

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

BÁRBARA BANCZYNSKI SALGADO

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO EM UMA FÁBRICA DE
ARTEFATOS DE CIMENTO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA
2015

BÁRBARA BANCZYNSKI SALGADO

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO EM UMA FÁBRICA DE
ARTEFATOS DE CIMENTO**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

CURITIBA
2015

BÁRBARA BANCZYNSKI SALGADO

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO EM UMA FÁBRICA DE ARTEFATOS DE CIMENTOS

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Curitiba, pela banca formada pelos professores:

Orientador:

Prof. Rodrigo Eduardo Catai, Dr.
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Banca:

Prof. Adalberto Matoski, Dr.
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Prof. Massayuki Mário Hara, Me.
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Curitiba, dia 06 de maio de 2015.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer ao meu pai e namorado que sempre me apoiaram e me ajudaram a passar por mais esse desafio.

Aos queridos professores, que são exemplos desde a graduação. Em especial aos professores Rodrigo Eduardo Catai e Cezar Augusto Romano, que sempre apoiaram e incentivaram minhas escolhas acadêmicas.

Aos colegas de classe, pessoas incríveis que conheci e se tornaram meus grandes amigos. Pessoas que fizeram o dia-a-dia ficar mais alegre, divertido e prazeroso.

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar os níveis de ruído nas diferentes linhas de produção de uma fábrica de artefatos de cimento, localizada na região metropolitana de Curitiba. Devido às máquinas utilizadas para fabricação de artefatos de cimento, os níveis de ruído são elevados, prejudicando a saúde do operador da máquina e dos demais trabalhadores que transitam na fábrica. Para a medição dos ruídos presentes nos postos de fabricação foram utilizados os equipamentos decibelímetro e dosímetro. O decibelímetro foi utilizado para fazer a medição do nível de pressão sonora instantâneo, enquanto que o dosímetro foi utilizado para obter uma dose representativa do ruído que o trabalhador está exposto durante sua jornada de trabalho. A carga horária dos trabalhadores da fábrica é de 40 horas semanais, ou seja, oito horas por dia. Os resultados obtidos foram comparados com a norma NR – 15 e constatou-se que os níveis de ruído estão acima dos permissíveis. Diante dos resultados, a empresa pode tomar algumas medidas para que níveis de ruído fiquem abaixo do valor de 85 dB (A), que é o limite estabelecido pela NR -15.

Palavras-chave: Cimento; Segurança; Ruído.

ABSTRACT

This research aims to evaluate the noise levels in the different production lines of a factory of concrete artifacts located in the metropolitan region of Curitiba. Because of machines used for manufacturing of cement artifacts, noise levels are high, impairing the health of the machine operator and other workers who move in the factory. For the measurement of noise present in manufacturing posts the sound level meter and dosimeter equipment were used. The sound level meter was used to make the measurement of the instantaneous sound pressure level while the dosimeter was used to obtain a representative dose of noise a worker is exposed during their working day. The workload of the factory workers is 40 hours per week, or eight hours a day. The results obtained were compared with the standard NR - 15 and it was found that noise levels are higher than the permissible. Given the results, the company can take steps so that noise levels are below the value of 85 dB (A), which is the limit set by NR -15.

Keywords: Cement; Security; Noise.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Baias de Armazenamento de Agregados.....	24
Figura 2 – Carregadeira para Transporte de Agregados.....	24
Figura 3 – Mesa Vibratória.....	25
Figura 4 – Equipamentos de Vibrocompressão.....	26
Figura 5 – Equipamentos para Transporte dos Tubos.....	26
Figura 6 – Equipamentos para Transporte dos Tubos.....	27
Figura 7 – Equipamento para Transporte dos Tubos após o Tempo de Cura.....	27
Figura 8 – Ruídos e Exemplos Típicos.....	15
Figura 9 – Planta Baixa do Barracão da Fábrica.....	29
Figura 10 – Decibelímetro Minipa, modelo MSL – 1325A.....	30
Figura 11 – Dosímetro Instrutherm, modelo DOS 500.....	31
Figura 12 – Nível Sonoro Obtido na Linha de Produção 1 Durante às 8 horas da Jornada de Trabalho.....	34
Figura 13 – Nível sonoro Obtido na Linha de Produção 2 Durante às 8 horas da Jornada de Trabalho.....	36
Figura 14 – Nível Sonoro Obtido na Linha de Produção 5 Durante às 8 horas da Jornada de Trabalho.....	38
Figura 15 – Nível Sonoro Obtido na Linha de Produção 7 Durante 6 horas e 33 minutos da Jornada de Trabalho.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente.	17
Tabela 2 – Limites de Exposição ao Ruído de Diversos Países.	18
Tabela 3 – Soma de Níveis Sonoros.	21
Tabela 4 – Limite de Exposição ao Ruído Conforme as Normas Nacionais de Diversos Países.	23
Tabela 5 – Níveis de Ruído Registrado nas Linhas de Produção.	33
Tabela 6 – Dados da Dosimetria Feita na Linha de Produção 1.	35
Tabela 7 – Dados da Dosimetria Feita na Linha de Produção 2.	37
Tabela 8 – Dados da Dosimetria Feita na Linha de Produção 5.	38
Tabela 9 – Dados da Dosimetria Feita na Linha de Produção 7.	40

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CFC - Certificado de Registro de Fabricante.

CA - Certificado de Aprovação.

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas.

EPI - Equipamento de Proteção Individual.

OIT - Organização Internacional do Trabalho.

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland.

SEBRAE - Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.

NR - Norma Regulamentadora.

UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ABCIC - Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. OBJETIVOS	12
1.1.1. Objetivo Geral	12
1.1.2. Objetivos Específicos	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. A INDÚSTRIA DE ARTEFATOS DE CIMENTO.....	13
2.2. SOM E RUÍDO	14
2.2.1. Som <i>versus</i> Ruído.....	14
2.2.2. Características do Som	16
2.2.3. Classificação do Ruído	16
2.2.4. Limites de Tolerância	17
2.3. EFEITOS CAUSADOS À SAÚDE DO TRABALHADOR DEVIDO AO RUÍDO.....	19
2.4. AUDIOMETRIA	20
2.5. FORMAS DE CONTROLE DO RUÍDO.....	21
2.5.1. Equipamento de Proteção Individual para Proteção Auditiva.....	22
2.6. Processo Produtivo de Artefatos de Cimento	23
3. METODOLOGIA	29
3.1. DELIMITAÇÃO DOS LOCAIS PARA FAZER AS MEDIÇÕES	29
3.2. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	30
3.3. MEDIÇÃO DO RUÍDO	32
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1. RESULTADOS OBTIDOS COM O DECIBELÍMETRO.....	33
4.2. RESULTADOS OBTIDOS COM O DOSÍMETRO	34
4.2.1. Linha de Produção 1	34
4.2.2. Linha de Produção 2	36
4.2.3. Linha de Produção 5	37
4.2.4. Linha de Produção 7	39
5. CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

As fábricas de artefatos de cimento, assim como outras indústrias que fornecem insumos para a construção civil são um tanto quanto arcaicas e sofrem modificações a passos lentos.

Devido à demanda crescente por artefatos de cimento resultante de suas vantagens, as indústrias desse ramo passaram a mecanizar seus processos, porém essa mecanização é considerada recente e com diversas falhas. Ocorre que para aumentar a produção, as condições do trabalhador nem sempre são mantidas adequadas, comprometendo sua saúde e segurança.

O ramo da construção civil concentra uma variedade de acidentes e doenças do trabalho, não é surpresa. Até mesmo para pessoas que não estão diretamente ligadas a essa área, que acidentes nesse ramo são comuns. Os acidentes são mais vislumbrados por apresentarem aspecto visual maior e imediato, porém as doenças provindas do trabalho devem ser tratadas com tanta importância quanto os acidentes.

Segundo estimativas da Organização Internacional do Trabalho (OIT), mais de 80 por cento do total de acidentes mortais são causados por diversos tipos de enfermidades relacionadas com o trabalho. Ou seja, a maioria dos acidentes mortais é causada por doenças advindas da rotina de trabalho dos funcionários. Traduzindo em números, o total de acidentes mortais é de 2,34 milhões por ano, sendo que desse total, somente 321 mil são causadas por acidentes e 2,02 milhões são causadas por diversos tipos de enfermidades relacionadas com o trabalho (OIT, 2013).

Na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), a indústria de artefatos de cimento se enquadra no grupo 2330. Esse grupo engloba também a indústria de artefatos de concreto, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes. Tal grupo, no ano de 2012, registrou um total de 3.788 acidentes. Comparando com os anos anteriores, os números de acidentes só aumentam nessas indústrias.

No ramo da construção civil existe uma gama enorme de indústrias que fornecem insumos para as diversas construções. Essas indústrias também concentram um ambiente bastante propício à ocorrência de acidentes e doenças provindas do trabalho diário. As doenças auditivas são bastante frequentes nesse ramo e geram, muitas vezes, perdas auditivas irreversíveis.

Dessa forma, a presente pesquisa destaca os níveis de ruído que trabalhadores de uma fábrica de artefatos de cimento estão expostos e propõe algumas medidas para privar a saúde dos funcionários desse ramo, de forma que essas medidas podem ser extrapoladas para outras indústrias de artefatos de cimento, pois os ruídos provêm, principalmente, das máquinas em operação, máquinas que foram incorporadas ao processo de produção para aumentar a produtividade da fábrica. Os fornecedores de maquinário para as indústrias de artefatos de cimento são limitados, sendo que as máquinas disponíveis no mercado são muito similares.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

O presente trabalho objetiva avaliar os níveis de ruído, que os trabalhadores de uma fábrica de artefatos de cimento, localizada na região metropolitana de Curitiba, estão expostos.

1.1.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Obter dados sobre os níveis de ruído que os trabalhadores de uma fábrica de artefatos de cimento estão sujeitos na rotina de trabalho diária e compará-los aos valores máximos contidos nas normas regulamentadoras vigentes;
- Avaliar medidas alternativas para melhorar as condições de trabalho dos funcionários frente aos níveis de ruído que estão expostos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A INDÚSTRIA DE ARTEFATOS DE CIMENTO

A empresa analisada se define como “Indústria de Artefatos de Cimento”, nas normas vigentes não há definição para o termo artefatos de cimento. Artefatos de cimento, segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), é um termo genérico definido para variados produtos e segundo a mesma associação o termo pode ser definido para os produtos que são produzidos em indústria.

Ao considerar os produtos fabricados na empresa referenciada nesse estudo, que são meios fios, tubos de concreto e alguns tipos de peças de concreto para pavimentação, pode-se fazer algumas considerações. Segundo a NBR – 8890 (2007) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os tubos de concreto são peças pré-fabricadas de concreto, enquanto que a NBR 9781 (2013) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), não faz definição das peças de concreto para pavimentação. Enquanto que a NBR 9062 (2001) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define como elemento pré-fabricado aquele que é executado industrialmente, mesmo em instalações temporárias, sob controle rigoroso de qualidade. A mesma norma define o elemento pré-fabricado como um elemento pré-moldado, ou seja, aquele que é executado fora do local de utilização definitiva do elemento.

Segundo Revel (1973 apud SERRA et al. 2005, p. 3) o elemento pré-fabricado é aquele fabricado antes de seu posicionamento final na obra.¹

Diante das definições expostas, a fábrica em questão pode ser denominada como fábrica de artefatos de cimento, de pré-fabricados ou pré-moldado.

De acordo com o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) de Santa Catarina, existem cerca de duas mil e quinhentas empresas de artefatos de cimento legalmente registradas, produzindo mensalmente cinquenta milhões de peças, com um faturamento, em 2001, de quinhentos e oitenta milhões de reais.

¹ REVEL, M. (1973). La prefabricacion em la construccion, 1.ed. Bilbao: Urmo. 457p.

Os pré-moldados são vantajosos devido a menor demanda por mão de obra, menor prazo de execução e controle tecnológico mais apurado (REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO – NEGÓCIOS DE INCORPORAÇÃO E CONSTRUÇÃO, 2013).

Conforme o engenheiro Paulo Helene, em informativo da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC), o uso do elemento pré-moldado resulta em obras mais duráveis, menor demanda por água e energia e menor geração de resíduos, características que favorecem a sustentabilidade ambiental.

2.2. SOM E RUÍDO

2.2.1. Som *versus* Ruído

O termo som é definido como o resultado de perturbações vibratórias que se propagam por meio material (OLIVEIRA E RIBAS, 1995). Segundo Maia (2008), o conceito de som se diferenciará conforme a área que o tem como objetivo de interesse, o autor exemplifica pela forma diferenciada que o termo é tratado na área da Física e da Fisiologia.

O ruído tem a definição subjetiva, que considera o ruído um som indesejável e a definição operacional, que considera o ruído como um som que não contem informações úteis para a tarefa em execução (IIDA, 2005). Diante dessa definição subjetiva, o alarme de um despertador para quem o programou contem informação útil, mas poderá ser considerado um som desagradável para um morador vizinho. Também diante da definição citada, o ruído é um tipo de som, o que diferencia um do outro é a forma de percebê-lo.

Outra forma de definir o ruído é pelo som que resulta em uma sensação ruim, sendo que um som agradável denomina-se apenas por som (OLIVEIRA E RIBAS, 1995). Segundo os mesmos autores, a irritação causada pelo ruído depende de variáveis que dificultam a determinação do limiar entre som e ruído, são elas: (1) tempo de exposição, (2) intensidade, (3) informação transmitida pelo ruído e (4) condição psicológica e (5) física da pessoa que está exposta.

Para Fantini Neto (2014), o ruído pode ser considerado todo som incômodo ou excessivo, que ocorre em praticamente todos os processos produtivos.

Uma grande faixa de intensidade sonora pode ser percebida pelo ouvido humano, mas intensidades acima de 130 dB podem produzir danos ao aparelho auditivo (IIDA, 2005).

A Figura 1 remete níveis de ruído a seus exemplos típicos.

Intensidade da pressão sonora	Ruído (dB)	Exemplos típicos
100.000.000.000.000	140	-limiar da dor
10.000.000.000.000	130	-avião a jato
1.000.000.000.000	120	-britadeira pneumática
100.000.000.000	110	-buzina de carro (1m)
10.000.000.000	100	-forjaria
1.000.000.000	90	-estamparia
100.000.000	80	-serra circular
10.000.000	70	-máquinas-ferramenta
1.000.000	60	-barulho do tráfego
100.000	50	-máquina de escrever (2m)
10.000	40	-fala normal
1.000	30	-escritório (10 pessoas)
100	20	-escritório (2 pessoas)
10	10	-sala de estar
1	0	-biblioteca
		-quarto de dormir (à noite)
		-sala acústica
		-limiar da audição

Figura 1 – Ruídos e Exemplos Típicos.

Fonte: IIDA, 2005.

Diante dessas definições, para não gerar dúvidas, neste trabalho o termo ruído será utilizado quando se referir a um som indesejável no ambiente de trabalho. Enquanto que o termo som será utilizado quando se referir as características da sua propagação, de forma a esclarecer como o som se propaga e de que forma é percebido ou não pelo ser humano, lembrando que nem sempre um som é um ruído, mas o ruído sempre será um som.

2.2.2. Características do Som

O som é caracterizado por três variáveis: frequência, intensidade e duração (XAVIER, 2014).

Para Fernandes (2002), a variável frequência é definida como o número de oscilações completas por unidade de tempo e é medida em Hertz (Hz), pelo Sistema Internacional de Unidades (S.I).

Apesar de o ouvido humano perceber frequências entre 20 e 20.000 Hz, a sensibilidade das pessoas em geral é diferente para cada frequência e essa sensibilidade também varia dependendo da idade da pessoa (IIDA, 2005).

A intensidade sonora percebida pelo ouvido humano é de até 140 dB (SOUZA, 2007). Essa variável é uma medida adimensional, medida em Decibel (dB), de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (S.I).

A relação entre frequência e intensidade sonora resulta no nível de pressão sonora, expresso em dB (A) (BELLUSCI, 2012).

O tempo de exposição está definido na Norma Regulamentadora 15 – Atividades e Operações Insalubres e tem correlação direta com o nível de ruído que o trabalhador está exposto.

2.2.3. Classificação do Ruído

O ruído pode ser classificado como de impacto ou impulsivo e contínuo ou intermitente.

Segundo a Norma Regulamentadora 15 – Atividades e Operações Insalubres e a Norma de Higiene Ocupacional de nº 01 da FUNDACENTRO, o ruído de impacto ou impulsivo é todo ruído que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo e intervalos superiores a 1 (um) segundo. Exemplo desse tipo de ruído é o bate estaca, muito utilizado em fundações prediais.

Ainda segundo a NR – 15 e NHO – 01, o ruído contínuo ou intermitente é todo o ruído que não estiver classificado como de impacto ou impulsivo.

Apesar das duas normas tratarem o ruído contínuo e intermitente de maneira equivalente, tecnicamente o ruído contínuo é aquele que apresenta variação de 3dB em períodos superiores a 15 minutos e maiores que 0,2 segundos. (NUNES, s. d).

2.2.4. Limites de Tolerância

Os parâmetros utilizados para avaliação do nível de ruído estão descritos na Norma Regulamentadora 15 – Atividades e Operações Insalubres, que estabelece os limites de exposição em função da jornada de trabalho. Seguem, na Tabela 1, alguns dos valores limites definidos na norma:

Tabela 1 – Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente.

Nível de Ruído dB (A)	Tempo Máximo de Exposição
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: Norma Regulamentadora 15 – Atividades e Operações Insalubres.

Segundo a tabela, para uma rotina diária de trabalho de oito horas, o nível máximo de exposição deverá ser de 85 dB (A). Sendo que quanto maior o nível de ruído, menor é o tempo permissível de exposição.

A norma ainda ressalva que o trabalhador só poderá ficar exposto a níveis de ruído acima de 115 dB (A) se estiver adequadamente protegido.

A título de comparação, a Tabela 2, apresenta os limites de exposição ao ruído de diversos países.

Tabela 2 – Limites de Exposição ao Ruído de Diversos Países.

País	Nível de Ruído dB(A)	Tempo de Exposição (h)	Taxa de divisão dB(A)	Nível Máximo dB(A)	Nível de Ruído de impacto (dB)
w Alemanha	85	8	3		
■ Japão	90	8		--	--
● França	90	40	3	--	--
● Bélgica	90	40	5	110	140
w Inglaterra	83	8	3		
w Itália	85	8	3		
● Dinamarca	90	40	3	115	--
■ Suécia	85	40	3	115	--
■ USA - OSHA	90	8	5	115	140
■ USA - NIOSH	85	8	5	--	--
● Canadá	90	8	5	115	140
w Austrália	85	8	3		
w Holanda	80	8	3		
w Espanha	85	8	3		
s Turquia	95	--	--	--	--
w China	70 - 90	8	3		
w Finlândia	85	8	3		
w Hungria	85	8	3		
w Nova Zelândia	85	8	3		
w Israel	85	8	5		
w Noruega	85	8	3		
■ Brasil	85	8	5	115	130

Legenda:

■ Segundo **GERGES (1988)**

● Segundo **HAY (1975)**

s Segundo **HAY (1982)**

w Segundo **SOBRAC (1995)**

Segundo Iida (2005), o trabalhador não terá consequências graves se for exposto a ruídos de até 80 dB. Porém, Fernandes (2003), diante dos resultados de sua pesquisa, afirma que o limite de exposição de 85 dB para oito horas de trabalho, estipulado pela NR – 15, não protege trabalhadores mais sensíveis e deveria ser reduzido. O autor ressalva que a redução do limite de tolerância é uma tendência mundial.

2.3. EFEITOS CAUSADOS À SAÚDE DO TRABALHADOR DEVIDO AO RUÍDO

O trabalhador exposto a determinada intensidade e repetitividade sonora pode sofrer prejuízos passageiros, que se forem repetidos podem ocasionar surdez por ruído. (GRANDJEAN, 1998).

Além da surdez temporária, a surdez causada por ruído pode ser de condução ou nervosa, a de condução reduz a capacidade de o ouvido externo transmitir as vibrações para o ouvido interno e a surdez nervosa reduz a sensibilidades das células nervosas no ouvido interno e ocorre principalmente nas frequências acima de 1000 hertz (IIDA, 2005).

Segundo Massera (s.a), o ruído pode:

- Lesar os órgãos auditivos;
- Perturbar a comunicação;
- Provocar irritação;
- Ser fonte de fadiga;
- Diminuir o rendimento do trabalho.

Além disso, o autor afirma que o ruído afeta o ser humano, simultaneamente, nos planos físico, psicológico e social.

Segundo Iida (2005), com base em um experimento, o ser humano quando exposto a níveis a partir de 90 ou 100 dB começam a ter reações fisiológicas prejudiciais ao organismo, que aumentam a fadiga e stress. A experiência também demonstrou que o ser humano é capaz de se adaptar a níveis de ruído abaixo de 90 ou 100 dB.

2.4. AUDIOMETRIA

De acordo com a norma NR – 15, os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW).

Quando o trabalhador estiver exposto a dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados e não seus efeitos isolados (NR – 15). Esse efeito combinado, também denominado dose é calculado pela Equação 1:

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \quad \text{[Equação 1]}$$

Na equação, C_n indica o tempo total que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico, e T_n indica a máxima exposição diária permissível a este nível, esse valor pode ser visto na Tabela 1, exposta anteriormente.

Diante da Equação 1, caso o trabalhador esteja exposto a apenas um nível de ruído, a equação se resume a divisão de C_1 por T_1 . Diante dessa divisão, a dose é adimensional, mas pode ser apresentada em porcentagem, caso o resultado seja multiplicado por 100.

Caso o resultado da dose ultrapasse a unidade ou 100%, significa que o limite foi ultrapassado e o trabalhador estará sob risco potencial de surdez ocupacional e medidas de controle são exigidas (SESI, 2007).

Segundo a NR – 15, 100% da dose equivalem a 85 dB(A) e 8 horas de trabalho. O nível equivalente de ruído é determinado pela Equação 2.

$$N_{eq} = L_{eq} = 85 + 16,61l_g \left(\frac{D \times 480}{t} \right) \text{ dB(A)} \quad \text{[Equação 2]}$$

Na equação, D indica a dose de forma adimensional e t indica o tempo de exposição em minutos.

Segundo Sesi (2007), para se obter a dose que o trabalhador está exposto, utiliza-se o aparelho chamado dosímetro, que é instalado no trabalhador e fornece a dose acumulada ao final da jornada.

A localização do aparelho para medição do som deve considerar o sentido da propagação sonora (BARBOSA FILHO, 2010).

Para o cálculo do efeito de vários equipamentos ligados ao mesmo tempo, primeiramente deve ser considerado um par de fontes, posteriormente o resultado deve ser composto com a terceira fonte e assim sucessivamente. A Tabela 3 resume os resultados.

Tabela 3 – Soma de Níveis Sonoros.

Diferença entre Medições	Incremento ao Ruído de maior Intensidade
0	3
1	2,6
2	2,2
3	1,8
4	1,5
5	1,2
6	1
7	0,8
8	0,6
9	0,5
10	0,4
11 e 12	0,3

Fonte: BARBOSA FILHO, 2010.

2.5. FORMAS DE CONTROLE DO RUÍDO

Segundo Saliba (2004), existem três medidas de controle do ruído:

1. Controle de ruído na fonte;
2. Controle de ruído na trajetória;
3. Controle de ruído no homem.

Para o autor, as medidas de controle de ruído na fonte e na trajetória, quando viáveis tecnicamente, devem ser prioritárias.

De acordo com Vidal (2011), eliminar a produção de ruído é a providência de maior eficácia verdadeira, mas essa providência pode esbarrar em questões administrativas, técnicas e financeiras e é por isso que outras medidas são adotadas.

Em último caso, adotam-se medidas de proteção individual, ou seja, quando outras medidas de proteção forem esgotadas (BARSANO E BARBOSA, 2012).

2.5.1. Equipamento de Proteção Individual para Proteção Auditiva

Caso não tenha sido possível o controle do ruído na fonte e na trajetória, o Equipamento de Proteção Individual (EPI) é requerido. O EPI é uma medida paliativa caso não seja possível medidas que elimine os riscos de acidente de trabalho, ou durante períodos de implantação dessas medidas (GERGES, 2008).

A Norma Regulamentadora 06 – Equipamento de Proteção Individual (EPI) define EPI como todo dispositivo ou produto, de uso individual, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e saúde no trabalho.

Existem cerca de 1000 modelos, em nível internacional, de protetores auditivos. (GERGES, 2000). Dentre eles, o autor cita alguns dos principais:

- Protetor de inserção auto-moldáveis;
- Protetor de inserção do tipo pré-moldado;
- Protetores de inserção do tipo personalizado
- Protetor do tipo concha;
- Protetor tipo capa de canal;
- Tipos especiais de protetores auditivos.

Segundo Webster (2008), para que o uso do EPI tenha uma relação custo-benefício positiva, algumas considerações devem ser tomadas:

- Verificar se o equipamento possui Certificado de Aprovação (CA);
- Verificar se o fabricante possui Certificado de Registro de Fabricante (CRF);
- Selecionar um equipamento adequado para as necessidades em questão;
- Treinar os trabalhadores sobre o correto uso do equipamento;
- Treinar os trabalhadores sobre a correta guarda e conservação do equipamento.

Mesmo que essas medidas sejam tomadas, caso o trabalhador não use de forma contínua o protetor auricular, a proteção será muito inferior aquela descrita no Certificado de Aprovação (CA) (BARBOSA FILHO, 2010). Conforme demonstra a Tabela 4:

Tabela 4 – Limite de Exposição ao Ruído Conforme as Normas Nacionais de Diversos Países.

Uso do Protetor em % do Tempo da Jornada de Trabalho						
50%	75%	88%	94%	98%	99%	100% *
5	9	13	16	18	19	20
4	8	11	13	14	14	15
3	6	8	9	9	10	10
2	3	4	4	5	5	5
Tempo em Minutos de NÃO uso na Jornada **						
240	120	60	30	10	5	0

*atenuação nominal do protetor.

**considerada a jornada diária de 8 horas.

Fonte: BARBOSA FILHO, 2010.

2.6. PROCESSO PRODUTIVO DE ARTEFATOS DE CIMENTO

O processo produtivo de artefatos inicia-se com o recebimento das matérias primas, são elas: cimento, armação, areia e brita.

O cimento pode ser recebido a granel ou ensacado, no caso da fábrica em questão esse material é recebido das duas formas, a granel é estocado em um silo e o ensacado fica disposto em paletes.

Nesse processo de descarregamento e estocagem do cimento são utilizadas empilhadeiras, carregadeira de pneu, além dos caminhões que efetuam o transporte da fábrica de cimento até a fábrica de artefatos.

As armações são transportadas até a fábrica por caminhões e descarregadas por empilhadeiras.

As areias e britas são transportadas até a fábrica por caminhões e descarregadas diretamente nas baias especificadas.



Figura 2 – Baias de Armazenamento de Agregados

Fonte: A Autora, 2015.

Após o recebimento, os agregados são transportados através da carregadeira de pneu até os silos da central de concreto onde serão dosados e misturados. Segue foto tirada da carregadeira utilizada na fábrica de artefatos de concreto.



Figura 3 – Carregadeira para Transporte de Agregados

Fonte: A Autora, 2015.

A preparação das armações é feita através da calandra, um equipamento que auxilia no corte e dobra das armações. As demais etapas dependem do produto que será produzido.

Na fábrica existem oito linhas de produção, sendo que uma delas sempre está desativada, uma vez que a usina de concreto não atende a demanda das nove linhas de produção simultaneamente. Duas delas determinados dias fazem meios fios e outros dias fazem peças de concreto para pavimentação. Quatro linhas de produção fabricam tubos de concreto, sendo que uma delas sempre fica desativada, ou seja, ora os trabalhadores trabalham em uma máquina, ora trabalham noutra. Por fim, existem duas linhas de produção de corte e

dobra das armações. Por questões logísticas, essas linhas de produção são próximas umas das outras, ou seja, os ruídos produzidos por cada uma delas são percebidos pelas demais.

Na fábrica, os meios fios e as peças para pavimentação são fabricadas de forma manual, ou seja, a carregadeira de pneus recebe o concreto produzido na central e descarrega próximo a unidade produtora. Os funcionários despejam esse concreto através de pás nas formas dispostas na mesa vibratória, aguardam a vibração e desformam as peças na área de cura. Após o tempo de cura, as peças são empilhadas em paletes e deslocadas até os locais de estoque, onde permanecerão até serem carregados em caminhões e deslocados até as respectivas obras.

Na fábrica existem duas mesas vibratórias, que além de ruído produz vibração. A figura a seguir ilustra uma das mesas vibratórias utilizadas.



Figura 4 – Mesa Vibratória

Fonte: A Autora, 2015.

O processo de fabricação dos tubos é mais automatizado, através de correias transportadoras, o concreto produzido na central é deslocado até a máquina para enchimento dos moldes dos tubos.

Existem no mercado dois tipos de equipamentos para fabricação de tubos de concreto, os de vibrocompressão e os de compressão radial e na fábrica analisada existem os dois tipos de equipamento.

Os equipamentos de vibrocompressão geralmente são instalados abaixo do nível do piso para reduzir os níveis de ruído, porém, na fábrica, um dos equipamentos instalados está parcialmente abaixo do nível do piso e o outro está sob o piso, como demonstra a Figura 4.



Figura 5 – Equipamentos de Vibrocompressão
Fonte: A Autora, 2015.

Na fabricação de tubos com equipamentos de vibrocompressão, o concreto sofre um processo de vibração enquanto é despejado no molde, essa vibração ocorre através de um vibrador central de alta frequência. Após o preenchimento total, além da vibração o concreto sofre compressão e compactação através de um anel acionado por prensa hidráulica.

Na fabricação dos tubos com equipamentos de compressão radial, um eixo rotatório hidráulico com roletes que exercem um movimento de rotação de alta velocidade comprimem o concreto contra um molde exterior produzindo o tubo, com preenchimento de concreto desde a base da forma.

Após a fabricação propriamente dita do tubo, ocorre o processo de deslocamento da forma até o local que o tubo sofrerá o processo de cura. Esse deslocamento pode ser feito de várias formas, na fábrica em questão, os tubos menores são deslocados através de um equipamento de transporte manual, que os funcionários utilizam para viabilizar o deslocamento. Os tubos maiores são transportados através de empilhadeira ou por pórticos rolantes.



Figura 6 – Equipamentos para Transporte dos Tubos
Fonte: A Autora, 2015.



Figura 7 – Equipamentos para Transporte dos Tubos
Fonte: A Autora, 2015.

Após o tempo de cura, os tubos são tombados e deslocados através de empilhadeiras até o estoque, onde permanecem até o momento de serem transportados para as respectivas obras.



Figura 8 – Equipamento para Transporte dos Tubos após o Tempo de Cura
Fonte: A Autora, 2015.

Na fabricação dos meios fios e peças para pavimentação a mesa vibratória é um equipamento que transmite níveis de ruído elevados.

Na fabricação de tubos de concreto as máquinas tem como característica níveis de ruído elevado devido a vibração que é feita no concreto disposto nas formas.

Além das máquinas destinadas a produção dos produtos, os equipamentos e veículos de deslocamento de insumos (caminhões e carregadeira de pneu) e de deslocamento dos produtos (caminhões e empilhadeiras) exercem forte influência nos níveis de ruído da fábrica.

O protetor auricular fornecido pela empresa e utilizado pelos trabalhadores é do tipo plug em silicone com cordão sintético, com atenuação de 16 dB.

3. METODOLOGIA

3.1. DELIMITAÇÃO DOS LOCAIS PARA FAZER AS MEDIÇÕES

As medições feitas com o decibelímetro foram feitas em todas as linhas de produção da fábrica. Para a coleta de dados feita com o dosímetro, foram escolhidos quatro trabalhadores, qualitativamente, nas diferentes linhas de produção da fábrica.

Nas oito linhas de produção, os trabalhadores têm uma jornada de trabalho de 8 horas por dia, cinco dias por semana.

As áreas de fabricação dos materiais na fábrica são delimitadas por um barracão, todas as linhas de produção ficam nesse local. Para visualizar melhor os locais onde as medições foram feitas, segue uma planta baixa genérica do barracão.

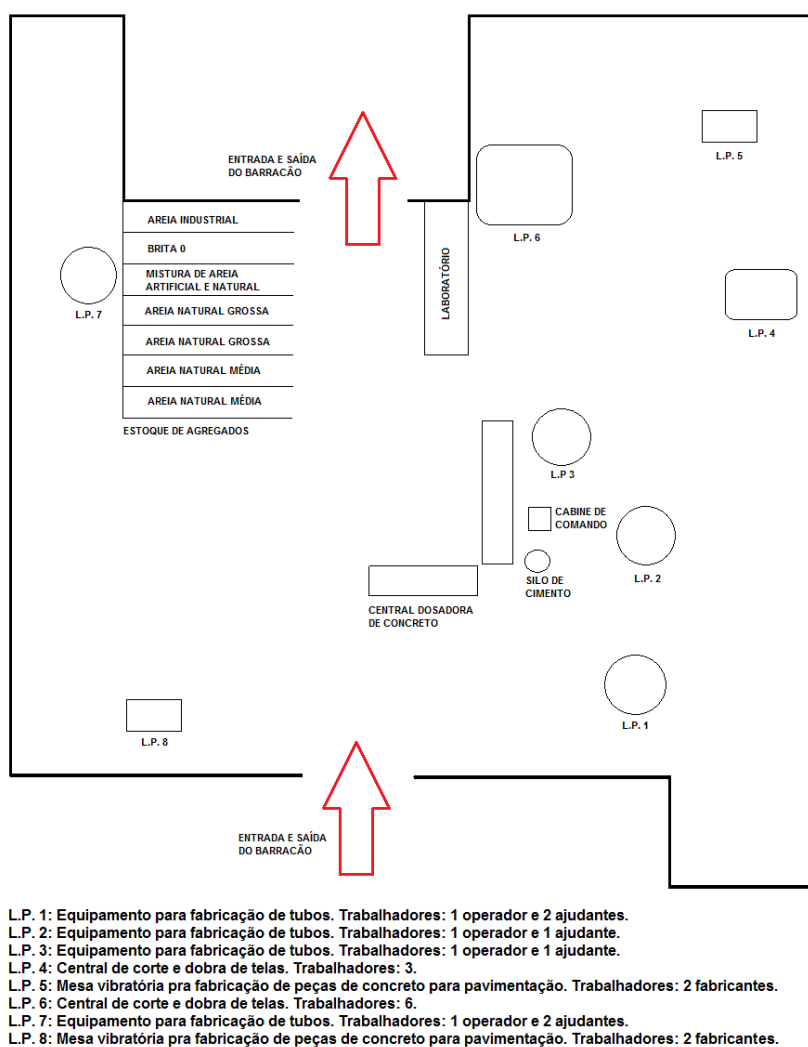


Figura 9 – Planta Baixa do Barracão da Fábrica.

Fonte: A Autora, 2015.

As linhas de produção 2 e 3 não funcionam ao mesmo tempo, pois o misturador de concreto da fábrica não tem capacidade para fornecer concreto para todas as linhas de produção ao mesmo tempo, então quando a linha de produção 2 está funcionando, a linha de produção 3 está inativa. Os dois funcionários que trabalham na linha de produção 2 são os mesmos que trabalham na linha de produção 3.

3.2. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Para a coleta de dados foram utilizados os aparelhos decibelímetro e dosímetro. O decibelímetro foi utilizado para fazer a medição do nível de pressão sonora instantâneo, enquanto que o dosímetro foi utilizado para fazer a medição da dose de ruído que o trabalhador está exposto durante sua jornada de trabalho.

Para a medição do nível de pressão sonora instantâneo foi utilizado um medidor de pressão sonora, também conhecido como decibelímetro da marca Minipa, modelo MSL – 1325A.

Na figura 9, está representado o decibelímetro utilizado nas medições:



Figura 10 – Decibelímetro Minipa, modelo MSL – 1325A.
Fonte: Minipa, 2015.

De acordo com a NR – 15 o decibelímetro foi ajustado para operar no circuito de compensação “A”, circuito de resposta lenta (*slow*) e o aparelho foi posicionado no sentido principal da propagação das ondas sonoras, próximo ao ouvido do trabalhador.

Para a coleta de dados, de forma mais precisa, foi utilizado o dosímetro da marca Instrutherm, modelo DOS 500. O aparelho foi aferido pelo calibrador acústico da marca Instrutherm, modelo CAL 3000.

Na Figura 10, está representado o dosímetro utilizado nas medições:



Figura 11 – Dosímetro Instrutherm, modelo DOS 500.

Fonte: Instrutherm, 2015.

O aparelho foi preso na cintura do trabalhador e o microfone no seu vestuário, próximo ao ouvido do avaliado.

O dosímetro foi configurado antes de fazer as medições de acordo com a NR – 15. Os seguintes parâmetros foram ajustados:

- Nível de critério (Lc) = 85 dB;
- Nível de limiar (Lt) = 80 dB;
- Fator duplicativo de dose (taxa de troca) = 5;
- Constante de tempo ou de resposta = (*slow*), resposta lenta.

Após as medições, foi feita a instalação do *software* que acompanha o equipamento no computador. Dessa forma, foi possível gerar os gráficos dos níveis de pressão sonora que o trabalhador está exposto ao longo da sua jornada de trabalho.

3.3. MEDIÇÃO DO RUÍDO

No primeiro momento, foram caracterizados os níveis de ruído de forma instantânea. Com o decibelímetro foram feitas medições nas oito linhas de produção, posicionando o aparelho nas regiões onde os funcionários transitam durante a jornada de trabalho. Dessa forma, foi possível determinar de forma geral os níveis de ruído que os trabalhadores estão expostos.

No segundo momento, foram caracterizados os valores das doses acumuladas ao final da jornada de trabalho. Com o dosímetro foram feitas medições nas cinco principais linhas de produção. Os trabalhadores escolhidos de forma qualitativa foram:

1. Operador da linha de produção 1;
2. Operador da linha de produção 2;
3. Fabricante da linha de produção 5;
4. Operador da linha de produção 7.

As linhas de produção de corte e dobra de armação não foram escolhidas porque a calandra, que é o equipamento a que os funcionários desta linha de produção estão ligados, não emite ruído significativo, se comparado aos demais equipamentos das outras linhas de produção, ou seja, o ruído percebido pelos funcionários que trabalham nessa área é em função das outras máquinas. A medição através do dosímetro também não foi realizada na linha de produção 3 porque ela estava inativa no período que foram realizados as medições, pois como explicado anteriormente, os dois funcionários que trabalham na linha de produção 2 e 3 são os mesmos e quando uma linha está ativa a outra está inativa, devido a capacidade do misturador de concreto. A medição através do dosímetro também não foi possível ser realizada na linha de produção 8 porque a mesa vibratória quebrou no dia da medição e não foi possível o concerto em tempo para realizar a medição, porém essa linha de produção é similar a linha de produção 5, diferenciando-se dessa apenas pela sua localização.

O dosímetro permaneceu com o trabalhador durante toda a jornada de trabalho, ou seja, durante oito horas. As medições foram feitas das 7h30min às 11h30min e das 12h40min às 16h40min, no período entre 11h30min até 12h40min o aparelho foi pausado. Dessa forma, foi possível determinar mais precisamente os níveis de ruído que os trabalhadores estão expostos.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos através das medições realizadas com o decibelímetro e dosímetro.

4.1. RESULTADOS OBTIDOS COM O DECIBELÍMETRO

Na Tabela 5 a seguir, estão expostos os níveis de ruído registrados pelo decibelímetro em todas as linhas de produção da fábrica.

Tabela 5 – Níveis de Ruído Registrado nas Linhas de Produção.

Linha de Produção	Nível de Ruído Registrado dB (A)
1	87,4
2	97,8
3	104
4	86,5
5	95,8
6	87
7	88,6
8	93,8

Fonte: A Autora, 2015.

Apesar dos dados refletirem os níveis de pressão sonora instantâneo, ainda assim todos os resultados foram acima de 85 dB (A), valor limite determinado pela norma NR – 15.

4.2. RESULTADOS OBTIDOS COM O DOSÍMETRO

As medições realizadas com o dosímetro foram feitas cada dia em uma linha de produção diferente e ao longo de toda a jornada de trabalho do avaliado.

4.2.1. Linha de Produção 1

O trabalhador escolhido da linha de produção 1 foi o operador da máquina. Este operador é responsável por controlar a máquina de fabricação dos tubos através da botoeira e devido ao seu posicionamento mais próximo ao equipamento, está exposto a níveis superiores de ruído que os dois ajudantes, pois estes variam sua posição em relação a máquina.

A medição foi feita durante as oito horas da jornada de trabalho. Durante o horário do almoço o aparelho foi pausado, ou seja, entre 11h30min e 12h40min.

No gráfico a seguir é possível verificar os níveis de exposição que o trabalhador está exposto ao longo de sua jornada de trabalho.

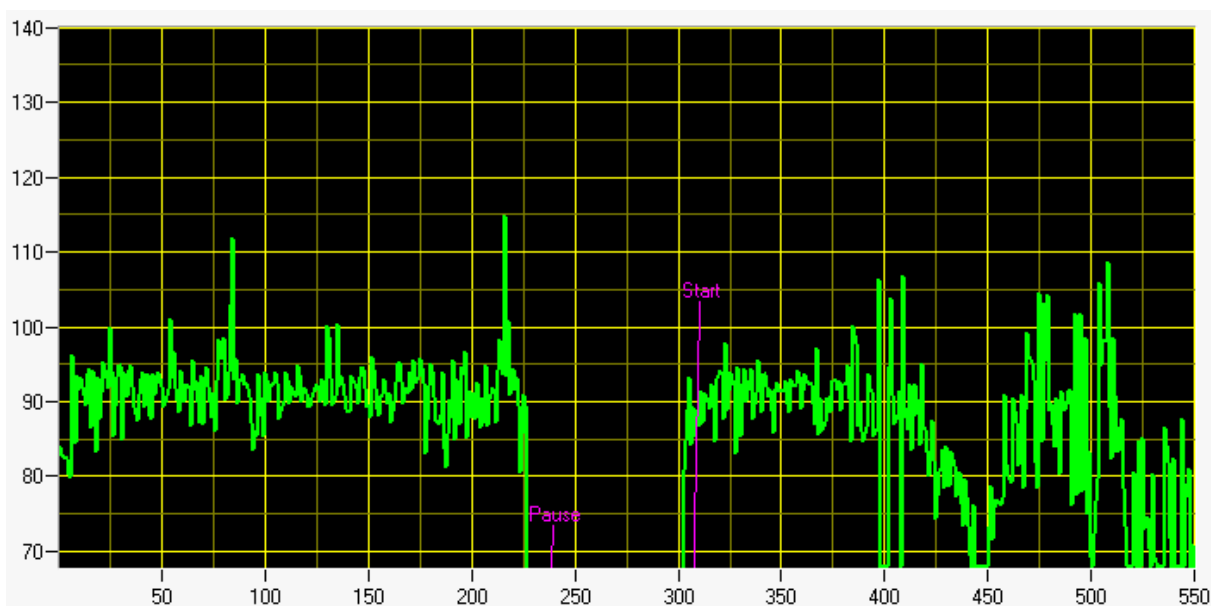


Figura 12 – Nível Sonoro Obtido na Linha de Produção 1 Durante às 8 horas da Jornada de Trabalho.

Fonte: A Autora, 2015.

No gráfico, o eixo das abscissas refere-se ao tempo de exposição e o eixo das ordenadas refere-se ao nível de pressão sonora que o trabalhador está exposto.

Os instantes que os níveis de pressão sonora reduziram significativamente foram os momentos que as máquinas estavam desligadas. O primeiro instante de redução do nível de pressão sonora ocorre das 15h às 15h15min, pois há um intervalo de 15 minutos para que os funcionários possam fazer um lanche ou descansar. O segundo instante de redução do nível de pressão sonora ocorre depois das 16h, horário que as máquinas são desligadas para que os trabalhadores façam a limpeza dos equipamentos.

Na Tabela 6, estão os resultados da dosimetria gerados pelo dosímetro:

Tabela 6 – Dados da Dosimetria Feita na Linha de Produção 1.

LINHA DE PRODUÇÃO 1	
Excedeu 115 dB	Sim
Excedeu 140 dB	Não
Tempo de Exposição	7h55min
Dose (%)	269,40
Leq (tempo real)	92,1
Leq (projetado para 8 horas)	92,22

Fonte: A Autora, 2015.

De acordo com o C.A. do protetor auricular utilizado pelo trabalhador, a atenuação é de no máximo 16 dB, caso seja utilizado de forma adequada. O nível equivalente de ruído foi de 92,22 dB (A), subtraindo o valor máximo de atenuação do protetor auricular, o trabalhador está sob ação de um ruído de 76,22 dB. De acordo com a tabela de limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes apresentado pela NR 15, o trabalhador está exposto a um valor abaixo do nível de ação, que é de 85 dB (A). Porém o protetor não será efetivo nos picos mais elevados de exposição, pois o gráfico registrou que o trabalhador ficou exposto a níveis maiores que 115 dB (A).

4.2.2. Linha de Produção 2

O trabalhador escolhido da linha de produção 2, também foi o operador da máquina. Este operador é responsável por controlar a máquina de fabricação dos tubos e a ponte rolante, ambos através de botoeiras. O operador dessa linha de produção efetua um deslocamento maior, pois precisa deslocar o tubo para o local de cura, diferente do operador da máquina 1 que apenas opera a máquina de fabricação dos tubos.

A medição foi feita durante as oito horas da jornada de trabalho. Durante o horário do almoço o aparelho foi pausado, ou seja, entre 11h30min e 12h40min.

No gráfico a seguir é possível verificar os níveis de exposição que o trabalhador está exposto ao longo de sua jornada de trabalho.

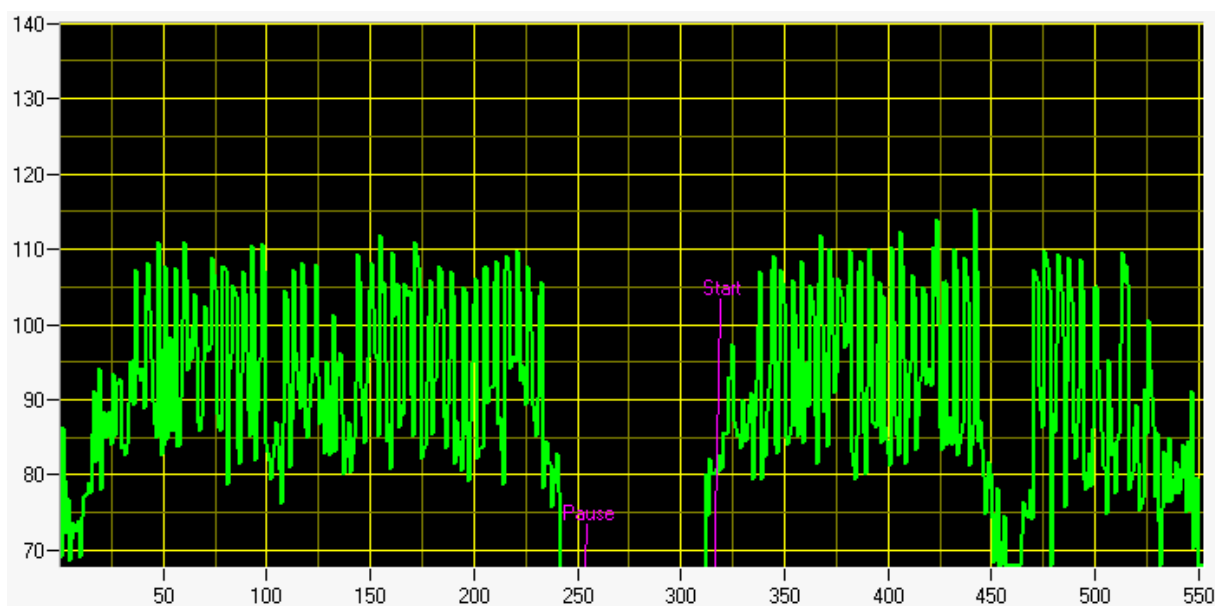


Figura 13 – Nível sonoro Obtido na Linha de Produção 2 Durante às 8 horas da Jornada de Trabalho.

Fonte: A Autora, 2015.

Os instantes que os níveis de pressão sonora reduziram significativamente foram os momentos que as máquinas estavam desligadas. O primeiro instante ocorre das 15h às 15h15min, pois há um intervalo de 15 minutos para que os funcionários possam fazer um lanche ou descansar. O segundo instante ocorre depois das 16h, horário que as máquinas são desligadas para que os trabalhadores façam a limpeza dos equipamentos.

Na Tabela 6, estão os resultados da dosimetria gerados pelo dosímetro:

Tabela 7 – Dados da Dosimetria Feita na Linha de Produção 2.

LINHA DE PRODUÇÃO 2	
Excedeu 115 dB	Sim
Excedeu 140 dB	Sim
Tempo de Exposição	8h03min
Dose (%)	791,1
Leq (tempo real)	99,9
Leq (projetado para 8 horas)	99,87

Fonte: A Autora, 2015.

De acordo com o C.A. do protetor auricular utilizado pelo trabalhador, a atenuação é de no máximo 16 dB, caso seja utilizado de forma adequada. O nível equivalente de ruído foi de 99,87 dB (A), subtraindo o valor máximo de atenuação do protetor auricular, o trabalhador está sob ação de um ruído de 83,87 dB. De acordo com a tabela de limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes apresentado pela NR 15, o trabalhador está exposto a um valor abaixo do nível de ação, que é de 85 dB (A). Porém o protetor não será efetivo nos picos mais elevados de exposição, pois o gráfico registrou que o trabalhador ficou exposto a níveis maiores que 140 dB (A).

4.2.3. Linha de Produção 5

O trabalhador escolhido da linha de produção 5 foi um dos fabricantes. Nessa linha de produção, os dois funcionários tem a mesma função, ou seja, durante toda a jornada de trabalho os dois trabalham juntos sem diferenciação de tarefas. Durante o período que a mesa vibratória está ligada ambos os funcionários estão próximos a ela, quando se distanciam dela o equipamento já foi desligado.

A medição foi feita durante as oito horas da jornada de trabalho. Durante o horário do almoço o aparelho foi pausado, ou seja, entre 11h30min e 12h40min.

No gráfico a seguir é possível verificar os níveis de exposição que o trabalhador está exposto ao longo de sua jornada de trabalho.

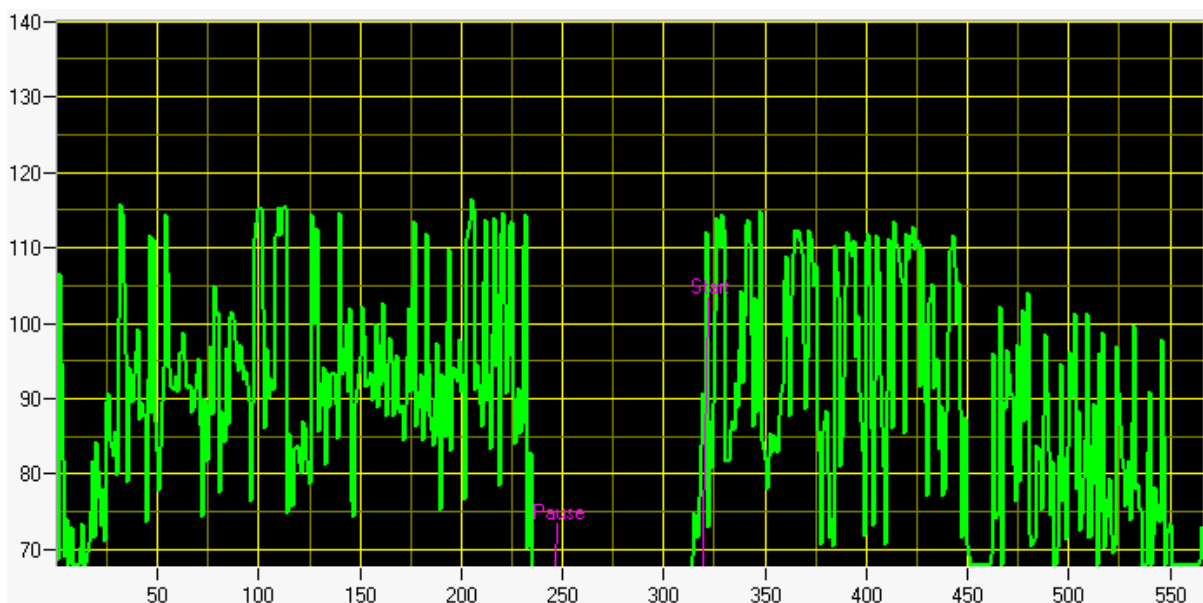


Figura 14 – Nível Sonoro Obtido na Linha de Produção 5 Durante às 8 horas da Jornada de Trabalho.

Fonte: A Autora, 2015.

Os instantes que os níveis de pressão sonora reduziram significativamente foram os momentos que as máquinas estavam desligadas. O primeiro instante ocorre das 15h às 15h15min, pois há um intervalo de 15 minutos para que os funcionários possam fazer um lanche ou descansar. O segundo instante ocorre depois das 16h, horário que as máquinas são desligadas para que os trabalhadores façam a limpeza dos equipamentos.

Na Tabela 8, estão os resultados da dosimetria gerados pelo dosímetro:

Tabela 8 – Dados da Dosimetria Feita na Linha de Produção 5.

LINHA DE PRODUÇÃO 5	
Excedeu 115 dB	Sim
Excedeu 140 dB	Sim
Tempo de Exposição	8h07min
Dose (%)	1220
Leq (tempo real)	103
Leq (projetado para 8 horas)	102,93

Fonte: A Autora, 2015.

De acordo com o C.A. do protetor auricular utilizado pelo trabalhador, a atenuação é de no máximo 16 dB, caso seja utilizado de forma adequada. O nível equivalente de ruído foi de 102,93 dB (A), subtraindo o valor máximo de atenuação do protetor auricular, o trabalhador está sob ação de um ruído de 86,93 dB (A). De acordo com a tabela de limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes apresentado pela NR 15, o trabalhador está exposto a um valor acima do nível de ação, que é de 85 dB (A). Diante desse resultado, o ambiente de trabalho do operador da linha de produção 5 é caracterizado como insalubre.

4.2.4. Linha de Produção 7

O trabalhador escolhido da linha de produção 7 foi o operador da máquina. Este operador é responsável por controlar a máquina de fabricação dos tubos através da botoeira e devido ao seu posicionamento mais próximo ao equipamento, está exposto a níveis superiores de ruído que os dois ajudantes, pois estes variam sua posição em relação a máquina.

A medição foi feita durante seis horas e 33 minutos da jornada de trabalho. Durante o horário do almoço o aparelho foi pausado, ou seja, entre 11h30min e 12h40min.

No gráfico a seguir é possível verificar os níveis de exposição que o trabalhador está exposto ao longo de sua jornada de trabalho.

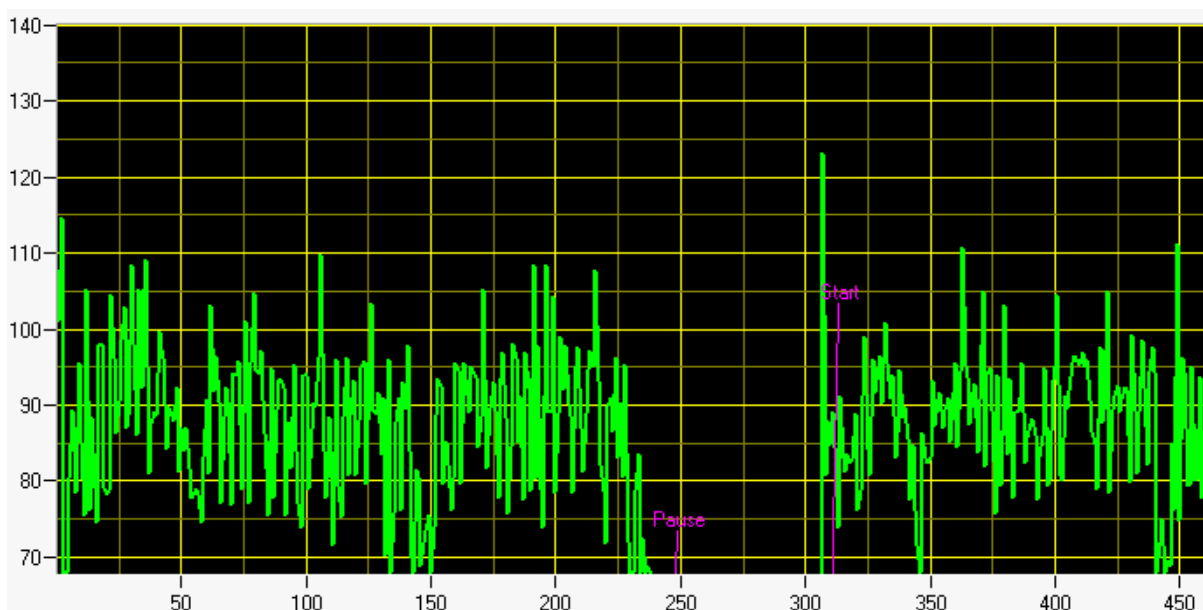


Figura 15 – Nível Sonoro Obtido na Linha de Produção 7 Durante 6 horas e 33 minutos da Jornada de Trabalho.

Fonte: A Autora, 2015.

Os instantes que os níveis de pressão sonora reduziram significativamente foram os momentos que as máquinas estavam desligadas. O primeiro instante ocorre das 15h às 15h15min, pois há um intervalo de 15 minutos para que os funcionários possam fazer um lanche ou descansar. O segundo instante ocorre depois das 16h, horário que as máquinas são desligadas para que os trabalhadores façam a limpeza dos equipamentos.

Na Tabela 9, estão os resultados da dosimetria gerados pelo dosímetro:

Tabela 9 – Dados da Dosimetria Feita na Linha de Produção 7.

LINHA DE PRODUÇÃO 7	
Excedeu 115 dB	Sim
Excedeu 140 dB	Sim
Tempo de Exposição	6h33min
Dose (%)	261,2
Leq (tempo real)	91,9
Leq (projetado para 8 horas)	93,36

Fonte: A Autora, 2015.

De acordo com o C.A. do protetor auricular utilizado pelo trabalhador, a atenuação é de no máximo 16 dB, caso seja utilizado de forma adequada. O nível equivalente de ruído foi de 93,36 dB (A), subtraindo o valor máximo de atenuação do protetor auricular, o trabalhador está sob ação de um ruído de 77,36 dB (A). De acordo com a tabela de limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes apresentado pela NR 15, o trabalhador está exposto a um valor abaixo do nível de ação, que é de 85 dB (A). Porém o protetor não será efetivo nos picos mais elevados de exposição, pois o gráfico registrou que o trabalhador ficou exposto a níveis maiores que 140 dB (A).

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que embora os trabalhadores da fábrica façam uso adequado do protetor auricular, o valor de atenuação não é suficiente para isentar os trabalhadores de possíveis problemas de saúde.

Os níveis de ruído medidos através do decibelímetro ficaram todos acima do valor de 85 dB (A), valor de referência contido na NR – 15 para oito horas de exposição.

As medições feitas com o dosímetro revelaram que os quatro trabalhadores que ficaram com o aparelho foram expostos a níveis de ruído acima de 115 dB (A) e três deles foram expostos a níveis acima de 140 dB (A). Os valores são bastante expressivos, pois a norma registra que não é permitido que trabalhadores estejam expostos a níveis de ruído acima de 115 dB (A) sem que estejam adequadamente protegidos.

Como alternativa para redução dos níveis de ruído, o empregador pode investir na troca dos equipamentos com menores emissões de ruído. Dessa forma, o problema seria controlado na fonte geradora, o que traria grandes benefícios para o ambiente de trabalho.

Outra alternativa seria o isolamento de alguns maquinários, mesmo que parte dos trabalhadores ainda fiquem em contato direto com o equipamento, evitaria que o ruído gerado fosse transmitido para os trabalhadores das demais linhas de produção.

Caso o empregador decida efetuar as modificações na fábrica ou trocar seus equipamentos, ainda assim o tempo para finalizar essas alternativas deve ser mensurado. Durante esse período medidas paliativas devem ser efetuadas, como manter o uso do Equipamento de Proteção Individual, nesse caso o protetor auricular.

Uma alternativa paliativa para diminuir os riscos que os trabalhadores estão expostos seria fazer uso de protetores com valores de atenuação superiores. Caso a empresa troque seus protetores auriculares por outros com atenuação de 20 dB, reduziria significativamente a exposição ao ruído e diante dos resultados obtidos, com essa atenuação os trabalhadores estariam expostos a níveis inferiores a 85 dB (A).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8890**. Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9781**. Peças de concreto para pavimentação – Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9062**. Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro. 2001.

Artefatos de Cimento. Site da Associação Brasileira de Cimento Portland, texto publicado em 22/12/2009. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/aplicacoes/artefatos-de-cimento#.U9WXvvldW68>>. Acesso em junho de 2014.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma de Higiene Ocupacional-NOH01**, FUNDACENTRO, 2001.

BRASIL, Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora NR15**. Manual de Legislação Atlas. 64ª. Edição, 2009.

BRASIL, Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora NR06**. Manual de Legislação Atlas. 64ª. Edição, 2009.

BARBOSA FILHO, Antonio Nunes. **Segurança no Trabalho e Gestão Ambiental**. Ed. Atlas S.A. 3ª Edição. São Paulo. 2010.

BARSANO, Paulo Roberto e BARBOSA, Rildo Pereira. **Segurança do Trabalho: Guia Prático e Didático**. Ed. Érica Ltda. 1ª Edição. São Paulo. 2012.

BELLUSCI, Silva Meirelles. **Doenças profissionais ou do trabalho**. 6ª Edição, São Paulo: Editora SENAC. 2012.

Conquistar espaço em novos segmentos, como o residencial, e garantir o controle rigoroso da qualidade das peças produzidas são desafios para os fabricantes de sistemas industrializados de concreto. Revista Construção Mercado – Negócios de Incorporação e Construção. Edição 149, dezembro/2013. Disponível em:

<<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/149/artigo301990-1.aspx#>>. Acesso em junho de 2014.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional 01**. Disponível em:
< <http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/Publicacao/NHO01.pdf>
Acesso em junho de 2014.

FERNANDES, João Candido. **Avaliação da Perda de Audição Induzida por Ruído em Trabalhadores Expostos a Níveis Inferiores a 85 dB(A)**. Site Segurança e Trabalho, São Paulo, texto publicado em janeiro de 2003. Disponível em:
<<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/avaliacao-joao-fernandes.doc>>. Acesso em fevereiro de 2015.

Fabricação de blocos de concreto. Site do Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/ideais/default.asp?vcdtexto=2845&%5E%5>>. Acesso em junho de 2014.

FERNANDES, João Candido. **Acústica e ruídos**. 51 p. Laboratório de acústica e vibrações – Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2002.

FANTINI NETO, Roberto. **Apostila de Higiene do Trabalho – Introdução, ruído e vibrações**, Apostila do curso de Eng. e Segurança do Trabalho da UTFPR. 2014.

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia**. Ed. Artes Médicas Sul LTDA. 4ª Edição. Porto Alegre. 1998.

GERGES, Samir N. Y. **Manual de Saúde e Segurança do Trabalho**. Coordenador Sebastião Ivone Vieira. Ed. LTr. 2ª Edição. São Paulo. 2008.

GERGES, Samir N. Y. **Ruídos: Fundamentos e Controle**. Ed. NR Editora. 2ª Edição – Atualizada e Ampliada. Florianópolis. 2000.

Informativo da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC), nº 17, e São Paulo, agosto de 2013. Disponível em:
<http://www.abcic.org.br/Informativo/informativo_ago13.pdf>. Acesso em junho de 2014.

IIDA, Itiro. **Ergonomia - Projeto e Produção**. Ed. Edgard Blucher. 2ª Edição revista e ampliada. São Paulo. 2005.

MAIA, Sérgio Emygdio Cabral Maia. **Análise Crítica na Interpretação dos Parâmetros de Avaliação do Agente Físico Ruído**. Dissertação de mestrado em Sistemas de Gestão – Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2008.

MASSERA, Carlos. **O Estudo do Ruído**. Manual de Consenso. Grupo de Especialistas em Saúde Ocupacional de Jundiaí. Coordenador: Conrado de Assis Ruiz

NUNES, Nereu. Disciplina: Higiene Ocupacional. Módulo: **Ruído – Fundamentos e Controle**. Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho. Centro Universitário do Leste de Minas Gerais. Sem Data.

OLIVEIRA, T. A. e RIBAS, O. T. **Sistemas de Controle das Condições Ambientais de Conforto**. Série Saúde e Tecnologia – Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde – Sistemas de Controle das Condições Ambientais de Conforto. Brasília. 1995.

OIT, Organização Internacional do Trabalho. **OIT: um trabalhador morre a cada 15 segundos por acidentes ou doenças relacionadas ao trabalho**. Disponível em: <http://www.onu.org.br/oit-um-trabalhador-morre-a-cada-15-segundos-por-acidentes-ou-doencas-relacionadas-ao-trabalho/> - Acesso em julho de 2014.

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual Prático de Avaliação e Controle do Ruído**. Ed. LTr. 3ª Ed. São Paulo. 2004.

SERRA, S.M.B et al. **Evolução dos Pré-Fabricados de Concreto**. 1º Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-moldado. São Carlos. 2005.

SESI, Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. **Técnicas de Avaliação de Agentes Ambientais: Manual SESI**. Brasília. 2007.

SOUZA, Décio Gomes. **Anatomia e Fisiologia do Ouvido**. Versão 2007. Disponível em: http://www.dgsotorrinolaringologia.med.br/apost_ouvido.htm - Acesso em fevereiro de 2015.

VIDAL, Mario Cesar. **Livro Higiene e Segurança do Trabalho**. Organizadores: Ubirajara Mattos e Francisco Másculo. Ed. Elsevier Ltda. Rio de Janeiro. 2011.

XAVIER, Antonio Augusto de Paula. **Apostila de Ergonomia**, Apostila do curso de Eng. e Segurança do Trabalho da UTFPR. 2014.

WEBSTER, Marcelo Fontanella. **Manual de Saúde e Segurança do Trabalho**. Coordenador Sebastião Ivone Vieira. Ed. LTr. 2ª Edição. São Paulo. 2008.