



# REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO E MELHORIAS NO CONFORTO ACÚSTICO NO PROCESSO DE AMOSTRAGEM LABORATORIAL POR MEIO DO REUSO DE MATERIAL DESCARTÁVEL PROVENIENTE DA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO

Rafael Sander Borges Correia <sup>(1)</sup>, Hygor Aristides Victor Rossoni <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Discente do mestrado em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental - Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - *Campus Bambuí*. <sup>(2)</sup>Professor e orientador da Universidade Federal de Viçosa (UFV) - *Campus Florestal* e do Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) - *Campus Bambuí*.

## RESUMO

O objetivo deste estudo é comprovar a eficácia na redução do ruído gerado por um determinado equipamento em ambiente industrial por meio da reutilização de material descartado com o intuito de melhoria na qualidade de vida dos trabalhadores. Para tanto, foram realizadas medições pontuais do ruído emitido pelo quarteador ou divisor de riffles 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 média das medições pontuais dos níveis de ruído anteriores a implantação da medida de controle ambiental foi de 89,19 dB(A), após a implantação da medida de controle a média foi de 81,04 dB(A), ou seja, houve uma redução média do nível de ruído gerado pelo processo em aproximadamente 8,15 dB (A). Essa redução do nível de ruído gerado no processo de quarteamento 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 ambiental de redução do ruído. Portanto, conclui-se que a utilização de material descartado como forma de reduzir o ruído na fonte ou na trajetória é eficaz e sustentável proporcionando maior conforto acústico para trabalhador, menor custo para o empregador com adicional de insalubridade e afastamento de empregados e ainda reduz a quantidade de material descartado no meio ambiente.

**Palavras-chave:** Controle ambiental. Medidas de controle. Ruído. Reuso de materiais. Conforto acústico.

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Batista *et. al.* (2018), o Ministério de Minas e Energia (MME) considera a mineração 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.



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 em efeitos como irritabilidade, cansaço, elevando os 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) (BRASIL, 1987). Já 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) (BRASIL, 2008) para uma jornada de trabalho de 8 horas, de acordo com o ANEXO I - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, pode gerar também a surdez ou disacusia<sup>1</sup>.

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, enquanto o uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) deve ocorrer apenas durante a implantação destas 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 a sustentabilidade, o que torna esta estratégia mais interessante que as medidas de controle individuais.

Bistafa (2011) salienta que os aspectos econômicos da implantação da medida de controle ambiental são extremamente importantes, pois as dificuldades encontradas para realização desse trabalho além do custo com a mão de obra é o custo, muitas vezes elevado, do material a ser utilizado. Em 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, pois 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, que é produzido em forma de ondas e aferido utilizando a unidade de medida “*decibel*” (dB). Sendo assim, materiais de descarte poderão

---

<sup>1</sup> Patologia caracterizada por um distúrbio da audição causado por certos sons, provocando certa dor e/ou desconforto no indivíduo.



ser utilizados para diminuir o ruído gerado. 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*.

Ainda segundo Saliba (2011), alguns dos materiais mencionados acima 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.

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

A poluição sonora está presente em praticamente todas as atividades operacionais dentro de uma mineradora, pois utilizam equipamentos com motores elétricos ou a combustão, pneumáticos e hidráulicos além de processos ruidosos.

Com base nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo comprovar a eficácia de um determinado material descartado na redução do ruído produzido em um dos equipamentos utilizados no laboratório físico de uma mineradora de grande porte localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Dessa forma, pode-se com isso, beneficiar a empresa no que se refere à redução de gastos com adicional de insalubridade, absenteísmo dos seus colaboradores e melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores além de reduzir a quantidade de resíduos descartados no meio ambiente.

## 2 REFERENCIAL TEORICO

O ruído é classificado como um som indesejável, que se propaga no ar como ondas longitudinais gerando a chamada poluição sonora e o compara com as radiações eletromagnéticas no sentido de ambas prejudicarem a saúde do homem (FELLENBERG, 1980).

Botkin (2011) conceitua a poluição sonora como a geração destes sons indesejados e os efeitos ambientais da exposição ao ruído dependem não só da sua energia total, mas também da altura, frequência, padrão do tempo e duração da exposição ao som.

De acordo com Silva *et. al.* (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 do ambiente.



As medidas de proteção coletiva devem inicialmente priorizar a eliminação dos agentes prejudiciais à saúde do trabalhador. Caso não seja possível, deve-se focar na prevenção desses agentes e em último caso reduzir a concentração dos agentes prejudiciais no ambiente de trabalho.

O primeiro método de controle coletivo a ser avaliado segundo Saliba (2011) é o controle do ruído na fonte. Este método deve ser adotado preferencialmente durante a fase de planejamento das instalações, pois os equipamentos que produzem menores níveis de ruído podem ser escolhidos e os *layouts* podem ser organizados. Tais medidas seriam de substituir o equipamento por outro mais silencioso, balancear partes móveis, lubrificar rolamentos, reduzir impactos, alterar processos, aplicar material para atenuar as vibrações, instalar abafador nos equipamentos, reduzir altura da queda de materiais nos receptores, regular motores dentre outras.

A finalidade do controle do ruído na trajetória como um controle coletivo é evitar a transmissão do ruído a outros ambientes por meio do isolamento acústico bem como a sua reflexão por meio da absorção do som.

O isolamento acústico ocorre a partir da utilização de materiais com alto índice de redução acústica, ou seja, materiais densos e compactos. Além disso, o uso de paredes duplas ou triplas aumenta o índice de redução. O espaço entre as paredes e o isolamento de frestas contribui efetivamente para a obtenção de êxito no isolamento da fonte ou do receptor (SALIBA, 2011).

Para a absorção do som refletido podem ser utilizados materiais porosos como lã de vidro, cortiça e espuma.

Frente à impossibilidade da implantação de medidas de controle do ruído na fonte ou na trajetória, faz-se necessária a adoção de medidas no trabalhador como a redução do tempo de exposição por meio de pausas ou rodízio dos trabalhadores e o uso dos EPIs.

Importante frisar que a medida mais comum 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 é necessário conhecimento na área de física acústica, engenharia, mecânica e áreas afins. Este conhecimento é demandado ao se enclausurar uma fonte geradora de ruído.

Segundo Garcia (2012) os resíduos industriais são aqueles provenientes dos processos industriais que não se assemelham aos resíduos domésticos e nem aos efluentes líquidos e gasosos. A empresa deve sempre buscar a redução da geração destes resíduos 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 para a empresa.

Broetto (2009) em sua pesquisa sobre o elevado nível de ruído em um posto de gasolina com grande movimentação de pessoas e veículos, realizou medições dos níveis de ruído nos turnos da manhã e da noite por serem horários de maior movimentação durante três dias. Os resultados dos níveis de exposição ao ruído obtidos pelo autor, acima de 85 dB (A), como uma média do período matutino de 89,3 dB(A) e uma do período noturno de 93,9 dB(A), o levaram a concluir que tal ambiente de trabalho não era ideal, pois o ruído se tornou um agente desagradável.

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, 2009).

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

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Essa pesquisa foi realizada 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 a elevados níveis de pressão sonora, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais.

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 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 (FIGURA 1(a)), modelo 407730, número de série 9965831, devidamente aferido pelo calibrador acústico da marca Reed, modelo SC-05 (FIGURA 1(b)) antes das medições realizadas no processo de separação de amostras.



Figura 1 – Aparelhos utilizados para realizar as medidas pontuais de ruído: (a) Decibelímetro da marca Extech; e (b) calibrador do decibelímetro da marca Reed .

Fonte: Autoria própria (2018)

O processo de quarteamento ou separação de amostras é realizado pelos assistentes de laboratório aproximadamente 16 vezes por dia. Cada procedimento tem uma duração média de dois segundos. As amostras utilizadas neste processo pesavam entre 14,4 e 16,9 quilos de minério de ferro denominado *New Product Ore* (HPO) ou minério de novo produto chamado de bitolado ou granulado, com granulometria entre 6,35 e 25 milímetros.

O divisor de riffles ou quarteador é o equipamento utilizado para dividir as amostras supracitadas de forma igualitária (FIGURA 2(a)). O quarteador utilizado nesta pesquisa é da marca Dialmática, modelo 12CALAAS com 12 calhas (FIGURA 2(b)) responsáveis por separar a amostra em quatro partes. Este equipamento é operado de forma manual pelo assistente de laboratório.



Essa pesquisa contou com a participação 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 metros de altura e pesando 68 quilos, responsável por depositar a amostra de minério de ferro no quarteador e executar a operação de separação das amostras.

Foram conduzidos experimentos com o intuito de avaliar a eficiência da redução do ruído por meio da utilização de borracha natural, dureza 40 a 50 *shore* “A”, de cor preta e superfície lisa (FIGURA 3(a)), material residuário, com 5,2 milímetros de espessura (FIGURA 3(b)) que são utilizadas em diversas áreas da empresa, assim como no próprio laboratório, 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 físicas do Quarteador da marca Dialmática, em que: (a) as guias por onde passam as amostras; e as gavetas que recebem as amostras já separadas; e (b) as calhas responsáveis pela separação das amostras. Fonte: Autoria própria (2018)

Os procedimentos para avaliação foram realizados pelos próprios pesquisadores após o consentimento do responsável pela empresa (APÊNDICE A- Termo de autorização para coleta de dados) seguindo as seguintes estratégias experimentais realizadas *in loco*:

- a. Primeiro encontro: Análise do processo industrial e escolha do equipamento e/ou processo a ser avaliado;
- b. Segundo encontro: Avaliação quantitativa do ruído gerado pelo processo, em quatro medições realizadas em dias 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 as características físicas como cansaço, irritabilidade, estresse;

- c. Terceiro encontro: 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 em quatro medições realizadas em dias distintos pelos mesmos motivos supracitados.



Figura 3 – Características do material de descarte utilizado como redutor do ruído, em que: (a) formato da borracha que foi adaptada no quarteador; e (b) aferição da espessura do material.  
Fonte: Autoria própria (2018)

Esse estudo foi realizado durante os meses de outubro e novembro de 2018 e os valores conferidos a partir do levantamento dos dados foram analisados com base na realização de testes estatísticos.

Os dados obtidos durante a fase de execução do experimento foram 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 inferências estatísticas a distribuição dos valores das variáveis monitoradas em termos de medida de posição.



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 do quarteador cuja estrutura é de metal, é 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 na geração de ruído devido ao atrito.

Para a redução dos níveis de ruídos 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 4(a)). Da mesma forma, as borrachas foram encaixadas no fundo das gavetas do quarteador.

Para facilitar o processo de retirada das borrachas das gavetas foi confeccionada uma alça utilizando o mesmo material (FIGURA 4(b)). Cada uma das quatro guias e das quatro gavetas recebeu apenas uma borracha, que pelo seu grau de dureza e pequena espessura tornam-se flexíveis e leves, portanto, de fácil manuseio.

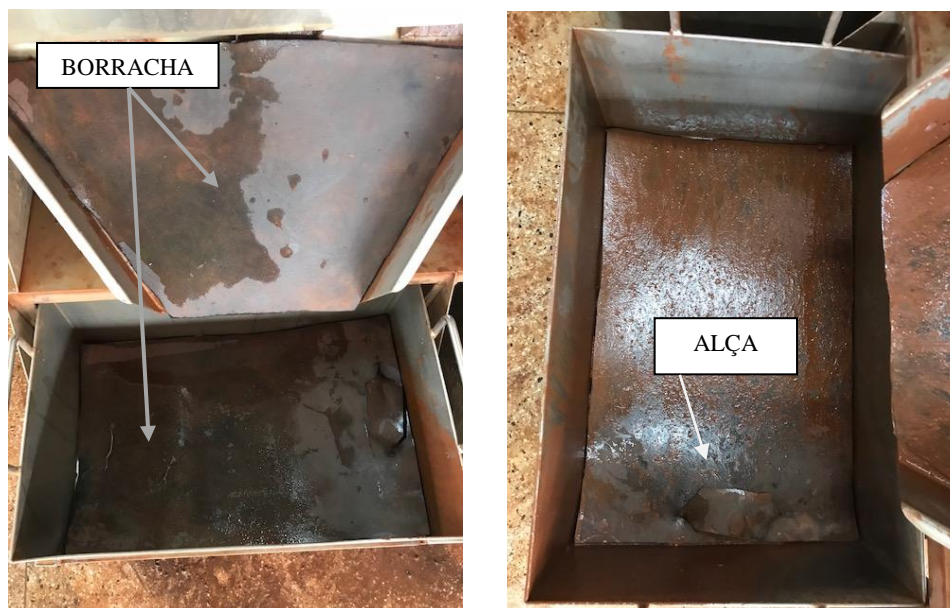


Figura 4 – Borrachas utilizadas para redução do ruído no processo de quarteamento: (a) borrachas cortadas nas medidas corretas e instaladas na guia e na gaveta; e (b) alça para facilitar a retirada das borrachas das gavetas feita do mesmo material. Fonte: Autoria própria (2018)

A partir das medições pontuais do ruído durante o processo de separação de amostras, realizadas pelo mesmo trabalhador, com o mesmo material, em dias distintos, sem a utilização

da borracha foram obtidos dez valores diferentes, utilizando a unidade de medida do som, o “*decibel*” (dB(A)) (FIGURA 5(a)). O mesmo processo foi realizado, da mesma maneira com o uso da borracha (FIGURA 5(b)) gerando outros dez valores distintos de medições do ruído compreendendo o número de repetições do experimento.



Figura 5 – 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: Autoria própria (2018)

A partir disso, foram então calculados os valores descritivos dos dados referentes as 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 a 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, o “*decibel*” (dB).

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), 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 estiveram menores que este limiar (TABELA 1).

Como pode ser evidenciado na Figura 6, verificou-se que os pressupostos da distribuição normal se aplicaram às amostras de dados, dessa recorreu-se ao método inferencial, composto pelo teste paramétrico denominado *Teste “t”* comparativo de médias.

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	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
		<b>MÉDIA#</b>	<b>89,19</b>	<b>81,0</b>
		<b>MEDIANA</b>	<b>87,9</b>	<b>81,9</b>
		<b>SD</b>	<b>3,076</b>	<b>2,190</b>

Em que: SD = Desvio Padrão da Média  
 Fonte: Autoria própria, 2018.

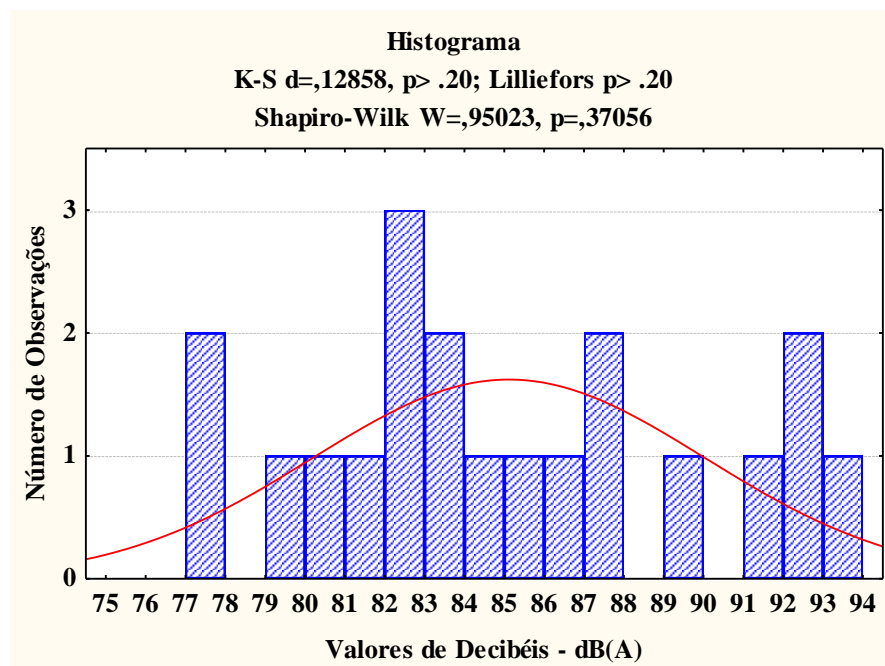
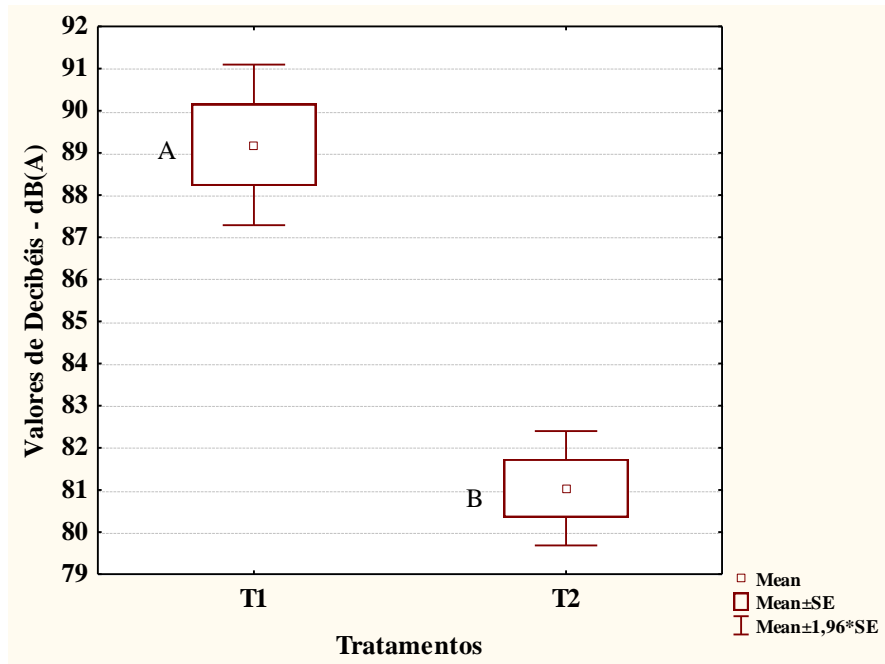


Figura 6 – Histograma de distribuição dos dados e testes quanto à normalidade, homogeneidade e aderência das variâncias.

Dessa forma, as diferenças entre os tratamentos foram avaliadas por meio do *Teste “t”* comparativo de médias ao nível de 5% de significância, disponível no programa Statsoft Statistica® (Figura 7).



**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 ( $\alpha = 0,05$ ).

Figura 7: Gráfico *box-plot* e resumo do teste estatístico paramétrico entre as diferenças das médias entre os tratamentos.

Com base na conclusão do teste estatístico inferencial (FIGURA 7) foi possível constatar a eficácia da implantação da medida de controle ambiental. 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).

Foi, portanto, proporcionada ao trabalhador uma redução relevante do nível de ruído tornando-o menor que o limite de tolerância conseguindo assim reduzir a possibilidade de



causar sintomas da exposição a níveis elevados de ruído como indisposição física, alterações nos sistemas circulatórios, endócrinos, nervoso e digestivo, conforme apontado no estudo de Broetto (2009).

Os resultados obtidos (FIGURA 7) 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 o monitoramento ambiental 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 ao ruído permitindo assim a realização da gestão de medidas de controle coletivo que trata das 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 19/98 começou a ser cobrado o uso da situação 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), segundo Queiroz *et. al.* (2017) pode 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.

Nesse último caso é denominada Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE), considerada a doença ocupacional irreversível mais prevalente no mundo, levando em consideração hábitos extra laborais, a história progressiva, a idade e a susceptibilidade individual. Essa é caracterizada como neurossensorial, o que indica a perda de células responsáveis pelo envio dos estímulos auditivos ao cérebro. Estas células não se regeneram e sugerem um quadro permanente (FERNANDES *et. al.*, 2011).

A mitigação da poluição sonora de maneira significativa e consequente diminuição da exposição do trabalhador ao risco ruído, na ordem de 8,15 dB(A) em média, ficando esse abaixo do nível de tolerância proposto pela NR-15 (BRASIL, 2008) para uma exposição de oito horas 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 a 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.

## **5 CONCLUSÕES**

Por meio do desenvolvimento da medida de controle ambiental de instalação de borrachas inutilizadas nas gavetas e guias do quarteador Dialmática obteve-se uma redução média do nível de ruído de aproximadamente 8.15 dB(A) durante o processo de quarteamento ou separação de amostras.

A partir da realização do presente estudo, foi comprovada que a redução média do ruído é estatisticamente significativa e se estabeleceu em 81,04 dB(A) após a implantação da medida de controle ambiental de ruído, ou seja, abaixo do limite de tolerância, 85 dB(A), conforme NR-15 (ANEXO I) evitando assim os sintomas gerados no trabalhador pela exposição ao elevado nível de ruído.

Destaca-se que a adoção da medida de controle ambiental de redução da poluição sonora no ambiente de trabalho contribuiu com a neutralização da necessidade do adicional de insalubridade por parte do trabalhador tornando essa uma medida sustentável em termos ambientais, de saúde ocupacional e econômica para o empregador, não tendo que arcar com o adicional de insalubridade, neste caso, de 20% do salário base do empregado.

## **6 AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a empresa parceira por meio de seu representante legal J.D.R. pela confiança, e ao assistente de laboratório J.M.R.L. pela colaboração.



### ANEXO I - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

<b>NÍVEL DE RUÍDO DB (A)</b>	<b>MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL</b>
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.



## APÊNCICE A – Termo de autorização para coleta de dados

### INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS – IFMG CAMPUS BAMBUÍ

#### TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA COLETA DE DADOS

Ilmo. Sr (a)

[REDACTED]

[REDACTED], 10 de outubro de 2018

Eu, Rafael Sander Borges Correia, matriculado na disciplina isolada “Controle Ambiental em Processos Agroindustriais” do mestrado em “Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental” do Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG, sob a orientação do professor Hygor Aristides Victor Rossoni, venho solicitar a V. Sa. a autorização para coleta de dados nessa instituição, com a finalidade de realizar a pesquisa intitulada: **Redução dos níveis de ruído e melhorias no conforto acústico no processo de amostragem laboratorial por meio do reuso de material descartável provenientes da atividade de mineração**, cujo objetivo é comprovar a eficácia da medida de controle do ruído a partir da utilização de material descartado. A coleta de dados ocorrerá mediante a utilização de um decibelímetro, devidamente calibrado e posicionado, para aferição dos níveis de ruído gerados durante a realização de um determinado procedimento pelo trabalhador no laboratório físico de amostras de minério. Igualmente, assumo o compromisso de utilizar os dados obtidos somente para fins científicos, bem como de disponibilizar os resultados obtidos para esta instituição, além de garantir a não exposição dos nomes tanto da empresa, quanto dos seus trabalhadores. Agradecemos antecipadamente e esperamos contar com a sua colaboração.

Atenciosamente,

Rafael Sander Borges Correia

[REDACTED]

[REDACTED]

Representante da empresa



## 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. 2018.
- 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**. 2ª 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**. 62ª 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. 2018.
- DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 4ª Ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2012.
- 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.
- GARCIA, G.F.B. **Meio Ambiente do Trabalho – Direito, Segurança e Medicina do Trabalho**. 3ª Ed. São Paulo, SP: Editora Método, 2011.



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.

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. 2018.

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

## **REDUCTION OF NOISE LEVELS AND IMPROVEMENTS OF THE ACOUSTIC COMFORT IN THE LABORATORY SAMPLING PROCESS THROUGH THE REUSE OF DISPOSABLE MATERIAL FROM THE MINING ACTIVITY**

### **ABSTRACT**

The objective of this study is to prove the effectiveness in reducing the noise generated by a certain equipment in an industrial environment by reusing discarded material with the aim of improving workers' quality of life. In order to do so, punctual measurements of the noise emitted by the splitter or splitter of riffles were carried out during the process of separation of samples of iron ore before and after the installation of synthetic rubbers discarded in the contact surface of the equipment. The mean of the point measurements of noise levels prior to the implementation of the environmental control measure was 89.19 dB (A), after the implementation of the control measure the average was 81.04 dB (A), that is, there were an average reduction of the noise generated by the process by approximately 8.15 dB (A). This reduction of the noise level generated in the blocking process was statistically proved by the inferential method, composed by the parametric test called "t" test comparing the means that presented a significant result pointing to the efficiency of the environmental noise reduction control measure. Therefore, it is concluded that the use of discarded material as a way to reduce noise at source or in the trajectory is effective and sustainable, providing greater acoustic comfort for workers, lower costs for the employer with additional insalubrity and withdrawal of employees, and also reduces the amount of material discarded in the environment.

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