

Redução dos níveis de ruído na fonte por meio do reúso de material descartado

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 do ruído emitido 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 de 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 e 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.

Reduction of noise levels at the source through the reuse of disposed material

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.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **04/08/2021**

Approved: **27/08/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Rafael Sander Borges Correia 
Instituto Federal de Minas Gerais, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2637185291246275>
<http://orcid.org/0000-0003-3234-8813>
rafaelsanderbc@yahoo.com.br

Hygor Aristides Victor Rossoni 
Universidade Federal de Viçosa, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5963315112031411>
<http://orcid.org/0000-0002-6088-6144>
rossoni@ufv.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.008.0030

Referencing this:

CORREIA, R. S. B.; ROSSONI, H. A. V... Redução dos níveis de ruído na fonte por meio do reúso de material descartado. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.8, p.353-362, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.008.0030>

INTRODUÇÃO

De acordo com Queiroz et al. (2017) a mineração é um dos setores responsáveis pelo impacto ambiental causado pela geração de resíduos oriundos do seu 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).

Segundo Botkin et al. (2011) a geração destes 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 que 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 no anexo D da NR-15 (BRASIL, 2008).

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 dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) 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 remete a sustentabilidade, o que torna esta 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 et al. (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 a nível coletivo faz-se necessário, além de recurso financeiro significativo, o conhecimento na área de física acústica, engenharia, mecânica e afins. Este conhecimento é demandado 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 com isso, beneficiar a empresa no que se refere à redução de gastos com absenteísmo e melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo foi realizado no laboratório físico de uma 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 à elevados níveis de ruído durante suas jornadas de trabalho.

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 gerado em seu processo. 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.

O presente trabalho propõe um estudo comprobatório 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 metros 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 neste 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.

A fim de parametrizar a pesquisa, essa contou com a participação de um colaborador em todas as etapas – que desempenha a função de assistente de laboratório – do sexo masculino, com as seguintes características antropométricas: 19 anos de idade, branco, 1,71 metros de altura e pesando 68 quilos, sendo esse 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, utilizadas 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

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 auto-sabotagem 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

Os dados obtidos durante a fase de execução do experimento foram analisados com base na realização de testes estatísticos, sendo esses testados 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 a distribuição dos valores das variáveis monitoradas em termos de medida de posição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do presente estudo, pode-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 oferecida pelo metal à deformação, como sua propriedade mecânica básica, o que acarreta a geração de ruído devido ao atrito. Asdrubali et al. (2012) desenvolveu uma pesquisa com o objetivo de analisar tecnologias de reciclagem para produção de soluções acústicas. Dentre os materiais reciclados estão a borracha, plásticos, fibras têxteis e resíduos sólidos.

Para a redução dos níveis de ruído 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.

Freitas et al. (2007), em sua pesquisa, salienta que o som ao incidir em um dispositivo com característica acústica, tem uma parte da energia sonora refletida em direção a 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.



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

Lima et al. (2014), por sua vez, concluiu com seus estudos 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.

Asdrubali et al. (2012) conclui, em sua pesquisa, que diversos materiais naturais demonstraram um bom desempenho na absorção do ruído enquanto a cortiça ou borracha reciclada ou camadas de polímeros podem ser eficazes no isolamento acústico de impacto e menos prejudiciais à saúde humana. No teste de desempenho de isolamento acústico utilizando a borracha, oriunda de pneus descartados, foi verificado que poderia ser alcançado um índice de redução do ruído de impacto na fonte, em escala laboratorial, de até 26 dB, valor semelhante ou até melhor que o obtido por materiais comerciais de espessura similar.

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.

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 então, 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.



Figura 4: Quarteador da marca Dalmática 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.

Percebe-se que a maioria das medições realizadas antes da instalação das borrachas no quarteador ficou acima de 85 decibéis - dB(A), valor esse que 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 estes níveis estiverem menores que este limiar (TABELA 1).

Tabela 1: Tabela de controle das aferições do ruído.

Equipamento	Local	Repetições	Maior Valor de Medição	
			T1 Antes - dB(A)	T2 Depois - dB(A)
Quarteador ou Divisor de Riffles	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

Em que: SD = Desvio Padrão da Média

Como pode ser evidenciado na Figura 5, verificou-se que os pressupostos da distribuição normalmente se aplicam às amostras de dados, dessa 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 Statística® (Figura 6).

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 melhoria 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).

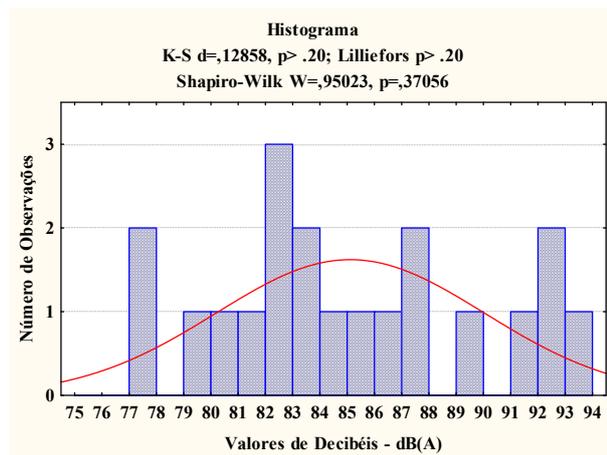


Figura 5: Histograma de distribuição dos dados e testes quanto à normalidade, homogeneidade e aderência das variâncias.

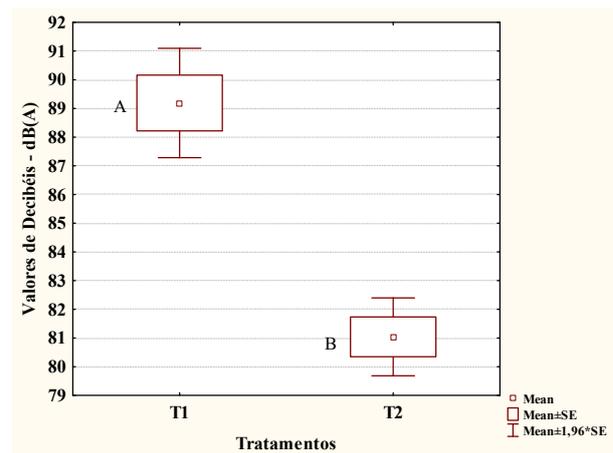


Figura 6: Gráfico *box-plot* e resumo do teste estatístico paramétrico entre as diferenças das médias entre os tratamentos.

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 ($\alpha = 0,05$).

Herzer et al. (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 o levou 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 (HERZER et al., 2009).

Ainda segundo Herzer et al. (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. Lisboa 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.

Leite et al. (2011) explicam que o monitoramento ambiental consiste na realização das medições do ruído separada 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) podem, de acordo com Queiroz et al. (2017), causar sintomas como cansaço, insônia, estresse e a 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 (LEITE et al., 2011).

Dessa forma a mitigação da poluição sonora de maneira significativa, na ordem de 8,15 dB(A) em média e a conseqüente diminuição da exposição do trabalhador ao risco ruído no ambiente de trabalho, por meio da instalação de borrachas descartadas na superfície do quarteador, previne ou reduz 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.

CONCLUSÕES

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 diária 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.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG - Campus Bambuí) e ao Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental; à ArcelorMittal pela parceria firmada para o desenvolvimento da pesquisa na Mina de Serra Azul em Itatiaiuçu/MG; à Laiane Ferreira da Silva e ao Kamel Bistene Amaral Correa, discentes da Universidade Federal de Viçosa (UFV – Campus Florestal/MG), bolsistas do programa de iniciação científica, pelo auxílio em todas as etapas do estudo; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento das bolsas de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASDRUBALI, F.; SCHIAVONI, S.; HOROSHENKOV, K.. A Review of Sustainable Materials for Acoustic Applications. **Building Acoustics**, v.19, n.4, p.283-311, 2012. DOI:

<http://doi.org/10.1260%2F1351-010X.19.4.283>

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Manuais de**

legislação Atlas: Segurança e medicina do trabalho. 62 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

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

BOTKIN, D. B.; KELLER, E. A.. **Ciência Ambiental:** Terra, um Planeta Vivo. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

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

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

FREITAS, E. F.; TRABULO, L.. Desempenho de Barreiras Acústicas: dois métodos de avaliação. **Revista de Engenharia Civil,** Guimarães, n.29, p.15-26, 2007.

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

HERZER, F. E. A.; BROETTO, A. D. B.; CONTO, J.. 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. DOI: <http://doi.org/10.17058/tecnolog.v13i2.1052>

LEITE, D. M.; FERNANDES, H. C.; GASPAR, A.; FERNANDES, L. S.. Níveis De Ruído Emitidos Por Diferentes Equipamentos Em Um Laboratório De Análises De Alimentos. **Revista**

Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.19, n.5, p.429-436, 2011. DOI: <http://doi.org/10.13083/reveng.v19i5.248>

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. **Enciclopédia Biosfera,** Goiânia, v.10, n.18, p.3757-3771, 2014.

LISBOA, D. C. O.; OHIRA, E. N. I.; BISINOTI, M. C.. **Avaliação parcial do ruído gerado pelas capelas de exaustão de laboratórios quanto à exposição ocupacional dos servidores do IBILCE/UNESP.** Monografia (Bacharelado em Higiene Ocupacional) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Copam n. 217, de 6 de dezembro de 2017.** Diário executivo de Minas Gerais de 08. Dez. 2017. Belo Horizonte: Diário Oficial de Minas Gerais, Poder Executivo, 2017.

QUEIROZ, M. T. A.; BRANT, L. O. C.; QUEIROZ, C. A.; BATISTA, N. R. T.; QUEIROZ, F. A.. Avaliação do ruído ambiental em uma mineradora. **Revista Gestão Industrial,** Ponta Grossa, v.13, n.2, p.198-214, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/gi.v13n2.5339>

SALIBA, T. M.. **Manual prático de higiene ocupacional e PPRA:** avaliação e controle dos riscos ambientais. 6 ed. São Paulo: LTr 75, 2011.

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

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.