

Riscos ambientais de uma microempresa metal mecânica: mapa de risco e mensuração do ruído

Sérgio Takahashi (IFPR) sergio.takahashi@ifpr.edu.br

Resumo:

Após a revolução industrial, houve um rápido avanço tecnológico nos diversos setores produtivos. No caso das empresas metal mecânica, os caminhos não foram diferentes. Porém, na atual sociedade, o operador destas máquinas, muitas vezes, estão expostos à riscos ambientais que podem causar acidentes, perturbações ou lesões. No caso da Norma Regulamentadora 15 – NR 15 – *Atividades e Operações Insalubres* – ela indica os “limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente”, onde recomenda para uma jornada de 8 horas diárias de trabalho, a máxima exposição diária permissível é de 85 dB. Este trabalho teve como objetivo de mapear os riscos ambientais e medir um risco físico em uma pequena empresa metal mecânica localizada na região oeste do Paraná.

Palavras chave: Ruído; riscos ambientais; máquinas

Environmental risks of a micro-mechanical metalworking: risk map and noise measurement

Abstract:

After the industrial revolution, there was a rapid technological advance in the various productive sectors. In the case of metalworking companies, the paths were not different. However, in the present society, the operator of these machines are often exposed to environmental hazards that can cause accidents, disturbances or injuries. In the case of Regulatory Standard 15 - NR 15 - Unhealthy Activities and Operations - it indicates the "limits of tolerance for continuous or intermittent noise", where it is recommended for an 8-hour work day, the maximum permissible daily exposure is 85 dB . This work aimed to map environmental risks and measure a physical risk in a small metalworking company located in the western region of Paraná.

Key-words: Noise; environmental risks; machines

1. Introdução

Com a Revolução Industrial, mudou-se a forma do sistema produtivo no qual vivemos. Atualmente, muitos dos processos fabris transformam matérias primas em produtos semi acabados ou acabados que atendam as demandas da sociedade. Sem dúvida, trouxe o desenvolvimento tecnológico, mudou o modo de consumo de toda uma humanidade. Ao mesmo tempo, a relação do ambiente de trabalho sofreu grandes transformações.

Consequentemente, em um ambiente de trabalho ideal, o trabalhador precisa sentir-se seguro para desenvolver as atividades com máximo de eficiência e com o mínimo risco à saúde.

Segundo Barsano e Barbosa (2012), todo ambiente de trabalho é composto por um conjunto de fatores interdependentes. Porém quando um desses fatores, ou um conjunto deles, foge ao controle, seja pelos níveis permitidos ou pelos processos que se desencadeiam, o ambiente de

trabalho torna-se suscetível de desenvolver as chamadas patologias do trabalho, que podem ser citadas como acidentes de trabalho, doenças profissionais ou doenças do trabalho.

O acidente de trabalho, segundo Barsano e Barbosa (2012), é um evento indesejado, inesperado, cuja característica provoca no trabalhador lesão corporal ou perturbação funcional que pode causar a morte, perda ou redução permanente ou temporária da capacidade para o trabalho

Nos ambientes de trabalho, as pessoas estão expostas aos riscos físicos, biológicos e químicos. Dentro dos riscos físicos existem várias formas de energia que possam estar expostos os trabalhadores, como o ruído que pode apresentar efeitos nocivos sobre a saúde humana (BARSANO e BARBOSA, 2012),

O ruído foi considerado a terceira maior causa de poluição ambiental, atrás da poluição da água e do ar. O ruído pode ser visto como o risco de agravo à saúde que atinge maior número de trabalhadores. Estudos apresentados na ECO 92 indicam que 16% da população dos países ligados à Cooperação de Desenvolvimento Econômico (ODCE), algo em torno de 110 milhões de pessoas, está exposta a níveis de ruído que provocam doenças no ser humano (BRASIL, 2006).

Quando o ruído é intenso e a exposição a ele é continuada, em média 85dB(A) por oito horas por dia, ocorrem alterações estruturais na orelha interna, que determinam a ocorrência da Pair (CID 10 – H83.3). A Pair é o agravo mais freqüente à saúde dos trabalhadores, estando presente em diversos ramos de atividade, principalmente siderurgia, metalurgia, gráfica, têxteis, papel e papelão, vidraria, entre outros (BRASIL, 2006).

Além disso, os efeitos do excesso de ruído no ser humano são de ordem fisiológica como psicofisiológica, atingindo cada vez mais trabalhadores.

As máquinas e os equipamentos utilizados pelas indústrias produzem ruídos que podem atingir níveis excessivos, podendo a curto, médio e longo prazo provocar graves prejuízos à saúde do trabalhador. Dependendo do tempo de exposição, do nível sonoro e da sensibilidade individual, as alterações danosas podem manifestar-se imediatamente ou gradativamente (BARSANO e BARBOSA, 2012).

Na indústria metal mecânica, o ambiente de trabalho é suscetível a desenvolver as patologias do trabalho, resultando em acidentes do trabalho, doenças profissionais ou doenças do trabalho. Muitas das pequenas empresas, o desconhecimento da importância do uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) corretamente.

Nesse contexto, o presente artigo tem o objetivo de quantificar o nível ruído conforme a Norma Regulamentadora 15 (NR-15) em uma pequena empresa metal mecânica situada no oeste do Paraná.

2. Revisão Bibliográfica

2. Mapa de Risco

O mapa de risco é um levantamento do local de trabalho que indica os riscos que são sentidos e observados pelos próprios trabalhadores de acordo com sua sensibilidade (PAOLESCHI, 2013).

Conforme a NR-9 – *Programa de Prevenção de Riscos Ambientais* - o Mapa de Riscos tem

como objetivos de reunir as informações necessárias para estabelecer o diagnóstico da situação de segurança e saúde no trabalho na empresa; Além disso, possibilita, durante a sua elaboração, a troca e divulgação de informações entre os trabalhadores, bem como estimular sua participação nas atividades de prevenção. A norma considera como riscos ambientais os agentes físicos, químicos, ergonômicos e riscos de acidentes - *Tabela 1* -, existentes nos locais de trabalho a que venham causar danos à saúde dos trabalhadores (PAOLESCHI, 2013).

GRUPO 1 VERDE	GRUPO 2 VERMELHO	GRUPO 3 MARROM	GRUPO 4 AMARELO	GRUPO 5 AZUL
Riscos Físicos	Riscos Químicos	Riscos Biológicos	Riscos Ergonômicos	Riscos Acidentes
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações Ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não Ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões Anormais	Substâncias, compostas ou produtos químicos em geral		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

Fonte: NR-9 (MTE)

Tabela 1 - Classificação dos principais riscos ocupacionais em grupos, de acordo com a sua natureza e a padronização das cores correspondentes

Na elaboração do mapeamento de riscos (PEPPLOW, 2010) foi convencionado utilizar círculos com três diferentes tamanhos, para determinar o grau de risco leve, médio ou grave, preenchidos com as respectivas cores. Quando em um mesmo local da empresa houver mais

de um risco com igual grau, utiliza-se um círculo dividido em partes iguais ao número e tipos de riscos.

Paoleschi (2013) cita que os riscos ambientais podem prejudicar o bom andamento da seção, portanto devem ser identificados, avaliados e controlados de forma correta.

2.2. Som e Ruído

Para fins práticos, o som é medido pela pressão que ele exerce no sistema auditivo humano. Na medida em que essa pressão provoca danos à saúde humana, comportamentais ou físicos, ela deve ser tratada como poluição sonora. No caso do ruído, este pode ser classificado em (BRAGA *et. al.*, 2002):

- *Contínuo*: som que se mantém no tempo;
- *Intermitente*: som não contínuo, em que nos intervalos há dissipação de pressão;
- *Impulsivo*: som proveniente de explosões, escape de gás, etc
- *Impacto*: som proveniente de certas máquinas, como prensa gráfica, por exemplo.

A medida do nível de ruído é feita pelo decibelímetro/dosímetro, e a unidade de medida do som é o decibel. O decibel é definido como sendo igual a 10 vezes o logaritmo decimal da razão entre pressão sonora e uma pressão de referência (BRAGA *et. al.*, 2002). A Tabela 2 ilustra alguns níveis sonoros de atividades cotidianas.

ATIVIDADE	Nível (dB)
Limiar auditivo	0
Estúdio de gravação	20
Biblioteca forrada	30
Sala de descanso	40
Escritório	50
Conversação	60
Tráfego	80
Serra circular	90
Prensas excêntricas	100
Marteletes	110
Aeronaves	130
Limiar da dor	140

Fonte: BRAGA *et. al.* (2002)

Tabela 2 – Nível sonoro das atividades humanas

Para mensurar o ruído é utilizado um medidor de nível sonoro, ou decibelímetro é composto

basicamente por um microfone acoplado a um circuito de amplificação e quantificação que indica o nível de pressão sonora no microfone. Os medidores diferenciam-se por uma série de elementos, principalmente o microfones. Porém, a norma exige que os medidores forneçam idêntica leitura quando expostos a uma mesma pressão sonora (BRAGA *et. al.*, 2002).

A medição exige uma série de preparos para que fatores externos não mascarem os resultados, como por exemplo, a influência do ambiente no equipamento de medida e a interferência de fatores físicos. O instrumento deve ser calibrado no local (BRAGA *et. al.*, 2002) .

2.4. Normas Regulamentadoras

A Norma Regulamentadora 15 – NR 15 – *Atividades e Operações Insalubres* – indica os “limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente”. Esta norma considera atividade ou operação insalubre a que se desenvolve acima dos limites de tolerâncias estabelecidas. A norma recomenda para uma jornada de 8 horas diárias de trabalho, a máxima exposição diária permissível é de 85 dB – Tabela 3. Não é permitida exposição a níveis de ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

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: NR-15

Tabela 3 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

Para proteger do excesso de ruído (eliminação ou neutralização da insalubridade) pode utilizar-se o equipamento de proteção individual.

A Norma Regulamentadora NR-6, considera-se Equipamento de Proteção Individual - EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. Entende-se como Equipamento Conjugado de Proteção Individual, todo aquele composto por vários

dispositivos, que o fabricante tenha associado contra um ou mais riscos que possam ocorrer simultaneamente e que sejam suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento.

No caso do ruído, os EPI para proteção auditiva são (NR-):

- a) protetor auditivo circum-auricular
- b) protetor auditivo de inserção para proteção do sistema auditivo
- c) protetor auditivo semi-auricular

3. Metodologia

Para a realização do presente trabalho, seguiram-se as seguintes etapas:

- a) Visita in loco a uma microempresa da área metal mecânica para definição dos parâmetros a serem coletados e aceita da mesma.
- b) Mapeamento dos processos de fabricação utilizados;
- c) Elaboração do lay-out e mapa de risco da microempresa;
- d) Acompanhamento da jornada de trabalho dos funcionários da empresa;
- e) Mensuração dos níveis de ruído. Foram medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora (decibelímetro) operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW). As leituras foram feitas próximas ao ouvido do trabalhador;
- f) Comparação com a NR-15 - *Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente*;
- g) Verificação do uso de EPI e EPC por parte dos funcionários.

4. Resultados

4.1. Perfil da empresa

A microempresa metal mecânica situa-se no município de Assis Chateaubriand-PR, cuja população estimada em 2017 é de 34.064 habitantes (IBGE, 2017). Para que a realização deste trabalho, a microempresa solicitou o sigilo dos dados cadastrais.

Ela atua na retífica de motores a gasolina/álcool, serviços de torneamento, fresamento e soldagem. Possui 6 (seis) funcionários no total, sendo 2 (dois) no administrativo e 4 (quatro) na fabricação. O barracão possui aproximadamente 450m², dividido em vários setores: administrativo, recepção, fabricação; sanitário; almoxarifado; fabricação e um terreno vazio nos fundos.

4.2. Mapa de risco da empresa

O mapa de risco foi construído conforme os setores explicados anteriormente, conforme a Figura 1 – *Lay out e Mapa de Risco da Empresa*.

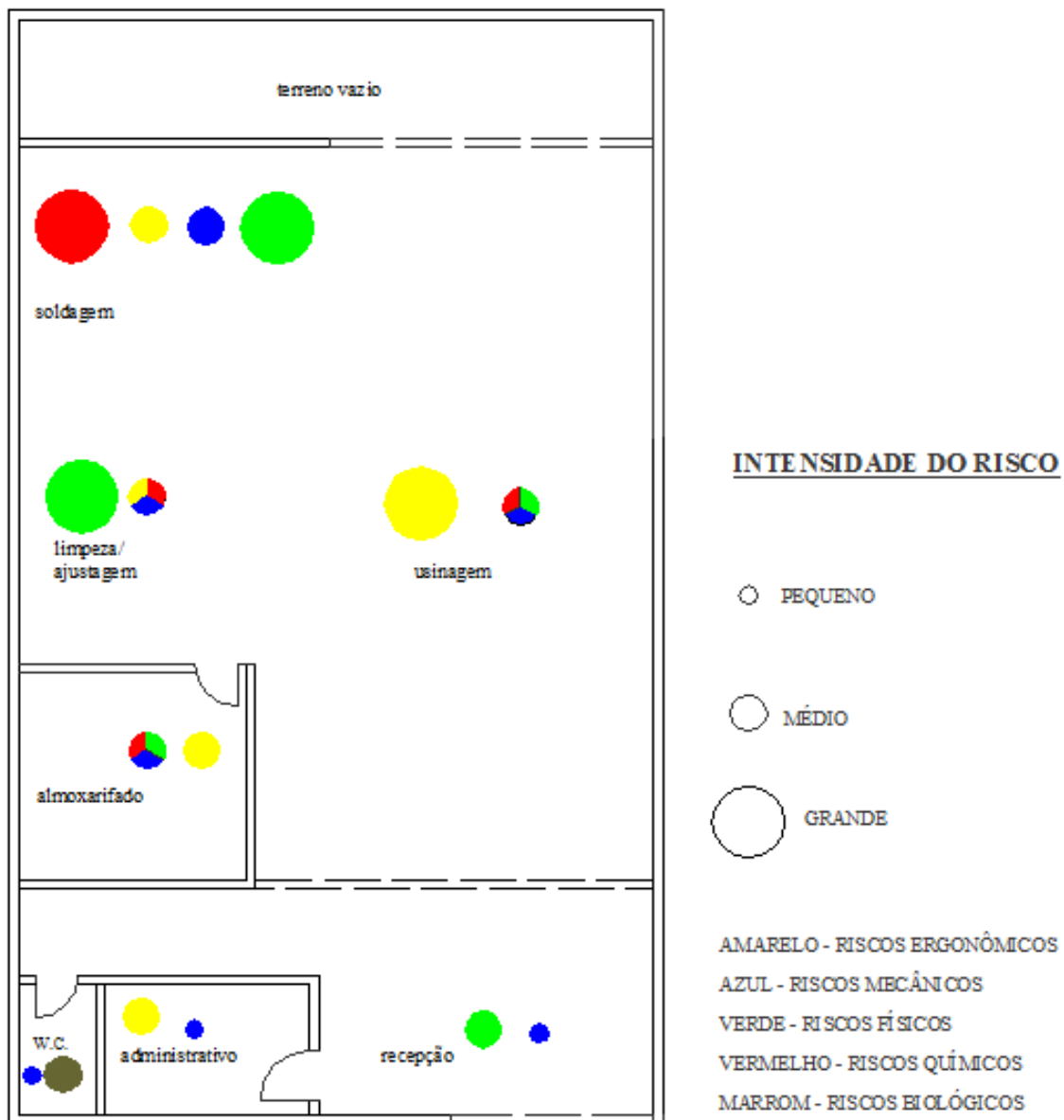


Figura 1 – Lay-out e mapa de risco da empresa

Na recepção, o ruído é o principal risco físico, porém isso ocorre somente em determinadas horas do dia em intensidade menor devido à distância das máquinas. No caso do risco mecânico, identificou-se o arranjo físico inadequado dos móveis utilizados na recepção do cliente.

Nas instalações sanitárias (banheiro), os principais riscos biológicos são devidos aos fungos, vírus e bactérias, devidos ao uso e higienização do ambiente. Também existe um risco mecânico por causa do lay out das instalações sanitárias.

No setor administrativo, o risco ergonômico foi classificado como médio, devido à possível postura inadequada por parte dos funcionários, associada com monotonia e repetitividade das atividades, como uso do computador. Considerou-se como risco mecânico de baixa intensidade a iluminação inadequada do ambiente, facilmente sendo corrigida pela troca das lâmpadas.

No almoxarifado, identificaram-se três riscos: químico, físico e mecânico, todos com média intensidade. No caso do risco químico deve ao armazenamento de produtos químicos utilizados na fabricação de peças e limpeza, como solventes, fluidos de corte, graxas, óleos, etc. No caso do risco físico, o principal é o ruído proveniente dos setores ao lado. Os riscos mecânicos identificados foram: armazenamento inadequado devido aos móveis, iluminação inadequada e probabilidade de acidentes ao retirar algum produto do almoxarifado.

Na usinagem, o risco ergonômico é alto por causa do levantamento e transporte manual de objetos pesados, como de cabeçotes, blocos de motores de ferro fundido e outras peças de metal. Algumas máquinas exigem uma postura inadequada para poder operar.

No setor de limpeza, o maior risco físico é o ruído relacionado ao jato de ar comprimido utilizado na limpeza das peças produzidas, em seguida pelo uso de moto esmeril para retirada de rebarbas e compressor instalado neste setor. Além do mais, é utilizado jato de água de alta pressão para lavagem de peças.

Na soldagem, os maiores riscos físicos dos processos de fabricação de grande intensidade foram: as radiações ionizantes, calor e ruído, todos provenientes dos processos de soldagem elétrica e a gás. Os riscos químicos levantados foram: gases, vapores e fumos.

4.3. Análise do risco físico - Ruído

Para analisar o ruído segundo a NR-15, considera a *Exposição diária* – Eq 1, onde C_n é o tempo total diário em que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico, e T_n é o tempo máximo diário permissível a este nível.

$$Exposição_diária = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} \dots + \frac{C_n}{T_n} \text{ Eq. (1)}$$

No caso se a somatória dos períodos de exposição a ruído de diferentes níveis for maior que 1 (um), indica que o funcionário está exposto diariamente a um ambiente insalubre.

A Tabela 4 – *Resultados do nível de ruído por setor* - ilustra dois casos de trabalhadores: os que atuam no setor administrativo e os que ficam no setor produtivo.

SETOR ONDE O TRABALHADOR ATUA	NÍVEL DE RUÍDO MÉDIO	TEMPO MÉDIO ESTIMADO DE EXPOSIÇÃO (C_n)	TEMPO PERMITIDO PELA NR-15 CONFORME NÍVEL DE RUÍDO (T_n)	RELAÇÃO C_n/T_n
Recepção	63,5 dB	8 horas	8 horas (85 dB)	-
Administrativo	66,7 dB	8 horas	8 horas (85 dB)	-
Usinagem	75,5 dB	7 horas	8 horas (85 dB)	-
Limpeza/Ajustagem	92,5 dB	1 hora	2 horas (95 dB)	0,5
Soldagem	74,5 dB	1 hora	8 horas (85 dB)	-
<i>Exposição diária estimada</i> ($\sum C_n/T_n$)				0,5

Tabela 4- Resultados do nível de ruído por setor

No setor produtivo e na recepção, os níveis de ruído são baixos por causa que a microempresa possuir portão “isolando” do setor de fabricação. Por isso, os ruídos nestes setores ficaram na faixa de 65,0 dB, a maioria provenientes das máquinas instaladas em outros setores.

No setor da usinagem, as máquinas como torno, fresadora, máquina retificadora de virabrequim, plaina, emitiram ruídos na faixa de 75,5 dB. A Figura 2 ilustra o ruído gerado pela da máquina retificadora de virabrequim.



Figura 2 – Medição do ruído da máquina retificadora de virabrequim

No setor de limpeza e ajustagem, existe uma esmelhiradeira, compressor, jato de ar comprimido e jato de água pressurizada. Nesta área, os níveis de ruído gerados estão acima de 85 dB, exigindo o uso obrigatório de protetores auriculares e neste caso são utilizados do tipo concha. É importante ressaltar que o tempo permanecido pelos operadores neste setor é baixo, em torno de 1 hora por dia. Inicialmente é utilizado jato de água pressurizada (84,5 dB) e após é utilizado a limpeza com ar comprimido, onde atingiu o nível de ruído de 101 dB. Somando as duas operações, a média calculada foi de 92,5 dB. A Figura 3 demonstra o operador limpando a peça com jato de ar.



Figura 3 – Medição de ruído na limpeza utilizando jato de ar

No setor de soldagem, o nível de exposição varia conforme a demanda da empresa. Há dias que não é realizado nenhuma operação neste setor. Quando é solicitado, as máquinas de

soldagem a arco elétrico emitiram um nível de ruído abaixo estabelecido pela norma, em torno de 78,5 dB. No caso de máquina de soldagem a gás, o nível de ruído gerado foi em aproximadamente de 70,8 dB.

5. Conclusão

O presente trabalho identificou níveis de ruído acima dos limites de tolerância estabelecidos na Norma Regulamentadora NR-15 em somente em um setor da microempresa estudada, ou seja, um caso pontual. Para atuar neste ambiente de trabalho insalubre, são fornecidos EPIs específicos por parte do empregador. Lembrando que o não uso destes equipamentos, poderá causar danos irreversíveis à saúde do trabalhador.

Em entrevista com os funcionários, os mesmos citaram que a rotina de trabalho pode variar conforme a demanda das tarefas na microempresa. Ou seja, há exposição ao ruídos em quantidades diferentes conforme o dia. Ainda relataram que todos usam os EPIs, pois eles têm a consciência dos benefícios destes equipamentos para o exercício da profissão. Não foi relatado por parte deles, problemas de saúde relacionados à atividades desenvolvidas no trabalho.

Conforme o empregador, este fornece EPIs aos empregados como: protetor auricular tipo concha com atenuação de 23 dB, óculos de proteção de policarbonato, avental, sapatos, mangote, perneira, máscara de solda, luvas e outros. É sempre cobrado o uso, cuidado e troca (caso necessário). Estas medidas diminuem os perigos da exposição dos funcionários aos riscos ambientais.

Outro fator a ponderar, que é obrigação da empresa fornecer todos os EPI's necessários no serviço, e estes devem possuir Certificado de Aprovação (CA) válido no Ministério do Trabalho.

Seguindo as recomendações da área de segurança do trabalho como as Normas Regulamentadoras, a empresa garante a saúde e bem estar do funcionário, aumenta a produtividade, e gera um ambiente propício de bom relacionamento entre ambas as partes, tanto da parte do empregador quanto da parte do funcionário.

Referências

BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P. *Segurança do trabalho: guia prático e didático*. 1 ed. São Paulo: Érica, 2012.

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

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. *Perda auditiva induzida por ruído (Pair)* / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Cidades – Paraná: Assis Chateaubriand*. Brasil: IBGE, 2017. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/assis-chateaubriand/panorama>>. Acesso em 01 jun, 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. *Norma Regulamentadora nº15: Atividade e Operações Insalubres*. Brasil: MTE, 2011. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-15-1.htm>>. Acesso: 01 jun. 2016.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. *Norma Regulamentara nº9: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.* Brasil: MTE, 1994. Disponível em: <
http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEA44A24704C6/p_19941229_25.pdf>. Acesso: 01 jun. 2016.

PAOLESCHI, B. *CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes). Guia Prático de Segurança do Trabalho.* 1ª Ed. São Paulo-SP. Editora Érica Ltda. 2013.

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