professores, profissionais das áreas de acústica, segurança, saúde e higiene ocupacional, visando a mitigação dos níveis de pressão sonora contribuindo com a neutralização da insalubridade no ambiente de trabalho tornando uma medida sustentável em termos ambientais, de saúde ocupacional e econômica.

APÊNDICE A - Autorização Prévia da Mina de Serra Azul da ArcelorMittal**Autorização Prévia da Mina Serra Azul da ArcelorMittal****Declaração de Autorização Prévia**

Eu, Juliano Dalla Rosa, engenheiro, na qualidade de gerente em Saúde e Segurança do Trabalho na Mina Serra Azul da ArcelorMittal, situada à Fazenda Córrego Fundo, s/n, Zona Rural, Itatiaiuçu - MG, CEP: 35685-000, autorizo a realização, junto a essa instituição, da pesquisa intitulada "REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE POLUIÇÃO SONORA POR MEIO DA REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DESCARTADOS: Estudo de caso realizado na mineração Serra Azul em Itatiaiuçu – MG", conduzida sob a responsabilidade do pesquisador Rafael Sander Borges Correia e sob orientação do Prof. Hygor Aristides Victor Rossoni do "Curso de Pós-graduação Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental" do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, campus Bambuí (MG), assim como autorizo acesso às cópias dos documentos e áreas necessários à pesquisa, e declaro que esta instituição apresenta infraestrutura necessária à sua realização. Esta autorização somente é válida no caso de haver parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa para a referida Pesquisa.

Itatiaiuçu, 08 de abril de 2020.


Juliano Dalla Rosa - Gerente de SSO
Juliano Dalla Rosa
Gerente Saúde Segurança do Trabalho
CREA - MG02458-D
ArcelorMittal Mineração Serra Azul

APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar de uma pesquisa de estudo da percepção sobre o ruído ocupacional na mina de Serra Azul da ArcelorMittal em Itatiaiuçu – MG. Nessa pesquisa, pretendemos estudar a percepção dos aspectos relacionados ao ruído ocupacional dos trabalhadores da empresa, para desenvolver medidas de controle coletivo para redução do ruído na fonte ou na trajetória a partir do uso de material descartado. O motivo que nos leva a realizar o estudo é a possibilidade de contribuir para uma melhora no índice de implantações de medidas de controle coletivo para redução dos níveis de ruído proporcionando sua multiplicação em outros equipamentos ou processos, redução dos custos com tais implantações e com eventuais pagamentos de insalubridade por exposição a níveis elevados de ruído, melhora na qualidade de vida dos trabalhadores e a redução de material descartado no ambiente. Para essa pesquisa, adotaremos os seguintes procedimentos: reunir e analisar informações coletadas junto aos trabalhadores e junto ao setor de saúde e segurança do trabalho da mina de Serra Azul da ArcelorMittal em Itatiaiuçu – MG sobre o risco físico ruído, e utilizar os resultados para a implantação da medida de controle coletivo para redução do ruído na “afiadora de bits”, que visa reduzir o nível de ruído ao qual os trabalhadores do setor de perfuração e desmonte estão expostos de maneira sustentável.

O recrutamento dos participantes da pesquisa é realizado por meio de convite pessoal, pelo próprio pesquisador responsável, no mesmo momento da pesquisa, abordando os trabalhadores do setor de perfuração e desmonte.

Solicitamos a sua colaboração para realizar uma pesquisa de 5 a 10 minutos, como também sua autorização para utilizar as informações desta pesquisa no mencionado estudo e, conseqüentemente, como informação para o desenvolvimento do referido trabalho, com possibilidade de apresentação dos resultados em minha dissertação de mestrado na área de Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, assim como de publicar em revista científica nacional e/ou internacional. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto. Informamos que os únicos riscos previstos para esta pesquisa são o eventual surgimento de algum desconforto ou inibição diante da observação da atividade do pesquisador e eventual cansaço e acanhamento do participante ao responder as perguntas solicitadas. Como forma de minimizar tais riscos, o procedimento será realizado da forma mais direta e rápida possível e não será adotada nenhuma postura que possa implicar em resposta

forçosa. Fica esclarecido que o Sr.(a) é livre para não responder a uma ou a todas as perguntas, caso assim deseje.

Para participar deste estudo o Sr.(a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disto, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização, conforme assegurado na Resolução 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde. O Sr.(a) tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr.(a) é atendido(a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O(A) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Em caso de utilização de recursos como fotos e gravações feitas durante a pesquisa, voltadas à apresentação desta na minha dissertação de mestrado na área de Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental e em eventos acadêmicos-científicos, não será utilizada, em hipótese alguma, nenhuma imagem que possa identificá-lo. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida ao Sr.(a).

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de um ano após o término da pesquisa. Depois deste tempo, os mesmos serão destruídos.

Os pesquisadores tratarão a identidade do participante com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____,
contato _____, fui
informado(a) dos objetivos da pesquisa de estudo da proposta de medida de controle coletivo para redução do nível de ruído emitido pela “afiadora de bits”, assim como da pretendida utilização dos resultados para desenvolvimento da medida supracitada, de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento

poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Para tanto, declaro que concordo em participar da pesquisa, que recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Nome do Pesquisador Responsável: Rafael Sander Borges Correia
Programa de Pós Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFMG) Campus Bambuí
Endereço:
Telefone: (37) 9 9967.4755
Email: rafaelsanderbc@yahoo.com.br

Orientador: Prof. Dr. Hygor Aristides V. Rossoni
Telefone: (31) 9 9173-0071
E-mail: rossoni@ufv.br

Em caso de discordância ou suspeita de irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
Universidade Federal de Viçosa
Edifício Arthur Bernardes, piso inferior
Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário
Cep: 36570-900 – Viçosa/MG
Telefone: (31) 3899-2492
Email: cep@ufv.br
www.cep.ufv.br

Itatiaiuçu-MG, _____ de _____ de 2020.

Assinatura do participante ou responsável legal

Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE C - Questionário aprovado pelo CEP



Apresentação: Bom dia / Tarde / Noite! Meu nome é Rafael Sander.
Sou estudante do curso de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental pelo IFMG – Campus Bambuí.

Em parceria com a Mina Serra Azul da ArcelorMittal em Itaiapuçu/MG estamos realizando uma pesquisa sobre tecnologia ambiental com intuito de verificar a viabilização da redução do ruído emitido por um equipamento utilizando material descartado.

O/A Sr.(a) poderia colaborar respondendo algumas perguntas?

A - SEXO: 1 - Masculino 2 - Feminino	B - IDADE: 1 - 16 a 17 anos 5 - 45 a 59 anos 2 - 18 a 24 anos 6 - 60 anos ou mais 3 - 25 a 34 anos 7 - Não sei 4 - 35 a 44 anos 8 - Não quero responder
C - ATÉ QUE SÉRIE O SR.(A) CURSOU NA ESCOLA? 1 - Primeiro incom / completo (4ª série) 2 - Ginásio incom / completo (5ª a 8ª série) 3 - 2º Grau incom / completo 4 - Superior incom / completo 5 - Pós-Graduação 6 - Não sei 7 - Não quero responder	D - RENDA BRUTA FAMILIAR: 1 - Até 1 salário mínimo - R\$ 1.045,00 2 - De 1 até 3 salários mínimos - R\$ 1.045,00 a R\$ 3.135,00 3 - De 3 até 6 salários mínimos - R\$ 3.135,00 a R\$ 6.270,00 4 - Acima de 6 salários mínimos - Acima de R\$ 6.270,00 5 - Não sei 6 - Não quero responder
E - QUALIFIQUE SEU INTERESSE PELOS ASSUNTOS RELACIONADOS COM O RUÍDO NO AMBIENTE DE TRABALHO: 1 - Muito interessado 2 - Razoavelmente interessado 3 - Pouco interessado 4 - Nenhum interesse 5 - Não sei 6 - Não quero responder	F - O SENHOR(A) JÁ OUVIU FALAR DE MEDIDAS DE CONTROLE COLETIVO DO RUÍDO? 1-Sim. Na sua opinião o que seria? 2- Não. (Explicar) _____ _____
G - O SENHOR(A) TEM CONHECIMENTO DO QUE O RUÍDO POD CAUSAR NA SAÚDE DO TRABALHADOR? 1 - Sim. Na sua opinião o que seria? 2 - Não. (Explicar) _____ _____	H - EM SUA OPINIÃO A SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS DO RUÍDO NO TRABALHO DEPENDE MAIS: 1 - Do interesse dos trabalhadores 2 - Dos profissionais de saúde e segurança 3 - Da própria empresa 4 - Não sei 5 - Não quero responder 6 - Outra. Qual(is) _____ _____
I - QUAIS AÇÕES O SENHOR(A) REALIZA QUE ACREDITA SER IMPORTANTE PARA EVITAR OS PROBLEMAS DE SAÚDE CAUSADOS PELO RUÍDO? _____ _____ _____	J - PARA O(A) SENHOR(A), QUAIS OS SINTOMAS PODEM SER CAUSADOS PELA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO? _____ _____ _____
K - COMO O SENHOR(A) PERCEBE O RUÍDO GERADO PELA AFIADORA DE BITS ANTES DO ENCLAUSURAMENTO? _____ _____	L - COMO O SENHOR(A) PERCEBE O RUÍDO EMITIDO PELA AFIADORA DE BITS APOS O ENCLAUSURAMENTO? _____ _____
M - O SR.(A) ACREDITA QUE ESSE TIPO DE INTERVENÇÃO PODE AMENIZAR OS EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO NA SUA SAÚDE?	

MUITO OBRIGADO PELA ATENÇÃO. TENHA UM BOM DIA/ TARDE/ NOITE!!!

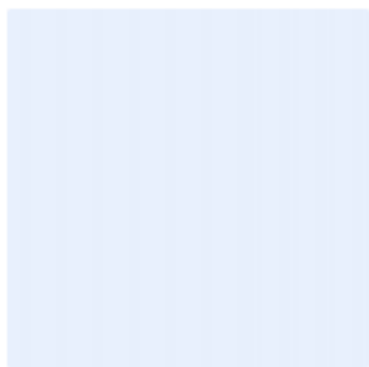
APÊNDICE D - Modelo do formulário de relatório e orientações para preenchimento do mesmo.

<i>www.reducaoderuido.cf</i>	
RELATÓRIO DE IMPLANTAÇÃO DE MEDIDA DE CONTROLE COLETIVO PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO	
Nome do responsável (opcional): <input type="text"/>	
Contatos (opcional): Celular: <input type="text"/> <input type="text"/> <small>DDD Número</small> E-mail: <input type="text"/>	
Tipo de medida de controle coletivo: <input type="radio"/> Na fonte <input type="radio"/> Na trajetória	
Data da Implantação: <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>	
Descrição da atividade/ equipamento: <input type="text"/>	
Descrição da implantação da medida de controle coletivo: <input type="text"/>	

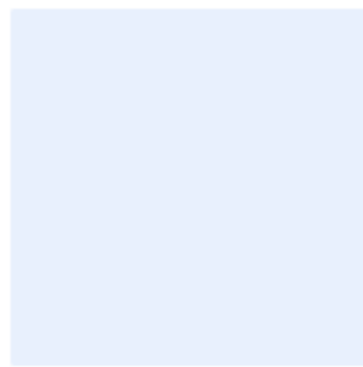
www.reducaoderuido.cf

Ilustração da medida:

Antes



Depois



Resultados encontrados:

Antes

Depois

Conclusão:

Observações:

ORIENTAÇÕES PARA PREENCHIMENTO DO FORMULÁRIO

Este formulário possui campos destinados à identificação do autor, de preenchimento não obrigatório, como:

- “Nome do responsável”, “Contatos” podendo ser número do “Celular” com “DDD” e/ou endereço eletrônico “E-mail”.

Além desses, o formulário dispõe de campos voltados para a medida de controle coletivo de redução do ruído, propriamente dita, de preenchimento obrigatório, com os seguintes campos:

- “Tipo de Medida de Controle Coletivo”, se “Na fonte” ou “Na trajetória” do ruído.

- “Data da Implantação da Medida”;

- “Descrição da atividade/ equipamento”;

- “Descrição da Implantação da Medida de Controle Coletivo”, para que o autor possa detalhar o que foi realizado para a execução da medida como materiais e mão de obra;

- “Ilustração da Medida” onde deve ser inserida uma imagem (.png), de “Antes” e uma de “Depois” da implantação da medida de controle;

- “Resultados encontrados” para preenchimento com os valores (dB (A)) encontrados, por meio de medidas pontuais do ruído ou pela média ponderada encontrada “Antes” e “Depois” da implementação da medida de controle;

- “Conclusão” para que o autor descreva os resultados encontrados;

- “Observações” de livre preenchimento, para quaisquer informações que o autor julgue necessárias para enriquecimento do relatório.

ANEXO A - Fichas cadastrais dos bolsistas de iniciação científica UFV / CNPq

PIBIC-EM/CNPq/UFV 2020-2021
FICHA CADASTRAL

DADOS DO BOLSISTA

NOME: Kamel Bistene Amaral Correa
SÉRIE: Segundo ano do ensino médio **MATRÍCULA:** TE07726
DATA DE NASCIMENTO: 29/10/2002 **SEXO:** Masculino
C.IDENTIDADE nº : MG-21.243.573 **ÓRGÃO EMISSOR :** SSP UF: MG **DATA DA EXPEDIÇÃO:** 26/02/2015

CPF: 120.428.376-10

ENDEREÇO:

RUA/AV: 15 de Novembro Nº: 555 **APTO:** x

BAIRRO: Jardim Petrópolis **CIDADE:** Betim **CEP:** 32655122

TELEFONE DO BOLSISTA: (31) 9 9855 – 4051 **E-MAIL:** secretariadokamel@gmail.com

DADOS BANCÁRIOS DO BANCO DO BRASIL (CONTA CORRENTE E NOMINAL)

AGÊNCIA: 8073-X **CONTA:** 4.620-5

PERÍODO: setembro de 2020 a agosto de 2021.

DADOS DO PROJETO

TÍTULO DO PROJETO:

REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA POR MEIO DA REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DESCARTADOS: Estudo de caso realizado na mineração Serra Azul em Itatiaiuçu – MG

ÁREA DE CONHECIMENTO: Ciências Exatas e Tecnológicas (Área: Ciências Ambientais; Engenharia Sanitária e Ambiental)

PALAVRAS – CHAVES (3) Reuso de Materiais; Ruídos; Atividade Industrial

DADOS DO ORIENTADOR

NOME DO (A) ORIENTADOR (A): Hygor Aristides Victor Rossoni

Matr. UFV: 8534-0

DATA DE NASCIMENTO: 03 / 06 / 1980 **RG:** 1.360.081-ES **CPF:** 086694407-92

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas (IEF) da Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal

E-MAIL: rossonih@ufv.br

TELEFONE PARA CONTATO: (31) 999173-0071

FLORESTAL, 28 DE AGOSTO DE 2020.

ASSINATURA DO(A) ORIENTADOR(A):



Mat. UFV: 8534.0

ASSINATURA DO (A) BOLSISTA:





UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
36570-900 - VIÇOSA - MG - BRASIL

TERMO DE COMPROMISSO PIBIC CNPq 2020-2021

DECLARAMOS, para fins legais junto ao PIBIC UFV, que a bolsa por nós requerida atende aos requisitos exigidos no Edital e estamos de acordo com os compromissos abaixo assumidos:

Compromissos do Estudante:

1. Cumprir com as atividades constantes do plano de trabalho proposto no ato da inscrição, em jornada de **20 (vinte) horas semanais de trabalho**.
 2. Não adquirir vínculo empregatício e não acumular bolsa de qualquer natureza, inclusive da própria Instituição (incluindo bolsas de outros programas, exceto auxílios manutenção, alimentação e moradia).
 3. Fazer referência à sua condição de bolsista do PIBIC UFV e da Agência de Fomento correspondente, nas publicações e trabalhos apresentados.
 4. Devolver ao PIBIC UFV, em valores atualizados, a(s) mensalidade(s) recebida(s) indevidamente, caso haja descumprimento dos requisitos e compromissos estabelecidos.
 5. É vedado o recebimento de bolsa referente a período após a colação de grau.
 6. Apresentar o Relatório Final de atividades, ao orientador, **no mês subsequente ao término de vigência da bolsa**, conforme modelo disponível no site da PPG (www.ppg.ufv.br), na aba Iniciação Científica.
 7. Não estar registrado no Serviço de Estágios da UFV, exercendo as mesmas atividades e sob a mesma orientação.
 8. Apresentar, preferencialmente ao término do período da bolsa, os resultados do projeto no Simpósio de Integração Acadêmica da UFV (SIA/UFV) ou outro evento técnico-científico da mesma natureza. A critério do bolsista e do orientador, a apresentação também poderá se dar durante a vigência da bolsa.
- * A retirada do Certificado se dará somente após a entrega do Relatório Final e a apresentação no SIA ou evento técnico-científico da mesma natureza.

Compromissos do Orientador:

1. Orientar o bolsista nas distintas fases do trabalho científico, incluindo: a elaboração do relatório final e do material para apresentação dos resultados em congressos, seminários, etc.
2. Acompanhar a exposição (pânel ou oral) do seu bolsista, por ocasião do Simpósio de Integração Acadêmica da UFV.
3. Incluir o nome do bolsista nas publicações e nos trabalhos apresentados em congressos e seminários, cujos resultados tiveram a participação efetiva do bolsista de iniciação científica.
4. Solicitar cancelamento da bolsa do estudante que: apresentar desempenho insatisfatório, descumprir o plano de trabalho, estabelecer vínculo empregatício durante a vigência da bolsa ou por motivo de colação de grau.
5. É vedado ao orientador repassar a outro docente a orientação de seu(s) bolsista(s). Em caso de impedimento eventual do orientador, a bolsa retorna à PPG, sendo repassada ao professor melhor classificado do mesmo Departamento.
6. Responsabilizar-se pelo acompanhamento da frequência e desempenho do bolsista. Caso haja necessidade de cancelamento ou substituição do mesmo, deverá informar a PPG, impreterivelmente, até o dia 10 de cada mês.
7. Não registrar o bolsista no Serviço de Estágios da UFV, exercendo as mesmas atividades e sob a mesma orientação.
8. Entregar o Relatório Final de atividades, via SISPPG, conforme modelo disponível no site da PPG (www.ppg.ufv.br), no mês subsequente ao término de vigência da bolsa.

INADIMPLÊNCIA: O estudante/bolsista e o professor/orientador serão considerados inadimplentes, junto ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica caso não cumpram as exigências supracitadas.

Atenção: A inadimplência acarreta a exclusão do estudante/bolsista e do professor/orientador dos próximos Editais.

Substituição de bolsista:

1. O orientador poderá solicitar, a seu critério, a substituição do bolsista mediante solicitação formal à PPG, com exposição de motivos. (O novo bolsista deve ter CRA mínimo do curso, conforme Edital). As substituições devem ser solicitadas do dia 1º ao dia 10 do mês de referência.
2. No caso de substituição, o bolsista substituído deve apresentar ao orientador um relatório contendo as atividades desenvolvidas durante o período em que participou do projeto. Neste caso, o bolsista substituído assume as responsabilidades de confecção do Relatório Final e de apresentação no SIA. O Relatório Final deverá conter todas as atividades desenvolvidas ao longo do projeto.

Assinatura:

Hygor A. Victor Robsoni
HYGOR ARISTIDES VICTOR ROSSONI
CPF: 08609440792

Assinatura:

Viçosa, 24 de julho de 2020
Lailane Ferreira da Silva
Lailane Ferreira da Silva
CPF: 14427323693

FICHA CADASTRAL - PIBIC/CNPq 2020-2021

DADOS DO BOLSISTA

Nome: Laiane Ferreira da Silva **Matrícula:** 20009666
Curso: Tecnologia em Gestão Ambiental **Período:** 5
Data de nascimento: 20/06/2000 **Sexo:** F
RG: MG 21.317.768 **Órgão emissor:** PC **UF:** MG **CPF:** 14427323693
Telefone: 3136657726 **E-mail (UFV):** laiane.ferreira@ufv.br
Endereço: Rua Contorno 603
Bairro: Centro
Cidade: Confins **CEP:** 33500-000

Banco: 001 **Agência:** 2241-1 **Conta corrente:** 49.200-0

(Somente conta corrente e nominal)

Período de atividades: 01/08/2020 a 31/07/2021

DADOS DO PROJETO

Título do projeto: REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA POR MEIO DA REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS

Área de Conhecimento (CNPq): Engenharias - Engenharia Sanitária - Controle da Poluição

Palavras-Chave: Controle ambiental, Medidas de controle, Ruído, Reuso de materiais, Conforto acústico.

DADOS DO ORIENTADOR

Nome: HYGOR ARISTIDES VICTOR ROSSONI **Matrícula:** 8534
Departamento / Instituto: Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas
Data de nascimento: 03/06/1980
CPF: 08669440792
Telefone: 3135121617 **E-mail (UFV):** rossoni@ufv.br

Viçosa 19 de julho de 2020.

Assinatura do(a) Orientador(a):

Hygor A. Victor Rossini

Assinatura do(a) Bolsista:


Laiane Ferreira da Silva

ANEXO B - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

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: Anexo I da Norma Regulamentadora nº 15 do Ministério do Trabalho e Emprego/08.

ANEXO C - Mapa de riscos do Laboratório Físico da Mina de Serra Azul da Arcelor Mittal



Mapa de Riscos
LABORATÓRIO FÍSICO


RECOMENDAÇÕES BÁSICAS DE SEGURANÇA:

Riscos Físicos:
RUIDO:
O ruído pode causar zumbido, estresse, cansaço, irritação e outros problemas à saúde. Comunique ao supervisor se algum equipamento gerar ruído anormal. Utilize o protetor auricular sempre que necessário.
CALOR:
A exposição ao calor excessivo sem proteção pode causar estresse, cansaço, sudorese intensa, irritação, câimbras e dores musculares, lesões por queimadura e confusão mental. Faça uso de equipamentos de proteção coletiva (sistemas de ventilação, bloqueio etc.) e individual, procurando mantê-los sempre em bom estado de funcionamento. Evite a exposição por tempo prolongado e, quando for necessário executar tarefa que demande maior tempo em local onde há exposição a calor excessivo, faça revezamento. Após manter exposição ao calor, evite contato imediato com baixas temperaturas.

Riscos Químicos:
POEIRA:
A poeira, além do incômodo e desconforto, pode causar danos ao aparelho respiratório. Trabalhe sempre procurando evitar a dispersão da poeira. Quando obrigatório, use a proteção respiratória.

Riscos Ergonômicos:
Para evitar lombalgias, dores musculares e cansaço, procure adotar uma postura correta. Adapte o seu ambiente de trabalho (móveis, cadeiras, comandos, painéis, etc.) à sua estatura. Ao se abaixar para suspender carga ou objeto, flexione as pernas e não a coluna. Trabalhe sempre de acordo com sua capacidade física. Solicite ajuda quando necessário. Em caso de mal estar, imediatamente evite realizar operações que ofereçam riscos. Procure cultivar bons hábitos de saúde como fazer caminhadas/exercícios evitando assim a vida sedentária e reduzindo os níveis de estresse.

Riscos de Acidentes:
ELETRICIDADE:
Dependendo da forma que se dá o contato com a corrente elétrica, podem ocorrer acidentes graves. Por isso, é necessário que as instalações elétricas estejam em boas condições. Qualquer serviço que envolva eletricidade deve ser realizado apenas por eletricitista treinado, que deverá utilizar equipamentos de proteção e realizar a operação em conformidade com as normas de segurança.
SUPERFÍCIES AQUECIDAS:
O contato com superfícies aquecidas ou calor intenso sem proteção pode causar queimaduras graves. Faça uso dos equipamentos de proteção coletiva (bloqueios, isolamento etc.) e individual (luvas, pinças). Identifique as peças aquecidas.
PROBABILIDADE DE INCÊNDIO:
Nos locais de risco de incêndio deve-se redobrar a atenção com chamas, faíscas, centelhas ou cigarros acesos. Mantenha o local de trabalho limpo e organizado. Evite deixar papéis, estopas sujas ou outros materiais espalhados. É importante saber a localização dos extintores de incêndio, e usá-los corretamente. Não sobrecarregue as tomadas elétricas. No final da jornada de trabalho, verifique se todos equipamentos eletro-eletrônicos foram desligados.
PRENSAMENTO DE MEMBROS:
Mantenha as máquinas e equipamentos com as proteções coletivas. Fique atento para não posicionar mãos e pés em locais ou pontos de risco como engrenagens em movimento, polias e bordas de materiais cortantes ou perfurantes. Antes de iniciar a manutenção em máquinas ou equipamentos, certifique-se de que estes estão desligados e bloqueados. Quando necessário, use luvas, porém longe de polias, fundeiras, partes móveis. As luvas reduzem a gravidade da lesão, mas não evitam o acidente.
PROJEÇÃO DE PARTICULAS:
Partículas projetadas podem causar lesões nos olhos e outras partes do corpo. Nas áreas de risco o uso de óculos de segurança é obrigatório. Se necessário isole a área para evitar que pessoas desavisadas sejam atingidas.
SUPERFÍCIE AQUECIDA:
O contato com superfícies aquecidas ou calor intenso sem proteção pode causar queimaduras graves. Faça uso dos equipamentos de proteção coletiva (bloqueios, isolamento e etc.) e individual (luvas, pinças e etc.). Identifique as peças aquecidas.




● - poeira
● - corte, prensamento, perfurações
● - agarramento por partes móveis
● - projeção de partículas
● - superfícies aquecidas
● - calor
● - ruído
● - levantamento e transporte manual de peso
● - esforço físico
● - eletricidade


■ RISCOS FÍSICOS ■ RISCOS QUÍMICOS ■ RISCOS DE ACIDENTES ■ RISCOS ERGONÔMICOS ■ RISCOS BIOLÓGICOS


INTENSIDADE DOS RISCOS:

PEQ. MÉDIA GRANDE






EPI's básicos para esta área:
















ANEXO D - Monitoramento ambiental dos riscos para a função Assistente de Laboratório do Laboratório Físico da Mina de Serra Azul da Arcelor Mittal

	LAUDO TÉCNICO DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO TRABALHO ARCELORMITTAL BRASIL S.A. – MINA SERRA AZUL Fazenda Córrego Fundo, s/nº – Zona Rural – Município de Itatuiçu – MG	Ref.:	Página:					
		LTCAT	108					
SETOR: LABORATÓRIO FÍSICO		FUNÇÃO: ASSISTENTE DE LABORATÓRIO						
		CBO: 8181-05	GHE: 21					
DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS ATIVIDADES: ✓ Responder pelo recebimento, identificação, preparação, informe de resultado das análises físicas de materiais recebidos no setor, bem como interagir com laboratório químico para obter informações sobre amostras encaminhadas para análise.								
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO LOCAL DE TRABALHO: - O Laboratório Físico está instalado em um galpão coberto com telhas galvanizadas, pé direito com 4 m aproximadamente, piso em cimento, paredes em alvenaria com revestimento em pintura, ventilação e iluminação natural e artificial.								
REGISTROS AMBIENTAIS:								
AGENTE	FATOR DE RISCO	INTENSIDADE / CONCENTRAÇÃO	TÉCNICA UTILIZADA	LIMITE DE TOLERÂNCIA	EPC Eficaz (Sim / Não / N.A.)	EPI Eficaz (Sim / Não / N.A.)	C.A. EPI	CÓDIGO GFIP
FÍSICOS	Ruído	86,6 dB (A)	Dosimetria	85,0 dB (A)	Não	Sim	5742 27972	4
	Calor	22,2° C	Avaliação do IBUTG	27,5° C	N.A.	N.A.	N.A.	-
	Radiação Solar (Radiação não ionizante)	-	Critério Qualitativo	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	-
QUÍMICOS	Poeira mineral	0,79 mg/m ³	Amostragem do ar / Difração de RX	4,00 mg/m ³	Sim	N.A.	N.A.	-
BIOLÓGICO	Não evidenciado	-	-	-	-	-	-	-
MEDIDAS DE CONTROLE / TECNOLOGIAS DE PROTEÇÃO EXISTENTE(S):								
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Medidas de caráter administrativo ou de organização do trabalho: <ul style="list-style-type: none"> - Os trabalhadores são submetidos a treinamentos e exames médicos periodicamente; - Fiscalização do uso efetivo de EPI's e EPC's por parte dos empregados e prestadores de serviços. ➤ Medidas de proteção coletiva: <ul style="list-style-type: none"> - Umectação das vias não pavimentadas da mina, com uso de caminhão pipa. - Lava olhos e chuveiro de emergência. ➤ Medidas de proteção individual: <ul style="list-style-type: none"> - Fornecimento gratuito e reposição periódica de capacete de segurança marca MSA, CA 8304, Botina de segurança marca Marluvas CA 18056/28011; respiradores semifaciais PFF2, CA 5657 contra poeira; protetores auditivos marca 3M, tipo plug de inserção, CA 5745 com atenuação de 18 dB(A) e/ou abafador de ruído tipo concha, marca MSA, CA 15.623 com atenuação de 26 dB(A) e CA 27.972 com atenuação de 22 dB(A); óculos de segurança ampla visão marca MSA, CA 27692, para uso do trabalhador. 								
PARECER TÉCNICO:								
- As informações obtidas por mim durante a diligência pericial e os resultados das avaliações e das análises técnicas realizadas são suficientes para concluir que:								
a) O nível de ruído médio integrado 86,6 dB(A) do GHE-21 encontra-se acima do limite de tolerância 85 dB(A) , fixado pelo Anexo 1 da NR-15 para uma jornada diária de 8 horas, cuja intensidade, é prejudicial à saúde e integridade física do trabalhador, conforme a Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego.								
<u>Dos enquadramentos normativos:</u> De acordo com o Anexo 1 da NR-15 e a tabela de graus de insalubridade da Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego, as atividades ou operações que exponham trabalhadores à níveis de ruído contínuo ou intermitente superior ao limite de tolerância, sem proteção adequada, serão consideradas insalubres, conferindo ao trabalhador que dedica a essa atividade ou operação, adicional de insalubridade classificado em grau médio (20%), incidente sobre o salário, sem os acréscimos resultantes de gratificações, prêmios ou participações nos lucros da empresa.								
<u>Da neutralização:</u> A execução de atividades em locais cujos níveis de ruído estejam acima do limite de tolerância permitido, exige cuidados pessoais, que devem ser tomados com a utilização de equipamentos de proteção individuais – EPI's, tais como PROTETORES AUDITIVOS DE INSERÇÃO, TIPO PLUG ou ABAFADOR DE RUIDO, TIPO CONCHA fornecidos com periodicidade prevista em normas ou procedimentos internos aprovados pelo SESMT. Devem ainda ser realizados treinamentos periódicos abordando os procedimentos de manutenção, conservação, guarda, higienização, reposição dos Equipamentos de Proteção Individual – EPI's. Ademais, todo fornecimento de EPIs deve ser registrado na ficha de controle de distribuição de EPI's e atender rigorosamente ao prazo previsto para reposição dos mesmos. Essas medidas preventivas quando adotadas sistematicamente, NEUTRALIZAM A INSALUBRIDADE em relação ao agente físico ruído.								
<u>Das medidas de controle constatadas:</u> O Empregador comprovou através da documentação apresentada pelo SESMT e verificação in loco, a adoção de medidas efetivas de controle administrativo e pessoal, dentre as quais, submete seus trabalhadores a treinamentos, a exames médicos e fornecimento de protetores auditivos tipo plug de inserção, marca 3M, CA 5745 e abafadores tipo concha, marca MSA, CA 15.623 / 27.972 com atenuação de 26 e 22 dB(A). Razão pela qual, foi NEUTRALIZADA A INSALUBRIDADE em relação ao agente físico ruído.								
b) O Assistente de Laboratório no cumprimento de suas atribuições desenvolve atividades a céu aberto com exposição habitual e intermitente à radiação solar. Entretanto, não há previsão legal, o trabalho a céu aberto sujeito à radiação solar (raios UVA e UVB), para enquadramento de atividades elencadas como insalubres no anexo 7 da NR-15.								

	LAUDO TÉCNICO DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO TRABALHO			Ref.:	Página:
	ARCELORMITTAL BRASIL S.A. – MINA SERRA AZUL Fazenda Córrego Fundo, s/nº – Zona Rural – Município de Itatiaiuçu – MG			LTCAT	109
SETOR:	LABORATÓRIO FÍSICO	FUNÇÃO:	ASSISTENTE DE LABORATÓRIO	CBO:	GHE:
				8181-05	21
PARECER TÉCNICO:					
<p>c) A avaliação de sobrecarga térmica realizada em 04/11/2016 próximo as fontes de calor das bancadas de secagem de amostras do laboratório físico, demonstram que o IBUTG = 22,2º C, relacionado com a taxa de metabolismo M = 287,5 Kcal/h, encontra-se abaixo do limite de tolerância (27,5º C) fixado pelo quadro nº 2, Anexo 3, NR-15 da Portaria 3.214 do Ministério do Trabalho e Emprego.</p> <p>d) A concentração média de poeira mineral respirável 0,79 mg/m³ do GHE-21, encontra-se abaixo do limite de tolerância (4,00 mg/m³), fixado pelo Anexo 12 da NR-15 da Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego, restando comprovada a eficácia das medidas de proteções coletivas adotadas pelo empregador, através da umectação das vias não pavimentadas.</p> <p>- QUANTO A INSALUBRIDADE: O Assistente de Laboratório exerce atividade exposto em caráter habitual e permanente, não ocasional nem intermitente a níveis de ruído acima do limite de tolerância, cuja intensidade, conforme a portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego, é insalubre/prejudicial a saúde e a integridade física do trabalhador, restando comprovado o trabalho em condições especiais. No entanto, o Empregador comprovou a adoção de medidas efetivas de controle administrativo e pessoal, dentre as quais, submete periodicamente seus trabalhadores a treinamentos, a exames médicos e fornecimento de protetores auditivos marca 3M, tipo plug de inserção, CA 5745 com atenuação de 18 dB(A) ou abafador de ruído tipo concha, marca MSA, CA 27.972 com atenuação de 22 dB(A). Razão pela qual, foi NEUTRALIZADA A INSALUBRIDADE em relação ao agente físico ruído.</p> <p>De acordo com o item 2.0.1 do Anexo IV do Decreto 3.048/99 do Regulamento da Previdência Social, o trabalhador exposto a Níveis de Exposição Normalizados superiores a 85 dB(A), fazem jus à aposentadoria especial de 25 anos de trabalho.</p> <p>A súmula nº 9, de 13 de outubro de 2003 estabelece que "o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI), ainda que elimine a insalubridade, no caso de exposição a ruído, não descaracteriza o tempo de serviço especial prestado".</p> <p>- QUANTO A PERICULOSIDADE: As atividades/área de trabalho do Assistente de Laboratório não enquadram entre aquelas consideradas perigosas na forma da lei.</p>					
RESP. TÉCNICO:	Júlio César Ladela Oliveira Silva ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO	CREA/MG:	53.133/D	NIT:	123.00883.32-7
		DATA:	29 / 12 / 2016	VISTO:	

ANEXO E - Ordens de serviço para execução do enclausuramento do britador de mandíbula BTM – 01. Em destaque encontra-se o número de horas destinadas para tal

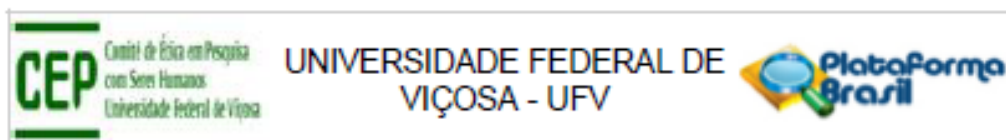
Ordem	XC02 2004001	PREPARAR CORTINA DE BORRACHA E REVESTIR		
PREPARAR CORTINA DE BORRACHA E REVESTIR ESTRUTURA PARA ENCLAUSURAR O BRITADOR.				
PREPARAR CORTINA DE BORRACHA E REVESTIR ESTRUTURA PARA ENCLAUSURAR O BRITADOR				
Stat.sist.	ENTE CONF IMPR CAPC DMNV NOLQ SCDM		CONC	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> DdsCabeç. Operações Componentes Custos Objetos Dados adic. Localiz. </div>				
Responsáveis				
Gr.planej.	X01 / SA20	Man Ind Mecanica	Nota	5540164 
CenTrabRes	MEC1_PRV / SA20	MECÂNICO PREVE...	Custos	0,00 BRL
			TipoAtvMnt	X83 Corretiva progr...
			CondInst	1 Em serviço (Equ
Datas				
InícioBase	15.12.2020	Prioridade	2-Elevado 	
Fim-base	15.12.2020	Revisão		
Objeto de referência				
LocInstal.	MSA-07-02	LABORATORIO FISICO		
Equipam.	MSA-BTM01	BRITADOR DE MANDÍBULA 01		
Conjunto				
1ª operação				
Operação	* REALIZAR PREENCHIMENTO DA PTE:		ChCál	Atualiz.manualm. 
CtrTr/Ctro	MEC1_PRV / SA20	ChvContr	PM01	Tp.ativ. <input type="checkbox"/> MAP
Trb.empr.	8,0 H	Número	1	Dur.Oper. 8,0 H <input type="checkbox"/> Cmp
Nº pessoal	0			

Ordem	XC02 2004002	INSTALAR ESTRUTURA PARA ENCLAUSURAMENT...
<p>INSTALAR ESTRUTURA PARA ENCLAUSURAMENTO DO BRITADOR.</p> <p>INSTALAR ESTRUTURA PARA ENCLAUSURAMENTO DO BRITADOR.</p>		
Stat.sist.	ENTE CONF IMPR CAPC DMNV NOLQ SCDM	CONC
<p>DdsCabeç. Operações Componentes Custos Objetos Dados adic. Localiz.</p>		
<p>Responsáveis</p> <p>Gr.planej. X01 / SA20 Man Ind Mecanica</p> <p>CenTrabRes MEC1_PRV / SA20 MECÂNICO PREVE...</p> <p>Nota 5558621</p> <p>Custos 0,00 BRL</p> <p>TipoAtvMnt X83 Corretiva progr...</p> <p>CondInst 1 Em serviço (Equ</p>		
<p>Datas</p> <p>InícioBase 17.12.2020 Prioridade 2-Elevado</p> <p>Fim-base 17.12.2020 Revisão</p>		
<p>Objeto de referência</p> <p>LocInstal. MSA-07-02 LABORATORIO FISICO</p> <p>Equipam. MSA-BTM01 BRITADOR DE MANDÍBULA 01</p> <p>Conjunto</p>		
<p>1ª operação</p> <p>Operação * REALIZAR PREENCHIMENTO DA PTE: ChCál Atualiz.manualm.</p> <p>CtrTr/Ctro MEC1_PRV / SA20 ChvContr PM01 Tp.ativ. MAP</p> <p>Trb.empr. 8,0 H Número 1 Dur.Oper. 8,0 H Cmp</p> <p>Nº pessoal 0</p>		

Ordem	<input type="text" value="KC02"/>	<input type="text" value="2004004"/>	PREPARAR E INSTALAR PORTA DE ACESSO NO E																																						
PREPARAR E INSTALAR PORTA DE ACESSO NO ENCLAUSURAR DO BRITADOR.																																									
PREPARAR E INSTALAR PORTA DE ACESSO NO ENCLAUSURAR DO BRITADOR..																																									
EXECUTANTES: LUCILANIO / JOSIEL																																									
Stat.sist.	<input type="text" value="ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM"/>				<input type="text" value="CONC"/>																																				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> DdsCabeç. Operações Componentes Custos Objetos Dados adic. Localiz. </div>																																									
<table border="1"> <tr> <td colspan="4">Responsáveis</td> <td>Nota</td> <td><input type="text" value="5569456"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gr.planej.</td> <td><input type="text" value="X01"/></td> <td><input type="text" value="SA20"/></td> <td>Man Ind Mecanica</td> <td>Custos</td> <td><input type="text" value="0,00"/></td> <td colspan="2">BRL</td> </tr> <tr> <td>CenTrabRes</td> <td><input type="text" value="MEC1_PRV"/></td> <td><input type="text" value="SA20"/></td> <td>MECÂNICO PREVE...</td> <td>TipoAtvMnt</td> <td><input type="text" value="X83"/></td> <td colspan="2">Corretiva progr...</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td>CondInst</td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td colspan="2">Em serviço (Equ</td> </tr> </table>							Responsáveis				Nota	<input type="text" value="5569456"/>			Gr.planej.	<input type="text" value="X01"/>	<input type="text" value="SA20"/>	Man Ind Mecanica	Custos	<input type="text" value="0,00"/>	BRL		CenTrabRes	<input type="text" value="MEC1_PRV"/>	<input type="text" value="SA20"/>	MECÂNICO PREVE...	TipoAtvMnt	<input type="text" value="X83"/>	Corretiva progr...						CondInst	<input type="text" value="1"/>	Em serviço (Equ				
Responsáveis				Nota	<input type="text" value="5569456"/>																																				
Gr.planej.	<input type="text" value="X01"/>	<input type="text" value="SA20"/>	Man Ind Mecanica	Custos	<input type="text" value="0,00"/>	BRL																																			
CenTrabRes	<input type="text" value="MEC1_PRV"/>	<input type="text" value="SA20"/>	MECÂNICO PREVE...	TipoAtvMnt	<input type="text" value="X83"/>	Corretiva progr...																																			
				CondInst	<input type="text" value="1"/>	Em serviço (Equ																																			
<table border="1"> <tr> <td colspan="4">Datas</td> <td>Prioridade</td> <td><input type="text" value="2-Elevado"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>InícioBase</td> <td><input type="text" value="15.01.2021"/></td> <td colspan="2"></td> <td>Revisão</td> <td><input type="text"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fim-base</td> <td><input type="text" value="15.01.2021"/></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>							Datas				Prioridade	<input type="text" value="2-Elevado"/>		InícioBase	<input type="text" value="15.01.2021"/>			Revisão	<input type="text"/>		Fim-base	<input type="text" value="15.01.2021"/>																			
Datas				Prioridade	<input type="text" value="2-Elevado"/>																																				
InícioBase	<input type="text" value="15.01.2021"/>			Revisão	<input type="text"/>																																				
Fim-base	<input type="text" value="15.01.2021"/>																																								
<table border="1"> <tr> <td colspan="4">Objeto de referência</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>LocInstal.</td> <td><input type="text" value="MSA-07-02"/></td> <td colspan="2">LABORATORIO FISICO</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Equipam.</td> <td><input type="text" value="MSA-BTM01"/></td> <td colspan="2">BRITADOR DE MANDÍBULA 01</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Conjunto</td> <td><input type="text"/></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>							Objeto de referência							LocInstal.	<input type="text" value="MSA-07-02"/>	LABORATORIO FISICO					Equipam.	<input type="text" value="MSA-BTM01"/>	BRITADOR DE MANDÍBULA 01					Conjunto	<input type="text"/>												
Objeto de referência																																									
LocInstal.	<input type="text" value="MSA-07-02"/>	LABORATORIO FISICO																																							
Equipam.	<input type="text" value="MSA-BTM01"/>	BRITADOR DE MANDÍBULA 01																																							
Conjunto	<input type="text"/>																																								
<table border="1"> <tr> <td colspan="7">1ª operação</td> </tr> <tr> <td>Operação</td> <td colspan="3"><input type="text" value="* REALIZAR PREENCHIMENTO DA PTE:"/></td> <td></td> <td><input type="text" value="ChCál"/></td> <td><input type="text" value="Atualiz.manualm."/></td> </tr> <tr> <td>CtrTr/Ctro</td> <td><input type="text" value="MEC1_PRV"/></td> <td><input type="text" value="SA20"/></td> <td>ChvContr</td> <td><input type="text" value="PM01"/></td> <td>Tp.ativ.</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Trb.empr.</td> <td><input type="text" value="8,0"/></td> <td><input type="text" value="H"/></td> <td>Número</td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td>Dur.Oper.</td> <td><input type="text" value="8,0"/></td> </tr> <tr> <td>Nº pessoal</td> <td><input type="text" value="0"/></td> <td colspan="2"></td> <td></td> <td><input type="text" value="H"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>							1ª operação							Operação	<input type="text" value="* REALIZAR PREENCHIMENTO DA PTE:"/>				<input type="text" value="ChCál"/>	<input type="text" value="Atualiz.manualm."/>	CtrTr/Ctro	<input type="text" value="MEC1_PRV"/>	<input type="text" value="SA20"/>	ChvContr	<input type="text" value="PM01"/>	Tp.ativ.	<input type="text"/>	Trb.empr.	<input type="text" value="8,0"/>	<input type="text" value="H"/>	Número	<input type="text" value="1"/>	Dur.Oper.	<input type="text" value="8,0"/>	Nº pessoal	<input type="text" value="0"/>				<input type="text" value="H"/>	<input type="text"/>
1ª operação																																									
Operação	<input type="text" value="* REALIZAR PREENCHIMENTO DA PTE:"/>				<input type="text" value="ChCál"/>	<input type="text" value="Atualiz.manualm."/>																																			
CtrTr/Ctro	<input type="text" value="MEC1_PRV"/>	<input type="text" value="SA20"/>	ChvContr	<input type="text" value="PM01"/>	Tp.ativ.	<input type="text"/>																																			
Trb.empr.	<input type="text" value="8,0"/>	<input type="text" value="H"/>	Número	<input type="text" value="1"/>	Dur.Oper.	<input type="text" value="8,0"/>																																			
Nº pessoal	<input type="text" value="0"/>				<input type="text" value="H"/>	<input type="text"/>																																			

Ordem	XC02	2067484	INSTALAÇÃO DO ENCLAUSURADOR NO BRITADO...	
<p>INSTALAÇÃO DO ENCLAUSURADOR NO BRITADOR.</p> <p>INSTALAÇÃO DO ENCLAUSURADOR NO BRITADOR.</p> <p>EXECUTANTES: LUCILANIO / JOSIEL</p>				
Stat.sist.	ENTE CONF IMPR CAPC DMNV NOLQ SCDM			CONC
<p>DdsCabeç. Operações Componentes Custos Objetos Dados adic. Localiz.</p>				
Responsáveis				
Gr.planej.	X01 / SA20	Man Ind Mecanica		Nota
CenTrabRes	MEC1_PRV / SA20	MECÂNICO PREVE...		5607297
				Custos
				0,00
				TipoAtvMnt
				X11 Mecânica
				CondInst
				1 Em serviço (Equ
Datas				
InícioBase	19.02.2021	Prioridade	2-Elevado	
Fim-base	19.02.2021	Revisão		
Objeto de referência				
LocInstal.	MSA-07-02	LABORATORIO FISICO		
Equipam.	MSA-BTM01	BRITADOR DE MANDÍBULA 01		
Conjunto				
1ª operação				
Operação	* REALIZAR PREENCHIMENTO DA PTE:		ChCál	Atualiz.manualm.
CtrTr/Ctro	MEC1_PRV / SA20	ChvContr	PM01	MAP
Trb.empr.	8,0	H	Número	1
Nº pessoal	0		Dur.Oper.	8,0
				H Cmp

ANEXO F - Parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa – UFV



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Redução da pressão sonora por meio da reutilização de materiais descartados: estudo de caso realizado na mineração Serra Azul em Itatiaiuçu - MG

Pesquisador: HYGOR ARISTIDES VICTOR ROSSONI

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 30926720.9.0000.5153

Instituição Proponente: Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas Florestal

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

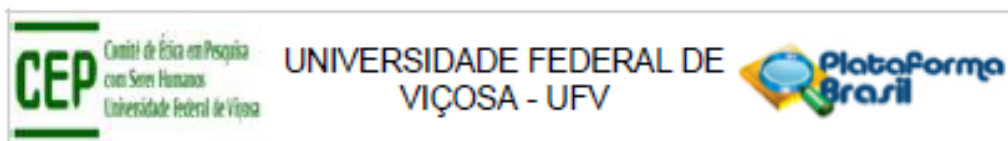
Número do Parecer: 4.033.369

Apresentação do Projeto:

A pesquisa envolve uma proposta de medida de controle coletiva para redução do ruído emitido por um equipamento ou processo. Trata-se da realização do enclausuramento do equipamento denominado afiadora de bits a partir da utilização de material descartado no processo industrial de extração e beneficiamento de minério de ferro da mina de Serra Azul da ArcelorMittal em Itatiaiuçu- MG. O processo metodológico tem natureza quantitativa, porém com análise dos dados coletados junto aos trabalhadores feita de forma quali-quantitativa. É classificada, quanto aos meios, como pesquisa documental e de campo, e quanto aos fins como intervencionista. Como sujeitos da pesquisa, cabe apontar os trabalhadores da mina de Serra Azul da ArcelorMittal em Itatiaiuçu- MG, composta por 334 empregados diretos, sendo que desses, cinco participarão da pesquisa.

Em primeiro momento, decorre a necessidade de realização de pesquisa documental e de área junto à empresa para coleta de dados oficiais sobre o risco físico ruído, direcionados às práticas de contenção do mesmo e a legislação ambiental, trabalhista e previdenciária. Ainda no processo de diagnóstico, uma pesquisa de campo junto aos trabalhadores do setor de detonação e desmonte, sob o formato de questionário, para fins de reconhecimento sobre sua percepção em relação à redução dos níveis de ruído. Espera-se, a partir do diagnóstico, que já caracteriza parte dos resultados da pesquisa, o desenvolvimento da medida de controle coletivo do ruído proposta, assim como delineamento dos trâmites para a oficialização e execução do projeto de pesquisa

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VIÇOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 4.033.369

para dissertação do mestrado em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental afim de comprovar a eficácia na redução dos níveis de pressão sonora elevada emitido pela afiadora de bits a partir da reutilização de materiais que seriam descartados, obtendo ainda a redução dos custos de implantação e da quantidade de descarte de resíduos no meio ambiente que deve ocorrer de forma ambientalmente correta, evitando assim danos ambientais.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Comprovar a eficácia da implementação de medidas de controle ambiental para redução dos níveis de ruído sonora rudo elevado a nível coletivo na

Arcelormittal Mineracao Serra Azul Em Itatiaiuu MG, por meio da reutilização de materiais descartados, após pesquisa das características acústicas desses

materiais obtendo ainda a redução dos custos de implantação de medidas de engenharia para redução do ruído em um equipamento utilizado no processo

de perfuração e desmonte e a redução de descarte de resíduos no meio ambiente.

Objetivo Secundário:

avaliar o processo onde serão propostas medidas ambientais de controle do ruído de forma a entender quais seriam as possíveis intervenções; Detalhar a

execução da medida ambiental implantada por meio de projetos de engenharia e descrição dos materiais utilizados; Determinar a eficácia do método

utilizado a partir das medidas dos níveis de pressão sonora antes e depois da implantação da medida de controle coletiva; Avaliar os aspectos legais

trabalhistas e previdenciários para empregado e empregador a partir da implantação da medida ambiental e apontar os aspectos positivos quanto a

prevenção da saúde dos empregados e a economia gerada para o empregador.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

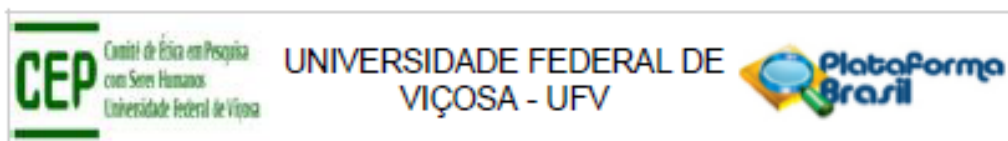
observado como risco, para a pesquisa, a possibilidade do surgimento de algum desconforto ou inibição, por parte do pesquisado, diante da observação

da atividade a ser feita pelo pesquisador, além de eventual cansaço e acanhamento do participante ao responder as perguntas solicitadas no momento

da aplicação do questionário.

Como forma de minimizar tais riscos, o procedimento será realizado da forma mais direta e rápida

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
 Bairro: Campus Universitário CEP: 36.570-977
 UF: MG Município: VICOSA
 Telefone: (31)3612-2316 E-mail: cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 4.033.369

possível e não ser adotada nenhuma postura que possa implicar em resposta forosa, além de se deixar esclarecido ao pesquisado que ele é livre para não responder a uma ou a todas as perguntas, caso assim deseje, sem necessidade de nenhum tipo de aviso prévio e sem nenhum prejuízo de ordem alguma.

Observam-se, ainda, eventuais fatores limitantes, como:

Falta da verdade por parte de representantes do grupo de trabalhadores do setor de detonação e desmonte no momento da aplicação do questionário;

Possível não cumprimento, por parte de parcela do grupo de indivíduos pesquisados, das prerrogativas exigidas pela empresa quanto à proteção auditiva;

Benefícios:

Esta pesquisa irá avaliar a intensidade do ruído em processos industriais, sugerir um método eficaz e de baixo custo para redução do ruído em um

determinado equipamento ou processo e comprovar os benefícios da implantação da medida de controle ambiental acerca dos efeitos sobre a saúde dos

trabalhadores e em relação às finanças da empresa, tais como:

Promoção da redução do nível de ruído de um determinado equipamento ou processo;

Potencial diminuição dos níveis de poluição sonora em uma determinada área;

Enriquecimento da cultura preventivista dos trabalhadores por meio da consciência quanto ao risco ruído;

Melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores expostos ao ruído;

Possibilidade de multiplicação da medida de controle coletivo do ruído em outros equipamentos ou processos;

Redução dos gastos com materiais novos a partir da utilização de materiais descartados;

Redução do custo referente a eventuais pagamentos de adicional de insalubridade por exposição a ruído.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, com o objetivo de verificar a eficácia de um dispositivo de proteção individual, contra ruídos oriundos de uma perfuratriz manual, para a introdução de dinamite nas rochas, no processo de mineração.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta PB, Termo de autorização, questionário, cronograma, folha de rosto e TCLE

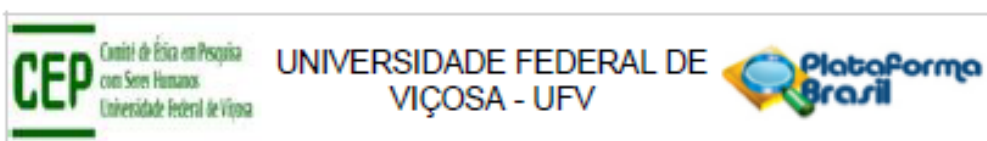
Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes

Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977

UF: MG **Município:** VICOSA

Telefone: (31)3612-2316

E-mail: cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 4.033.369

Recomendações:

Sugiro rever o prazo do cronograma , devido a pandemia , que pode ter algum efeito sobre a Indústria da mineração.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo disponível no site www.cep.ufv.br). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos para encerramento de todo o protocolo na Plataforma Brasil.

Projeto aprovado autorizando o início da coleta de dados com os seres humanos a partir da data de emissão deste parecer.

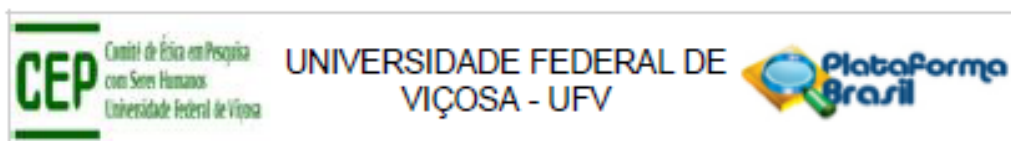
Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1533539.pdf	20/04/2020 21:50:46		Acelto
Cronograma	Cronograma_de_atividades.pdf	20/04/2020 20:00:23	RAFAEL SANDER BORGES CORREIA	Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado.pdf	20/04/2020 20:00:00	RAFAEL SANDER BORGES CORREIA	Acelto
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	16/04/2020 14:04:42	RAFAEL SANDER BORGES CORREIA	Acelto
Outros	Termo_de_Parceria_e_Autorizacao_Previa.pdf	15/04/2020 16:26:19	RAFAEL SANDER BORGES CORREIA	Acelto
Outros	Questionario.pdf	15/04/2020 15:33:30	RAFAEL SANDER BORGES CORREIA	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	15/04/2020 15:29:14	RAFAEL SANDER BORGES CORREIA	Acelto

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
 Bairro: Campus Universitário CEP: 36.570-977
 UF: MG Município: VICOSA
 Telefone: (31)3612-2316 E-mail: cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 4.033.369

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VICOSA, 18 de Maio de 2020

Assinado por:

**Marla da Conceição Aparecida Pereira Zolner
(Coordenador(a))**

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br

ANEXO G - Orçamento do enclausuramento do britador de mandíbula BTM 01 por empresa especializada

	BRASTORNO EIRELI AV. ASAS, N° 400 FAZENDA LAPA VERMELHA, LAGOA SANTA-MG CEP: 33.236-464 - Tel.:31 3455-4724 CNPJ: 42.777.631/0001-61 I.E.: 062.008.444-0073 E-mail: _____ Site: _____	Orçamento n°: 1297 Pendente 14/05/2021
	Cliente: ARCELORMITTAL BRASIL SA CNPJ: 17.469.701/0150-18 Endereço: FAZ CORREGO FUNDO, n°: SN, Bairro: ZONA RURAL CEP: 35685000 IE.: 062094007.53-68 Cidade: ITATIAIUCU MG Telefone: (31) 3859-1254 Sr (a): _____ Depart.: _____ Tel.: _____ E-mail: _____	

Prezado

Conforme Solicitação de V.Sa. encaminhamos orçamento para fornecimento de materiais e serviços para os seguintes itens:

Item	Cod. Produto	Produtos	Qtd.	UN.	N.C.M.	Frete	Valor Unit.	ICMS	ICMS ST	IPI	Valor Total
1	5-06-00077	ENCLAUSURAMENTO PARA BRITADOR	1	PC	73269090	0,00	R\$13.693,68	18 %	R\$0,00	0 %	R\$13.693,68
Desenho: Descrição técnica:											
Total Produtos:											R\$13.693,68
Frete (R\$):											R\$0,00
Valor Total IPI:											R\$0,00
Valor Total de ICMS:											R\$2.464,86
Valor Total de ICMS ST:											R\$0,00
Valor Total de PIS:											R\$225,95
Valor Total de COFINS:											R\$1.040,72
Desconto:											
Valor Total:											R\$13.693,68

DEMAIS CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

- Prazo de Entrega : 30 dias
- Prazo para cancelamento:
- Responsabilidade sobre o frete: Contratação do Frete por conta do Destinatário (FOB)
- Proposta válida por: 15 DIAS
- Condição de Pagamento: 30 dias

1. A BRASTORNO informa o registro de controle de produção e estoque através do Speed Fiscal (Bloco K). Informamos que os serviços que incluem a troca de peças serão faturados separadamente, com a respectiva Nota Fiscal da venda de material e Nota Fiscal dos serviços prestados;

2. A BRASTORNO se reserva no direito de não fornecer desenhos de fabricação, observando o disposto na Lei n° 9.279/1996, que regulamenta os direitos de propriedade industrial. Porém, informa que poderão ser fornecidos desenhos dimensionais caso sejam solicitados, ressalvando a sua titularidade de propriedade. A BRASTORNO possui o direito de excluir terceiros de fabricação, comercialização e uso sem autorização;

3. Fica reduzida a Base de Cálculo do ICMS nas operações com máquinas, aparelhos e equipamentos industriais de acordo com o Anexo IV, item 16, Parte 4, do RICMS em conjunto com o Anexo I do Convênio ICMS 52/1991;

4. Para equipamentos elétricos é necessário indicar o número de fases, tensão e frequência da rede elétrica no local de instalação e comunicação prévia aos órgãos público, caso se faça necessário. A Brastorno se resguarda no direito de não assumir qualquer responsabilidade por inconformidade elétrica decorrente do descumprimento desse dispositivo por parte da COMPRADORA;

5. A BRASTORNO oferece garantia quanto ao conserto ou reparação, a título gratuito, do produto vendido ou de seus componentes ou acessórios de fabricação própria que venham a apresentar comprovados defeitos de fabricação. O fornecimento de serviços cobertos pela garantia deverá obedecer ao prazo de 18 meses a partir do faturamento do equipamento ou 12 meses a partir da entrega técnica/entrada em operação, prevalecendo o que ocorrer primeiro. Ressalta-se que a entrada em operação é iniciada após 48h da entrega. Ao disposto, se ressalva o mau uso do equipamento, constatado o dolo ou culpa na má utilização do produto, fica ressalvada a garantia;

6. A assistência técnica de equipamentos dentro da garantia, será prestada em nossa fábrica, estando o cliente responsável

apenas pelo frete. Caso o cliente deseje que a assistência técnica seja prestada em sua empresa, serão cobrados custos com deslocamento, hospedagem e alimentação, ficando isento do custo de mão de obra e reposição de peças;

7. Os equipamentos e maquinários fabricados pela BRASTORNO atendem todas as disposições estabelecidas em Normas Regulamentadoras pelo Ministério do Trabalho, observando a NR 12 que define medidas de proteção para garantir a saúde e segurança do trabalhador, assim como a NR 10 que estabelece requisitos para prevenção e medidas de controle em serviços que utilizem a eletricidade;

8. As peças e equipamentos serão embalados em engradados de madeira, caixas de papelão ou pallets, itens adequados para transporte rodoviário e/ou armazenamento;

9. A proposta técnica contém informações que validam os itens apresentados na proposta comercial;

10. Opções de pagamento:

A Brastorno se reserva no direito de aplicar multa em 2% sobre o valor total da Ordem de Serviço e aplicar juros no valor de 0,33% ao dia de atraso e 2% de multa em caso de descumprimento do prazo para pagamento.

11. O que foi disposto no orçamento inicial poderá ser modificado a pedido do cliente, incluindo itens ou aumentando as quantidades, mediante a celebração de Termo Aditivo e disponibilidade da BRASTORNO em realizar o devido atendimento;

O termo aditivo poderá prorrogar o prazo para a entrega do pedido em 30 dias, podendo variar para mais ou para menos de acordo com cada projeto a contar da data de entrada do aditivo.

12. Todos os componentes, materiais e bens utilizados serão novos e atenderão os padrões de qualidade BRASTORNO, sendo adequados ao fim que se destinam.

13. A COMPRADORA fica sujeita à multa de 10% sobre o valor do pedido/ordem de compra, caso não exerça o seu direito de cancelamento, conforme acima estipulado. Tal valor é para cobrir os custos da BRASTORNO no que tange ao início dos trabalhos.

O presente TERMO DE FORNECIMENTO tem por objeto regulamentar a comercialização dos itens listados e especificados na parte superior deste documento, em conformidade com a proposta técnica, na modalidade também previamente indicada e de acordo com todos os itens acima especificados.

Antecipadamente agradecemos a sua preferência e colocamo-nos à disposição para eventuais esclarecimentos que se façam necessários.

Lagoa Santa, xx de mês, ano.

Profissional Responsável.

s para os seguintes itens:

Atenciosamente,

Matheus Lopo Madureira Barbosa - matheus.lopo@brastorno.com.br
EXECUTIVO DE VENDAS