

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

RAFAEL GOMES OLIVEIRA

**ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RUÍDOS NA EXECUÇÃO DE ATIVIDADES EM UMA
OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2018

RAFAEL GOMES OLIVEIRA

**ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RUÍDOS NA EXECUÇÃO DE ATIVIDADES EM UMA
OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

CURITIBA

2018

RAFAEL GOMES OLIVEIRA

**ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RUÍDOS NA EXECUÇÃO DE
ATIVIDADES EM UMA OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai (orientador)
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

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

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2018

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

“Suba o primeiro degrau com
fé. Não é necessário que
você veja toda a escada.
Apenas dê o primeiro passo.”
(Martin Luther King)

AGRADECIMENTOS

O agradecimento inicial Àquele que tudo fez e tudo controla, a Deus rei do universo.

Com amor eterno, a minha esposa Flávia e meu filho João Rafael, por acreditarem na minha capacidade em todos os momentos de nossas vidas, e principalmente por serem compreensíveis na minha ausência ao logo destes meses onde dediquei minha vida aos estudos.

A todos que, contribuíram, participaram ou incentivaram o desenvolvimento e a elaboração deste trabalho, expresso aqui meus sinceros agradecimentos.

Ao professor e orientador Catai, pelos conhecimentos transmitidos e pela constante disponibilidade durante a orientação dos trabalhos.

Aos Professores do Departamento Acadêmico de Construção Civil, da UTFPR pelo conhecimento transmitido ao longo do curso.

A minha família, pela paciência e pelo constante apoio e estímulo que me levou a conclusão desse trabalho.

RESUMO

No Brasil e no mundo um dos maiores desafios para indústria de todos os segmentos são os riscos causados a saúde dos trabalhadores expostos ao ruído sonoro. É muito importante sempre realizar a busca por inovações e soluções para problemas encontrados visando o favorecimento e auxílio aos métodos de trabalho. Dentre os principais problemas relatados no setor aparecem os efeitos causados pelo ruído excessivo dos equipamentos que rotineiramente são utilizados nos canteiros de obra. A indústria da construção civil ao longo do tempo apresenta várias peculiaridades que refletem uma estrutura dinâmica, complexa e com alto grau de risco inerente as atividades desenvolvidas. O mercado da construção é fonte de empregos diretos e indiretos e como consumidora de produtos intermediários e finais originados de outros setores da economia. A construção civil é considerada como um dos principais pilares da economia é um dos setores mais sensíveis às mudanças econômicas. Sua participação fica comprometida nos períodos recessivos e seu crescimento é alavancado em épocas de expansão econômica. O presente trabalho tem como objetivo analisar a geração de ruídos que estão expostos trabalhadores de uma obra da indústria da construção civil. Foi realizada uma pesquisa, com o objetivo de identificar a dose de ruídos existentes nas diversas atividades e confrontá-las com os limites estipulados pelas normas vigentes. O equipamento escolhido para as medições em campo foi o dosímetro de ruído. Ao todo sete trabalhadores foram equipados com o dosímetro e foram monitorados durante toda a sua jornada de trabalho. Também foram analisados os equipamentos utilizados na execução das atividades a fim de se verificar existência de medidas de proteção, e controle e/ou atenuação, por fim verificou-se se durante a execução das atividades se os trabalhadores utilizavam EPI. Após comparação dos resultados obtidos com as normas regulamentadoras aplicáveis as atividades, concluiu-se que todas as atividades estão dentro dos parâmetros normativos, um ponto muito favorável para a saúde dos trabalhadores.

Palavras-chave: Ruído. Poluição Sonora. Construção Civil. Normas Regulamentadoras

ABSTRACT

In Brazil and in the world of the biggest challenges for the industry of all segments are health risks for workers exposed to noise. It is important to do research for innovations and solutions to problems. The main problems reported in this sector are the effects of the excess equipment that the routine ones are used in the construction sites. The construction industry over time presents several peculiarities that reflect a dynamic, complex and intensive risk organization inherent in the activities developed. The construction market is a source of direct and indirect jobs and as a consumer of intermediate and final products from other sectors of the economy. Civil construction is a measure of the main pillars of the economy. The participation is committed in the recessive periods and its growth is leveraged in times of expansion. The present work aimed at a generation of employment that is exposed to a work of the civil construction industry. A research was carried out, aiming to identify a dose orientation in several activities and to conflict with the limits stipulated by the current norms. The equipment chosen for field measurements was the noise dosimeter. Altogether seven fillets were equipped with the dosimeter and were monitored throughout their work day. They were also submitted to programs to carry out activities to verify the existence of measures of protection, control and / or mitigation. Finally, it was verified during the execution of the work activities using the PPE. After classifying the results as having been the target of activities, it was concluded that all activities are within the normative limits, a very favorable point for the health of the workers.

Key-words: Noise. Noise pollution. Construction. Regulatory Standards

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Propagação do som agudo e grave.....	17
Figura 2 – Aparelho auditivo.....	20
Figura 3 – Protetores auriculares – plugue (moldáveis), plugue (não moldáveis) e concha. ..	26
Figura 4 – Armador realizando o corte de aço para armadura.....	27
Figura 5 – Armador realizando a montagem de armadura de estaca.	27
Figura 6 – Carpinteiro realizando a montagem de fôrma para estrutura de concreto.....	29
Figura 7 – Pedreiro executando a reconstituição de uma parede de alvenaria.	30
Figura 8 – Retroescavadeira realizando a limpeza do terreno.	31
Figura 9 – Dimensões, perfuratriz SD-45.....	32
Figura 10 – Execução de estaca hélice contínua monitora segmentada.	32
Figura 11 – Esquema de execução de estaca mega.	33
Figura 12 – Cravação da estaca mega.	34
Figura 13 – Localização dos pontos de monitoramento das atividades.	36
Figura 14 – Aparelho de medição de ruído.....	36
Figura 15 – Aparelho de medição de ruído.....	37
Figura 16 – Medição de ruído.....	38
Figura 17 – Resultados das dosimetrias.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Limites de tolerância	18
Quadro 2 – Aparelho de medição de ruído	37
Quadro 3 – Limite de tolerância para ruído contínuo e intermitente.	39
Quadro 4 – Resultados de dosimetria de ruído do armador.	40
Quadro 5 – Resultados de dosimetria de ruído do carpinteiro.	41
Quadro 6 – Resultados de dosimetria de ruído do pedreiro.	42
Quadro 7 – Resultados de dosimetria de ruído do montador de andaime.	43
Quadro 8 – Resultados de dosimetria de ruído do montador de Operador de retro escavadeira.	44
Quadro 9 – Resultados de dosimetria de ruído do operador de perfuratriz de estaca hélice. ..	45
Quadro 10 – Resultados de dosimetria de ruído do técnico de edificações.	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
EPI	Equipamento de proteção individual
NR	Norma regulamentadora
ed.	Edição
Ed.	Editor
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
dB	Decibel
Pa	Pascal
LT	Limite de Tolerância
Log	Logaritmo
NPS	Nível de pressão sonora
Cm ²	Centímetro quadrado
I	Intensidade sonora de um som
Cn	Total que o trabalhador ficou exposto a um nível de ruído específico
Tn	Duração da exposição diária
Dproj	Dose projetada em %
Dmed	Dose medida em %
Tj	Tempo da jornada de trabalho
TD	Tempo da medição do dosímetro
NHO-01	Procedimento técnico – avaliação da exposição - Fundacentro
INSS	Instituto Nacional de Seguro Social
LAvg	Nível de exposição normatizado
TE	Tempo de duração da jornada
D	Dose diária de ruído
CA	Certificado de aprovação
KN.m	Quilo Newton por metro
SPT	Standard Penetration Test
KHz	Quilohertz
NIS	Nível de intensidade sonora

N/m ²	Newton por metro quadrado
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo Geral	15
1.1.2	Objetivos Específicos	15
1.2	JUSTIFICATIVA	15
2.	REVISÃO BIBLIOGRÀFICA	16
2.1	CENÁRIO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	16
2.2	SOM E RUIDO	16
2.2.1	Definição de Som e Ruído.....	16
2.2.2	Natureza do Som.....	17
2.2.3	Limites de Tolerância	18
2.2.4	Funcionamento do ouvido	18
2.2.4.1	Orelha Externa.....	19
2.2.4.2	Orelha média	19
2.2.4.3	Orelha interna.....	20
2.2.5	Equipamentos e máquinas geradores de ruído.....	21
2.2.6	Controle de níveis de ruído.....	21
2.2.7	Intensidade sonora.....	21
2.2.8	Pressão sonora e nível de pressão sonora (NPS).....	22
2.2.9	Objetivos para medição de ruído	22
2.2.10	Dose de exposição ao ruído ocupacional	23
2.3	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)	25
2.4	ATIVIDADES A SEREM ANALISADAS	26
2.4.1	Armador.....	26
2.4.2	Carpinteiro	28
2.4.3	Pedreiro.....	29
2.4.4	Operação de retro escavadeira.....	30
2.4.5	Execução de estaca hélice contínua monitorada segmentada	31
2.4.6	Execução de Estaca Mega	33
3.	METODOLOGIA	35
3.1	DEFINIÇÃO DO LOCAL A SER AVALIADO	35

3.2	EQUIPAMENTOS E MATERIAIS UTILIZADOS	36
3.3	MÉTODOS E PROCESSOS DE MEDIÇÃO	38
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1	RESULTADOS DAS MEDIÇÕES REALIZADAS	40
4.2	COMPARATIVO DOS RESULTADOS COM AS NORMAS VIGENTES	46
4.3	RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA MINIMIZAR OS NÍVEIS DE RUÍDO OBTIDOS	47
5.	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

Nos diversos processos da indústria da construção civil, desde a execução de atividades mais simples até a execução de atividades com alto nível de complexidade, em sua grande maioria o ambiente de trabalho apresenta algum tipo de ruído.

Dentre os principais problemas relatados no setor, aparecem os efeitos causados pelo ruído excessivo dos equipamentos que rotineiramente são utilizados nos canteiros de obras. Com o progresso industrial e o desenvolvimento das máquinas houve o aumento dos níveis de ruído e conseqüentemente o índice de lesões auditivas (ANDRADE, 2004).

A diminuição da capacidade de ouvir adequadamente os sons é uma doença frequente que compromete a comunicação em cerca de 10% das pessoas com mais de 65 anos. Entretanto, são os trabalhadores os mais acometidos devido à exposição a ruído, afetando, em certas atividades, 50% dos trabalhadores com menos de 50 anos de idade (SANTOS, 2009). Ainda segundo Santos (2009), a perda da audição é a doença ocupacional mais comum, pelo fato do ruído ser o agente nocivo presente em grande parte dos ambientes de trabalho, nos mais diversos ramos de atividade industrial e em diversas áreas do setor de serviços. Apesar de não se constituir, de maneira geral, em doença grave e letal, diminui a capacidade de milhões de trabalhadores para suas atividades cotidianas de trabalho, de estudo e lazer, comprometendo sua qualidade de vida e da família.

O risco da lesão auditiva aumenta com o nível de pressão sonora e com a duração da exposição, mas depende também das características do ruído, sem considerar a suscetibilidade individual. Toda vez que o trabalhador se expõe a níveis acima de 85 decibéis, corre risco de ocorrer lesões no ouvido, que podem ser reversíveis se o trabalhador não ficar exposto durante muito tempo, e tenha intervalos para repouso (RUIZ, 2009)

De acordo com Yazigi (2013), os trabalhadores da Construção Civil são, na sua maioria, pessoas simples que enfrentam condições penosas de trabalho e não encontram proteção adequada à sua saúde e integridade física. Um fato de extrema relevância é que os efeitos diretos e indiretos dessa doença ocupacional, faz com que a sociedade absorva o ônus pecuniário de aposentadorias precoces, além da perda inestimável de profissionais de alto nível que deixam de contribuir no desenvolvimento do país.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este estudo tem por objetivo, analisar a geração de ruídos que estão expostos trabalhadores de uma obra da indústria da construção civil.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho foram:

- a) Identificar a dose de ruídos existentes nas diversas atividades e compará-las com os limites estipulados pelas normas vigentes;
- b) Analisar os equipamentos existentes na execução das diversas atividades, visando identificar a existência de dispositivos de proteção e controle e/ou atenuação;
- c) Verificar a utilização de EPI's e se estes estão adequados.

1.2 JUSTIFICATIVA

Desde a antiguidade até aos dias atuais, a construção civil caminha em evolução, em prol de soluções técnicas e desenvolvimento tecnológico que possam prover e viabilizar o bem estar da humanidade. Para se obter um produto final satisfatório, os processos construtivos dos diversos tipos de obras, tais como: residenciais, comerciais, infraestrutura, industriais entre outras, em sua grande maioria têm inserido em seus processos requisitos de segurança das normas aplicáveis as atividades.

Invariavelmente praticamente todas as etapas de uma obra civil de engenharia têm em seu processo alguma geração de ruído, seja ela dentro dos limites máximos de exposição permitidos pela norma, sem que haja a necessidade do uso de EPI ou até mesmo em atividades onde requer o uso de algum EPI para atenuação da exposição ao ruído.

Portanto, é imprescindível garantir que todos os trabalhadores envolvidos em todo e qualquer processo da obra, estejam protegidos de ruídos acima dos limites das normas específicas. Medições periódicas da geração de ruídos, devem ser realizadas com frequência, a fim de preservar a saúde e a integridade física desses trabalhadores.

2. REVISÃO BIBLIOGRÀFICA

2.1 CENÁRIO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil ao longo do tempo apresenta várias peculiaridades que refletem uma estrutura dinâmica, complexa e com alto grau de risco inerente as atividades desenvolvidas. A indústria da construção é fonte de empregos diretos e indiretos e como consumidora de produtos intermediários e finais originados de outros setores da economia (ANDRADE, 2004).

Segundo Maia (2001), a descentralização das atividades produtivas devido ao caráter nômade, em que os produtos gerados pelas empresas são únicos, leva à execução de projetos singulares, com especificidades técnicas diferenciadas para cada empreendimento a ser realizado. Outra característica é a descontinuidade das atividades produtivas. Há uma imensa fragmentação da produção em etapas e fases predominantemente sucessivas que se faz presente em todos os seus subsetores e contrasta com os processos contínuos da indústria de transformação.

O mercado da construção civil é considerado como um dos principais pilares da economia é um dos setores mais sensíveis às mudanças econômicas. Sua participação fica comprometida nos períodos recessivos e seu crescimento é alavancado em épocas de expansão econômica (ODEBRECHT, 2010).

Alguns indicadores apontam vantagens em geral, porém as condições de trabalho na construção civil são preocupantes. O número de acidentes de trabalho geralmente é desenvolvido sob a influência de agentes físicos como: calor, vibrações, ruídos, radiações e agentes químicos. Os efeitos desses agentes acarretam em várias doenças profissionais e uma delas é a deficiência auditiva, em diferentes níveis, adquirida por operários em virtude da exposição ao ruído nos canteiros de obras (ANDRADE, 2004).

2.2 SOM E RUIDO

2.2.1 Definição de Som e Ruído

De acordo com Bistafa (2011), o som é a sensação produzida no sistema auditivo, e ruído é um som indesejável, em geral de conotação negativa. Sons são vibrações das partículas do ar que se propagam a partir de estruturas vibrantes, mas nem toda estrutura que vibra gera som. A corda de um instrumento musical, colocada com as mãos em vibração, não

gera som. Para que haja som, a corda precisa estar presa e as vibrações serem induzidas de forma adequada. Por exemplo, as cordas de violinos não produzem sons quando uma de suas extremidades é segura e as movimentam para baixo e para cima. Elas precisam é claro, ser instaladas de forma adequada no violino. Quando as cordas do violino são colocadas em vibração com o arco (de preferencial) por alguém que não é músico, surgem sons, mas provavelmente sem harmonia, diferentemente do violonista, que irá produzir sons musicais harmônicos. Dessa forma, ruído pode ser também definido como um som sem harmonia, conforme a figura 1, onde é possível verificar a linha de propagação do som agudo e do som grave..

Segundo Iida (2005), fisicamente, o ruído é uma mistura de vibrações, medidas em uma escala logarítmica, em uma unidade chamada decibel dB(A). Acima do limiar da percepção dolorosa podem-se produzir danos ao aparelho auditivo.

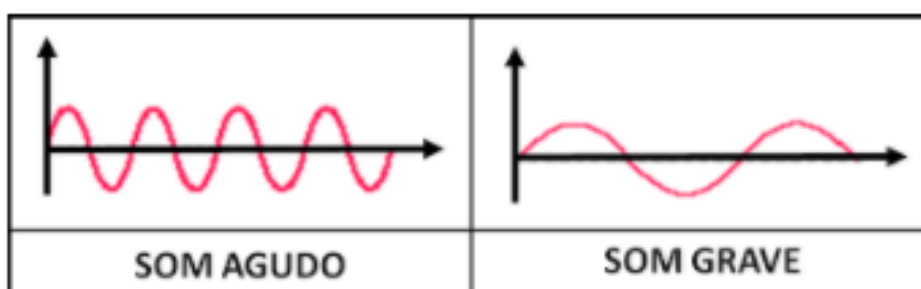


Figura 1 – Propagação do som agudo e grave.

Fonte: YAZIGI, 2013.

2.2.2 Natureza do Som

O som é o resultado das vibrações dos corpos elásticos, quando essas vibrações se verificam em determinados limites de frequências. Essas vibrações são mais ou menos rápidas e tomam o nome de vibrações sonoras (COSTA, 2003).

Ainda segundo Costa (2003), as vibrações sonoras se transmitem ao meio que circunda o corpo sonoro (fonte sonora), produzindo compressões e distensões sucessivas, que se propagam com velocidade uniforme em todas as direções, se a propriedade elástica do meio é igual em todos os seus pontos, isto é, se o meio é isótropo.

O som pode ser caracterizado e definido como uma variação da pressão ambiente detectável pelo sistema auditivo. Ao nível do mar, a pressão ambiente é de 101.350 Pa. No

entanto a menor variação de pressão ambiente detectável pelo sistema auditivo é da ordem de 2×10^{-5} Pa. Essa variação da pressão ambiente capaz de provocar dor é o *liminar da dor*. Diferentes valores de pressão são atribuídos ao limiar da dor, desde 20 até 200 Pa (BISTAFA, 2011).

Um mecanismo bastante comum para gerar sons consiste em fazer vibrar uma estrutura. Estruturas vibrantes movimentam ciclicamente as partículas do ar ao seu redor, gerando localmente concentração e rarefação destas, o que provoca variações de pressão. Diapasões, alto-falantes, cordas de instrumentos musicais, pregas vocais etc. são exemplos de estruturas que ao vibrar geram som (BISTAFA, 2011).

2.2.3 Limites de Tolerância

Para fins de NR-15, é a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição do agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral (RUIZ, 2009).

Ainda segundo Ruiz (2009), para ruído intermitente ou contínuo, há risco grave e iminente para exposições, sem proteção, a 115 dB(A), já para ruído de impacto, há risco grave e iminente, para exposições iguais ou superiores a 140 dB(Linear) ou 130 dB(Fast).

Tipos de Ruído	Limite de Tolerância (NR-15)
Ruído Contínuo / Intermitente	85 dB(A) para 8 horas de exposição
Ruído de Impacto	LT = 130 dB(linear) / dB, ccto linear e resposta de impacto. OU LT = 120 dB(C) (fast) / dB, ccto FAST, compensação "C".

Quadro 1 – Limites de tolerância

Fonte: Ruiz, 2009.

2.2.4 Funcionamento do ouvido

Segundo Ruiz (2009) o ouvido está contido no osso temporal e tem como funções principais o equilíbrio e a audição. É dividido em três partes: orelha externa, orelha média e orelha interna.

2.2.4.1 Orelha Externa

Também conhecida como o pavilhão da orelha o apêndice flexível, de fina cartilagem elástica recoberta de pele. Em sua porção anterior, a pele adere firmemente, enquanto posteriormente, entre ela e a cartilagem, interpõe-se uma camada de tecido conjuntivo subcutâneo Sua função é coletar e encaminhar as ondas sonoras até a orelha média. O papel do pavilhão como captador de ondas sonoras tem valor relativo, pois a ausência do pavilhão não é incompatível com boa acuidade auditiva. Sua forma, dependendo da posição do ouvinte em relação à fonte sonora pode ser responsável por um acréscimo de 07 a 10 dB(A) na faixa de frequência de 2 a 5 \KHz (RUIZ, 2009).

De acordo com Vieira (1994), ainda contribui para a localização da fonte sonora (frente/atrás e direita/esquerda) e para discriminar mudanças na elevação da fonte sonora (acima/abaixo).

2.2.4.2 Orelha média

Segundo Oliveira (1997) a orelha média desempenha a função primordial de transmissão da onda sonora e é constituída de:

- Cavidade timpânica;
- Antro mastoideo;
- Tuba auditiva.

Ainda segundo Oliveira (1997) a cavidade timpânica é descrita como sendo um espaço irregular entre a orelha externa e a orelha interna. Esta cavidade é revestida por uma mucosa que envolve um espaço arejado, onde se encontra a cadeia ossicular.

Já o antro mastóideo, uma pequena abertura denominada ádito do antro na parte superior da parede posterior do recesso epitimpânico, comunica-se com uma câmara conhecida como antro mastóideo. Seu tamanho pode ser comparado ao de um feijão, mas varia muito em função da pneumatização da mastóide. Situa-se atrás e um pouco acima da cavidade timpânica e é revestido por um mucoperiósteo semelhante ao da cavidade e nele abrem-se numerosas células (OLIVEIRA, 1997).

Por fim a tuba auditiva sua função é a de manter o arejamento das cavidades da orelha média, o que é assegurado graças à abertura intermitente da tuba no ato de deglutir, bocejar ou espirrar. Permite a orelha média igualar a pressão ao meio atmosférico (Vieira, 1994). Quando a pressão da orelha externa é igual da orelha média, a vibração da unidade tímpano-ossicular

ocorre em toda sua amplitude, transmitindo para a orelha interna o máximo de ganho auditivo (OLIVEIRA, 1997).

2.2.4.3 Orelha interna

De acordo com Vieira (1994) a orelha interna localiza-se na porção petrosa do osso temporal e engloba os órgãos da audição e do equilíbrio. Consiste em:

- Labirinto endolinfático (membranoso);
- Labirinto perilinfático (ósseo);
- Cápsula ótica.

É o segmento do aparelho auditivo que realiza a transdução das vibrações sonoras, que se transformam em estímulos nervosos específicos para o nervo acústico, que leva os impulsos aos centros corticais da audição, onde se dá o fenômeno consciente da sensação sonora, conforme figura 2 (VIEIRA, 1994).

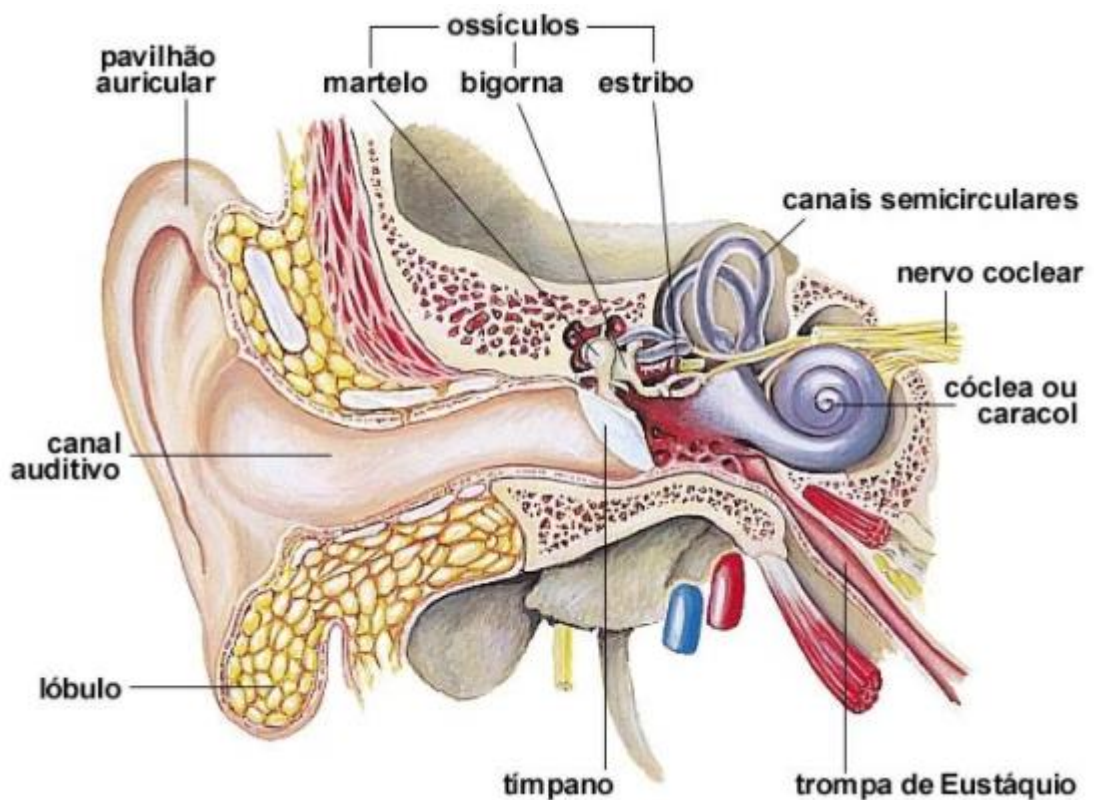


Figura 2 – Aparelho auditivo.
Fonte: Vieira, 1994.

2.2.5 Equipamentos e máquinas geradores de ruído

Segundo Andrade (2004) no final do século XIX, os processos de mecanização e automatização começaram a ser introduzidos na sociedade. Os ruídos e vibrações gerados por máquinas e processos eram considerados inevitáveis por falta de conhecimentos e técnicas nas áreas de controle de ruído e vibrações industriais. Com o processo industrial e o desenvolvimento das máquinas houve o aumento dos níveis de ruído e conseqüentemente o índice de lesões auditivas também se elevou. Com o aumento da demanda, a indústria continua a crescer e frequentemente as máquinas funcionam acima da capacidade projetada. Especificamente, os equipamentos são as fontes de ruído.

2.2.6 Controle de níveis de ruído

Segundo Ruiz (2009), quando as medições comprovarem que os níveis de pressão sonora são muito altos, devem ser tomadas providências a fim de reduzi-los. Embora os detalhes de um Programa de Redução de Ruído possam ser um tanto complexos, há algumas linhas gerais para se encaminhar as soluções:

- Redução de ruído na fonte, através de tratamento acústico das superfícies da máquina ou substituição de parte da máquina ou toda a máquina, de forma a se reduzir a geração de som.
- Reduzindo a transmissão do som, através de isolamento da fonte sonora ou através de tratamento do ambiente, através da inclusão de superfícies absorvedoras, no teto, paredes e piso.
- Fornecer Protetor Auricular para as pessoas expostas. Esta medida é a última a ser considerada como solução definitiva e somente deve ser usada na fase de implantação das soluções de engenharia. A prioridade deve ser sempre direcionada para eliminar / reduzir o nível de ruído da fonte geradora.
- Excluir as fontes mais ruidosas, através da compra de novos equipamentos, remoção para outras áreas isoladas, ou se nada for possível, deve-se ainda reduzir a exposição do pessoal que trabalha no local.

2.2.7 Intensidade sonora

A intensidade sonora medida em decibel dB(A) é definida como nível de intensidade sonora (NIS) e refere-se à relação logarítmica entre a intensidade sonora em questão e a

intensidade de referência. Matematicamente escreve-se de acordo com a Equação 1 e 2 (ANDRADE, 2004).

$$NIS = 10 \log \frac{I}{I_{ref}} (\text{decibel} - dB) \quad (1)$$

ou

$$NIS = 10 \log \frac{I}{I_{ref}} (\text{bel} - dB) \quad (2)$$

Onde: I a intensidade sonora de um som, e $I_{ref} = 10^{-16}$ W/cm²

2.2.8 Pressão sonora e nível de pressão sonora (NPS)

Segundo Gerges (2000) a intensidade acústica é proporcional ao quadrado da pressão acústica, então o nível de pressão sonora que é dado pela equação a seguir:

$$NPS = 20 \log \frac{P}{P_0} (\text{decibel} - dB) \quad (3)$$

Esta fórmula expressa à relação entre a pressão real e a de referencia ($P_0 = 0,00002$ N/m², correspondente ao limiar da audição em 1000 Hz).

2.2.9 Objetivos para medição de ruído

O propósito em realizar o controle de uma fonte de ruído, atender a legislação, ou mesmo, prever o nível de ruído em uma obra ou em uma fábrica ainda na fase de projeto, o ponto chave é a realização de medições. Da sua qualidade, vai refletir o futuro de uma empresa e/ou pessoas, pois os resultados vão influenciar objetivos, planejamento, investimento, proteção (ODEBRECHT, 2012).

O ruído apresenta grandes variações e já existem diversas técnicas para medi-lo. O nível de pressão sonora obtido por decibelímetro não fornece informações suficientes para se poder avaliar o perigo de uma fonte de ruído ou para servir de base para um Programa de Conservação da Audição, para se obter informações mais precisas e confiáveis o dosímetro é o mais confiável (ODEBRECHT, 2012).

De acordo com Ruiz (2009) No gerenciamento exposição a ruídos, verifica-se a importância de obter as suas características, tais como: intensidade, frequências principais, tipo, duração entre outros dados, para que possa ser analisado e controlado, caso seja necessário.

Existem inúmeros benefícios oriundos desta atividade, dentre eles destacam-se:

- Melhorar a acústica de salas e galpões;
- Saber se ele é prejudicial à saúde ou não e de que forma ele atua;
- Possibilitar a escolha correta de medidas de prevenção e correção, tais como: correta escolha do protetor auricular, análise do nexo-causal em audiometrias, isolamento acústico de fontes de ruído ou do funcionário (cabines), etc;
- Fornecer subsídios ao planejamento decorrente da implantação do Programa de Conservação da Audição;
- Favorecer o diagnóstico e fornecer uma base de dados consistente para apoiar as ações de redução do ruído sobre máquinas e equipamentos;
- Garantir que o nível de pressão sonora não incomoda a vizinhança.

2.2.10 Dose de exposição ao ruído ocupacional

A capacidade de causar danos à audição não depende somente do seu nível, mas depende também do tempo de duração (GERGES, 2000).

De acordo com a NHO-01, dose (D) é um parâmetro para caracterização da exposição ocupacional do ruído expresso em porcentagem de energia sonora. Serve de índice diário de exposição e tem por referência o valor máximo de energia sonora diária permitida (BRASIL, 2001).

De acordo com o descrito na NR-15 a dose pode ser calculada pela seguinte equação:

$$D = (C_1/T_1) + (C_2/T_2) + (C_3/T_3) + \dots + (C_n/T_n) \quad (4)$$

Onde:

C_n : é o total que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico;

T_n : é a duração máxima da exposição diária permitível a esse nível, segundo a NR-15 – Limites de tolerância para ruído contínuo intermitente (BRASIL, 2006b).

Segundo Moraes (2014), quando realizada as avaliações de doses em tempos inferiores aos da jornada de trabalho, a dose pode ser apresentada por extrapolação linear simples ou ainda por regra de três. Neste caso, para se obter a dose por extrapolação usa-se a seguinte equação:

$$D_{proj} = 1 \frac{D_{med} \times T_j}{T_D} [\%] \quad (5)$$

Onde:

D_{proj} = dose projetada, em %;

D_{med} = dose medida, em %;

T_j = tempo da jornada de trabalho, em min;

T_D = tempo de medição do dosímetro, em min.

Ainda segundo Moraes (2014), a NHO-01 utiliza a taxa de troca $q=3$, através da expressão Leq (Level Equivalent) no entanto o INSS utiliza a taxa de troca $q=5$ para cálculos com finalidade previdenciária, através da expressão $LAvg$ (Level Average), conforme equação a seguir:

$$LAvg = 80 + 16,61 \times \log\left(\frac{9,6 \times D}{T_E}\right) [dB] \quad (6)$$

Onde: T

$LAvg$ = nível de exposição normatizado, em dB(A);

T_E = tempo de duração da jornada, em minutos;

D = dose diária de ruído, em %.

Na construção civil como em qualquer outra atividade quando o nível equivalente de ruído ultrapassa os 85 dB(A), a atividade é classificada como insalubre, ainda sim, é muito comum optar-se em atenuar o ruído com o uso de EPI's, e não na fonte geradora do ruído. Diferente de outros segmentos o da construção civil ainda é carente de dispositivos de atenuação na fonte.

2.3 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

De acordo com a NR-06, 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.

Ainda segundo a NR-06 todos os equipamentos de proteção individual de fabricação nacional ou importado devem conter o Certificado de Aprovação (CA), expedido por órgão nacional competente.

É de obrigatoriedade de toda empresa fornecer aos empregados gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, de acordo com o nível e o tipo de risco (físico, químico ou biológico), que sejam expostos no exercício das suas atividades.

Atualmente existe uma infinidade de marcas e modelos de protetores auditivos. A escolha do protetor auditivo deve sempre considerar o tipo de ruído encontrado no ambiente, o conforto, a aceitação do EPI pelo usuário, o custo, a durabilidade, a higiene, a questão do problema de comunicação, a segurança, dentre outros, uma vez que, esses parâmetros interferem diretamente no grau de eficiência (YAZIGI, 2013).

Dentre vários modelos de protetores auriculares, destacam-se dois modelos:

- Concha ou abafador – compostos por duas conchas que contêm espuma na parte interna da cavidade e interligados por um arco ou acoplados no capacete;
- Plugue ou inserção – que podem ser moldáveis (fabricado em espuma que se expande e se adequa a geometria interna do ouvido do usuário), ou pré-moldáveis (fabricados em silicone), conforme apresentado na figura 3.



Figura 3 – Protetores auriculares – plugue (moldáveis), plugue (não moldáveis) e concha.
Fonte: O autor, 2017.

2.4 ATIVIDADES A SEREM ANALISADAS

A pesquisa em questão avaliará a dose de ruído que os trabalhadores de uma obra de engenharia civil estarão expostos durante a execução das respectivas atividades, para tal foram analisados os ruídos a qual eram submetidos trabalhadores que exercem as seguintes funções:

- Armador;
- Carpinteiro;
- Pedreiro;
- Montador de andaime;
- Operação de retro escavadeira;
- Execução de estaca hélice contínua monitorada segmentada;
- Execução de estaca mega.

2.4.1 Armador

O profissional montador de armadura tem como atribuições interpretar projetos de arquitetura e estrutural, definir o local de trabalho, montar bancadas para viabilizar a execução dos serviços, montar máquinas de corte, relacionar materiais para armação de ferragens, selecionar vergalhões, medir ferragens e armações conforme as figuras 4 e 5 (ODEBRECHT, 2012).

O dobramento e o corte de vergalhões de aço em obra têm de ser realizado sobre bancadas ou plataformas apropriadas e estáveis, apoiadas sobre superfícies resistentes, niveladas e não escorregadias afastadas da área de circulação de trabalhadores. As armações de pilares e outras estruturas verticais devem ser apoiadas e escoradas para evitar tombamento e desmoronamento. A área de trabalho onde está situada a bancada de armação precisa ter cobertura resistente para proteção dos operários contra queda de materiais e intempéries (YAZIGI, 2013).

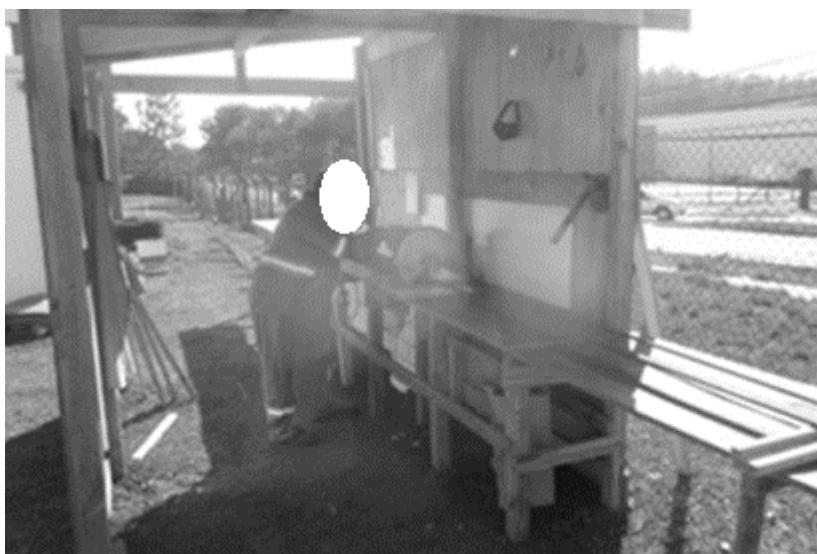


Figura 4 – Armador realizando o corte de aço para armadura.
Fonte: O Autor, 2017.



Figura 5 – Armador realizando a montagem de armadura de estaca.
Fonte: O Autor, 2017.

2.4.2 Carpinteiro

O trabalhador de carpintaria tem como principal responsabilidade montar fôrmas para estruturas, tais elementos devem respeitar as dimensões previstas em projeto bem como resistir a esforços mecânicos durante o processo de concretagem sem que tenha variações ou deformações. Os trabalhos de carpintaria consistente basicamente no corte, montagem e modulação de madeiras, utilizando ferramentas manuais e mecânicas, conforme a figura 6 (ODEBRECHT, 2010).

Segundo Yazigi (2013) as operações em máquinas e equipamentos necessários à realização da atividade de carpintaria somente pode ser efetuada por trabalhador qualificado.

A serra circular deve atender às disposições para segurança do trabalho:

- Deve estar bem fixada na mesa;
- Carcaça do motor aterrado eletricamente;
- Disco de serra deve ser mantido afiado e travado, devendo ser substituído quando apresentar trinca, dente quebrado ou empenamento;
- As transmissões de força mecânica necessitam estar protegidas obrigatoriamente por anteparos fixos e resistentes;
- Ser provida de coifa protetora do disco e cutelo divisor.

Nas operações de corte de madeira, deve ser utilizado dispositivo empurrador e guia de alinhamento. As lâmpadas de iluminação da carpintaria devem estar protegidas contra impactos provenientes da projeção de partículas. A carpintaria deve ter piso nivelado e não escorregadio, com cobertura capaz de proteger os operários contra a queda de materiais e intempéries (YAZIGI, 2013).



Figura 6 – Carpinteiro realizando a montagem de fôrma para estrutura de concreto.
Fonte: O Autor, 2017.

2.4.3 Pedreiro

O pedreiro enquadrarse como um profissional polivalente com várias habilidades e atribuições no processo de construção, conforme a figura 7. Peça chave, com visão global dos processos com conhecimentos para análise de plantas e especificações técnicas, ainda cabe ao pedreiro executar as seguintes atividades seguindo os requisitos aplicáveis a segurança do trabalho: (ODEBRECHT, 2010).

- Orientar na escolha do material apropriado e na melhor forma de execução do trabalho;
- Orientar a composição de mistura, cimento, areias, pedra, dosando as quantidades para obter argamassa desejada;
- Assentar tijolos, ladrilhos, alvenarias e materiais afins;
- Construir alicerces, levantar paredes, muros e construções similares;
- Rebocar estruturas construídas;
- Realizar trabalhos de manutenção corretiva;
- Armar e desmontar andaimes para execução das obras desejadas;
- Operar betoneiras;
- Operar rompedor de concreto;
- Executar outras tarefas de mesma natureza e nível de complexidade associadas ao ambiente organizacional.



Figura 7 – Pedreiro executando a reconstituição de uma parede de alvenaria.
Fonte: O Autor, 2017.

2.4.4 Operação de retro escavadeira

De acordo com Yazigi (2013) o operador de retroescavadeira irá conduzir e operar a máquina destinada a escavar, nivelar ou aplainar terrenos. Ainda segundo Yazigi (2013) o equipamento é um trator com uma pá montada na frente e uma pequena concha na traseira do veículo, possui sistema hidráulico, elétrico, transmissão, eixos, freios, embreagem. Diferente de um trator, que é usado para puxar cargas, a retroescavadeira é empregada nas construções urbanas e rurais.

Uma retroescavadeira hidráulica é movida por pistões, e seu sistema funciona com um virabrequim que gira rapidamente dentro do motor fazendo pressão no óleo da bomba hidráulica; esse óleo, então, passa por tubos até chegar na caixa de comandos onde, quando uma alavanca é acionada, libera o óleo até a camisa (onde fica o pistão), que faz o pistão se mover (YAZIGI, 2013).

O operador da retroescavadeira deve ser profissional devidamente treinado e habilitado e o equipamento deve atender aos critérios estabelecidos na NR-12, conforme a figura 8 (ODEBRECHT, 2010).



Figura 8 – Retroescavadeira realizando a limpeza do terreno.
Fonte: O Autor, 2017.

2.4.5 Execução de estaca hélice contínua monitorada segmentada

Similar à estaca tipo hélice contínua a estaca hélice segmentada é uma estaca moldada “in loco”, caracterizada pela escavação do solo através de segmentos de trado acopláveis, dispostos na própria perfuratriz em um sistema mecânico, denominado alimentador de hélices. Os trados ou hélices possuem um tubo central vazado e em sua face inferior uma tampa metálica recuperável para evitar a entrada de solo no tubo durante a perfuração do solo. Atingida a profundidade prevista em projeto as hélices são extraídas do terreno uma a uma, desacopladas e acondicionadas no alimentador de hélices. Para este processo o sistema de bombeamento do concreto é interrompido pelo mesmo número de vezes da quantidade de segmentos de hélices utilizados na perfuração (ODEBRECHT, 2011).

A primeira perfuratriz surgiu em 2002, criação do Eng. Paulo Sérgio Augustini, fundador da empresa Engestrauss Engenharia e Fundações Ltda e fabricada pela empresa EGTECHNOLOGY na Itália. A perfuratriz, com capacidade de torque de 30 KN.m pode executar estacas de até 18 metros de comprimento, com diâmetros que variam de 25 e 50 cm, em solos coesivos com SPT da ordem de 25 golpes, e não coesivos, até 40 golpes. O equipamento tem as seguintes dimensões e peso: 2 metros de largura, 8 metros de comprimento com 10 metros de altura e pesando 20 toneladas, conforme se pode observar nas figuras 9 e 10 (YAZIGI, 2013).

Embora a perfuratriz de estaca hélice contínua monitorada segmentada, seja um equipamento com alto grau de tecnologias envolvidas em sua fabricação, ainda assim pode

trazer vários riscos a saúde e a integridade física do operador e da equipe que auxilia no processo de produção da estaca. Dentre os vários riscos da atividade o ruído gerado durante a execução da estaca é sem dúvida um dos que mais trás risco a saúde dos trabalhadores (YAZIGI, 2013).

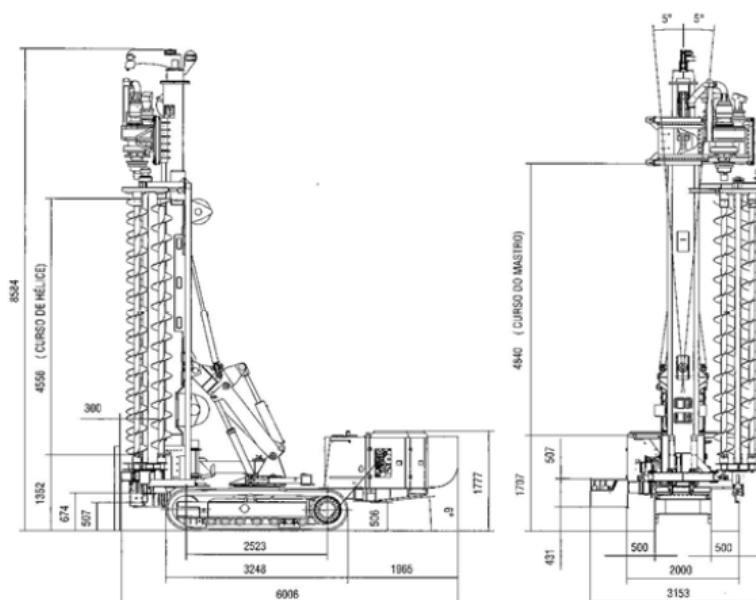


Figura 9 – Dimensões, perfuratriz SD-45.
Fonte: Solodril, 2008.



Figura 10 – Execução de estaca hélice contínua monitora segmentada.
Fonte: O autor, 2017.

2.4.6 Execução de Estaca Mega

Este método de fundação de estaca cravada tipo mega, conforme ilustrado na figura 11 e 12, é utilizado em sua maioria em estruturas que necessitam de reforços estruturais sejam eles por ampliação e adição de novas cargas nas estruturas existentes ou em caso de estruturas que apresentaram problemas patológicos e necessitam de reforços estruturais (REFORÇA, 2015).

Esse processo inicia-se escavando por seções debaixo da fundação existente, em seguida cravando estacas (elementos metálicos), aplicando uma força sobre o macaco que reage contra a própria estrutura. Após a cravação dos segmentos metálicos e atingir a profundidade desejada ou alcançar a camada de solo impenetrável, é injetada uma calda de cimento sobre pressão, onde a mesma realiza o preenchimento e envelopamento dos elementos metálicos (YAZIGI, 2013).

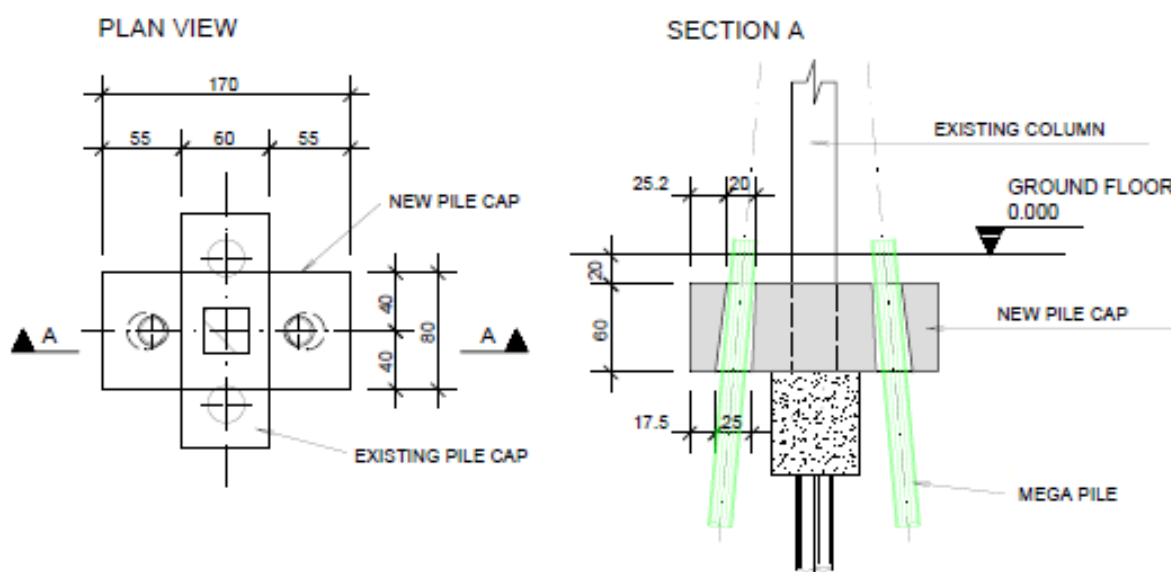


Figura 11 – Esquema de execução de estaca mega.
Fonte: Reforça, 2017.



Figura 12 – Cravação da estaca mega.
Fonte: O autor, 2017.

3. METODOLOGIA

3.1 DEFINIÇÃO DO LOCAL A SER AVALIADO

Em obras de construção civil, o ruído está presente nas mais variadas atividades nos mais diferentes tipos de serviços ou processos. Para esta pesquisa, foi escolhida uma obra de construção civil industrial onde será verificada a incidência de ruídos em uma carga horária de trabalho de 8 horas. Obviamente este estudo não elimina a necessidade de estudos complementares de maior extensão e de maior amplitude com o objetivo de mapear todas as atividades exercidas em uma obra.

Após várias análises e coleta de informações em diversos cenários de diferentes tipos de obras, foi definido que a pesquisa seria realizada em uma obra de ampliação de uma linha de produção de uma fábrica na região metropolitana de Curitiba.

Dentre as várias atividades contidas em uma obra de construção civil industrial, foram mapeadas algumas atividades para serem avaliadas, quanto à dose de ruídos que os trabalhadores são submetidos durante a atividade. Na figura 13 pode-se ver a localização dos pontos de medição na planta:

1. Armador;
2. Carpinteiro;
3. Pedreiro;
4. Montador de andaime;
5. Operador de retro escavadeira;
6. Operador de perfuratriz hélice contínua monitorada segmentada;
7. Técnico em Edificações - Execução de estaca mega.



Figura 13 – Localização dos pontos de monitoramento das atividades.
Fonte: O Autor, 2017.

3.2 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS UTILIZADOS

O dosímetro de ruído é um dispositivo que tem como função medir a exposição de um indivíduo à ruídos específicos durante um período de tempo, conforme as figuras 14 e 15. Ele tem dois usos principais: para proteção contra danos à saúde humana e para a medição da dose em processos industriais.



Figura 14 – Aparelho de medição de ruído.
Fonte: O Autor, 2017.



Figura 15 – Aparelho de medição de ruído.
Fonte: O Autor, 2017.

O aparelho utilizado nesse estudo foi o dosímetro de ruído DOS-600, da marca INSTRUTHERM, devidamente calibrado. Usualmente conhecido como dosímetro de lapela, opera com um circuito interno que ao receber do meio externo determinada frequência, vibra em ressonância, sendo o aparelho capaz de medir a influência externa pelo sistema interno que possui.

O equipamento detecta as doses de ruído durante a jornada de trabalho e as armazena em sua memória interna. Os resultados são expressos em decibels dB(A) podendo ser apresentados de forma gráfica ou tabela dinâmica.

Características técnicas	
Display:	Alfanumérico de cristal líquido
Microfone:	de eletreto condensado tipo II
Precisão:	$\pm 1,5\text{dB(A)}$
Escala:	60 a 130 / 70 a 140dB(A)
Frequência de ponderação:	A e C
Detector de Pico:	C ou Z
Níveis de Critério:	80 a 90dB(A)
Nível Limiar:	70 a 90dB(A)
Fator duplicativo:	3,4,5 ou 6dB(A)
Indicação de pico:	115dB(A)
Indicação de tempo real:	Sim
Resposta:	Rápida e Lenta
Travamento do teclado:	Sim
Alimentação:	4 pilhas (AAA) de 1,5V
Dimensões:	106 x 60 x 34mm
Peso:	350g

Quadro 2 – Aparelho de medição de ruído
Fonte: O Autor, 2017.

3.3 MÉTODOS E PROCESSOS DE MEDIÇÃO

De acordo com a NR-9, é estabelecida a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

Foram realizadas medições de ruídos de 7 (sete) atividades distintas, que variaram em carga horária de 1h:48 minutos a 8 horas de trabalho. Os trabalhadores foram monitorados por um dosímetro de ruído DOS-600, em todo o período em que realizaram suas atividades profissionais, de forma a garantir uma melhor efetividade dos resultados.

Todos os procedimentos que antecederam o início das atividades foram rigorosamente seguidos, só então os trabalhadores monitorados foram equipados com o dosímetro de lapela. Antes do início das medições o equipamento foi devidamente programado para atendimento aos requisitos estabelecidos na NR-15.

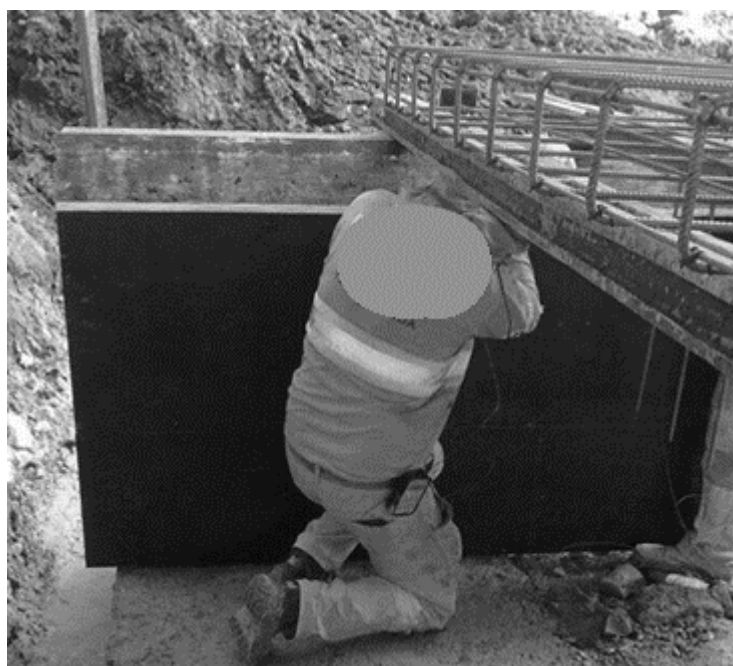


Figura 16 – Medição de ruído.
Fonte: O Autor, 2017.

Os tempos de exposição aos níveis de ruído não devem exceder os limites de tolerância, conforme o quadro 3.

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
92	3 horas e 30 minutos
93	3 horas
94	2 horas e 40 minutos
95	2 horas e 15 minutos
96	2 horas
97	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

Quadro 3 – Limite de tolerância para ruído contínuo e intermitente.

Fonte: NR-15 Anexo nº1.

Se durante a jornada de trabalho ocorrem dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados, de forma que, se a soma das seguintes frações (Norma Regulamentadora 15).

No entanto no estudo em questão os trabalhadores que participaram do estudo não foram submetidos a ruídos diferentes ao da atividade que estavam executando.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES REALIZADAS

Após a realização das medições em campo foi obtido os seguintes resultados conforme apresentados no quadro 4:

FUNÇÃO: Armador		
ATIVIDADE: Realizou atividades de corte e dobra de ferro de construção.		
TIPO DE EXPOSIÇÃO: Habitual e Permanente.		
MEDIÇÃO	DATA	27/06/2017
	INICIO MEDIÇÃO	08:33
	INICIO INTERVALO	11:58
	FINAL INTERVALO	13:03
	FINAL MEDIÇÃO	17:24
RESULTADOS	MEDIÇÃO	07:46
	DOSE(%)	128
	L avg(dB)	86,9
	TWA(dB)	86,6
	Pdose(%)	131,6

Quadro 4 – Resultados de dosimetria de ruído do armador.

Fonte: O autor, 2017.

O primeiro trabalhador analisado exercia a função de armador, a dose de ruído foi medida no canteiro de obras (área new building), o profissional executou cortes, dobra e montagem de armaduras de aço para estruturas de concreto. O equipamento utilizado para realizar o corte foi uma policorte que não apresentava qualquer dispositivo para atenuar o ruído gerado durante a sua utilização. O valor da dose projetada durante às 7:46 da jornada de trabalho foi de 131,60%, ou seja, mais de 30% acima do limite que é de 100%, já o nível de pressão equivalente foi de 86,9dB(A), sendo assim 1,9 dB(A) acima do permitido de 85 dB(A) que é o estipulado pela NR-15.

Durante a jornada de trabalho onde foi realizado o monitoramento, não se observou valores acima de 115 dB(A). Durante a execução da atividade o profissional utilizava um protetor auricular adequado do tipo concha, com o objetivo de atenuar a exposição à dose de ruído.

FUNÇÃO: Carpinteiro		
ATIVIDADE: Realizou atividades de corte e maipulações de peças de madeira.		
TIPO DE EXPOSIÇÃO: Habitual e Permanente.		
MEDIÇÃO	DATA	10/07/2017
	INICIO MEDIÇÃO	08:34
	INICIO INTERVALO	11:55
	FINAL INTERVALO	13:07
	FINAL MEDIÇÃO	17:05
RESULTADOS	MEDIÇÃO	07:19
	DOSE(%)	122,5
	L avg(dB)	87,5
	TWA(dB)	86,3
	Pdose(%)	133,6

Quadro 5 – Resultados de dosimetria de ruído do carpinteiro.

Fonte: O autor, 2017.

O segundo trabalhador monitorado exercia a função de carpinteiro, a dose de ruído foi medida no canteiro de obras (área new building), o profissional executou cortes de madeira e montagem de painéis. Os equipamentos utilizados para realizar a atividade foi serra manual e martelo em ambos os equipamentos não haviam qualquer dispositivo para atenuar o ruído gerado durante a sua utilização. O valor da dose projetada durante às 7:19 da jornada de trabalho foi de 133,60%, ou seja, mais de 30% acima do limite que é de 100%, já o nível de pressão equivalente foi de 87,5B(A), sendo assim 2,5 dB(A) acima do permitido de 85 dB(A) que é o estipulado pela NR-15.

Durante o monitoramento da atividade não se observou valores acima de 115 dB(A).O profissional utilizava um protetor auricular adequado do tipo concha, com o objetivo de atenuar a exposição à dose de ruído.

FUNÇÃO: Pedreiro		
ATIVIDADE: Realizou atividades de demolição de estruturas de concreto e alvenaria convencional.		
TIPO DE EXPOSIÇÃO: Habitual e Permanente.		
MEDIÇÃO	DATA	31/07/2017
	INICIO MEDIÇÃO	08:44
	INICIO INTERVALO	11:55
	FINAL INTERVALO	13:00
	FINAL MEDIÇÃO	17:49
RESULTADOS	MEDIÇÃO	08:00
	DOSE(%)	68,01
	L avg(dB)	82,4
	TWA(dB)	82,2
	Pdose(%)	68

Quadro 6 – Resultados de dosimetria de ruído do pedreiro.

Fonte: O autor, 2017.

Já terceiro trabalhador analisado ocupava a função de pedreiro, a dose de ruído foi medida no canteiro de obras (áreas new building e teste), o profissional executou o assentamento de tijolos cerâmicos na reconstituição de uma parede de alvenaria comum. O equipamento utilizado para realizar a atividade foi uma colher de pedreiro o equipamento não haviam qualquer dispositivo para atenuar o ruído gerado durante a sua utilização. O valor da dose projetada durante às 8:00 da jornada de trabalho foi de 68,00%, ou seja, abaixo do limite que é de 100%, já o nível de pressão equivalente foi de 82,40dB(A), também abaixo do limite permitido de 85 dB(A) que é o estipulado pela NR-15.

Na jornada de trabalho onde foi realizado o monitoramento, não foram obtidos valores acima de 115 dB(A), o profissional utilizava um protetor auricular tipo plug sendo o mesmo adequado para o exercício desta atividade.

FUNÇÃO: Montador de andaime		
ATIVIDADE: Realizou atividades de montagem e desmontagem de andaime metálico.		
TIPO DE EXPOSIÇÃO: Habitual e Permanente.		
MEDIÇÃO	DATA	18/10/2017
	INICIO MEDIÇÃO	09:06
	INICIO INTERVALO	11:55
	FINAL INTERVALO	12:56
	FINAL MEDIÇÃO	17:08
RESULTADOS	MEDIÇÃO	07:01
	DOSE(%)	21,35
	L avg(dB)	82,7
	TWA(dB)	73,8
	Pdose(%)	64,3

Quadro 7 – Resultados de dosimetria de ruído do montador de andaime.
Fonte: O autor, 2017.

O pedreiro foi o quarto profissional monitorado, a dose de ruído foi medida no canteiro de obras (áreas new building e teste), o profissional executou a montagem de andaimes de fachada. Os equipamentos utilizados para realizar a atividade foi chave catraca e maretá, em ambos os equipamentos não haviam qualquer dispositivo para atenuar o ruído gerado durante a sua utilização. O valor da dose projetada durante às 7:01 da jornada de trabalho foi de 24,00%, ou seja, abaixo do limite que é de 100%, já o nível de pressão equivalente foi de 81,70dB(A), também abaixo do limite permitido de 85 dB(A) segundo a NR-15.

Não foi observado valores acima de 115 dB(A), o profissional utilizava um protetor auricular tipo plug.

FUNÇÃO: Operador de retro escavadeira		
ATIVIDADE: Realizou a condução de retro escavadeira		
TIPO DE EXPOSIÇÃO: Habitual e Permanente.		
MEDIÇÃO	DATA	21/08/2017
	INICIO MEDIÇÃO	09:04
	INICIO INTERVALO	00:00
	FINAL INTERVALO	00:00
	FINAL MEDIÇÃO	10:52
RESULTADOS	MEDIÇÃO	01:48
	DOSE(%)	41,21
	L avg(dB)	78,7
	TWA(dB)	78,6
	Pdose(%)	41,2

Quadro 8 – Resultados de dosimetria de ruído do montador de Operador de retro escavadeira.
Fonte: O autor, 2017.

O quinto trabalhador analisado ocupava a função de operador de retro escavadeira, a dose de ruído foi medida no canteiro de obras (área new building), o profissional executou a atividade de cortes no terreno. O valor da dose projetada durante às 1:48 da jornada de trabalho foi de 41,20%, ou seja, abaixo do limite que é de 100%, já o nível de pressão equivalente foi de 78,70dB(A), também abaixo do limite permitido de 85 dB(A) de acordo com a NR-15.

No período do monitoramento, não houve valores acima de 115 dB(A), o trabalhador não utilizava qualquer tipo de proteção auricular durante a execução da atividade, o equipamento que o trabalhador operava era cabinado (protegido por vidros).

FUNÇÃO: Operador de perfuratriz de estaca hélice		
ATIVIDADE: Realizou atividades condução de perfuratriz hélice continua		
TIPO DE EXPOSIÇÃO: Habitual e Permanente.		
MEDIÇÃO	DATA	19/10/2017
	INICIO MEDIÇÃO	08:55
	INICIO INTERVALO	11:48
	FINAL INTERVALO	12:59
	FINAL MEDIÇÃO	17:26
RESULTADOS	MEDIÇÃO	07:20
	DOSE(%)	124
	L avg(dB)	89,8
	TWA(dB)	98,8
	Pdose(%)	153,67

Quadro 9 – Resultados de dosimetria de ruído do operador de perfuratriz de estaca hélice.
Fonte: O autor, 2017.

O sexto trabalhador analisado ocupava a função de operador de perfuratriz hélice continua monitorada segmentada, a dose de ruído foi medida no canteiro de obras (área new building), o profissional executou estacas de fundação. O equipamento em questão não é equipado com qualquer dispositivo que contribua para atenuar a geração de ruído. O valor da dose projetada durante às 7:20 da jornada de trabalho foi de 153,60%, ou seja, mais que 50% acima do limite que é de 100%, já o nível de pressão equivalente foi de 98,80dB(A), sendo assim 13,8 dB(A) acima do permitido de 85 dB(A) que é o estipulado pela NR-15.

Na jornada de trabalho onde foi realizado o monitoramento, nenhum valor ultrapassou 115 dB(A), no momento da execução da atividade o trabalhador utilizava um protetor auricular tipo concha.

FUNÇÃO: Técnico de Edificações		
ATIVIDADE: Realizou atividades de execução de estaca mega metálica		
TIPO DE EXPOSIÇÃO: Habitual e Permanente.		
MEDIÇÃO	DATA	03/07/2017
	INICIO MEDIÇÃO	07:47
	INICIO INTERVALO	11:53
	FINAL INTERVALO	12:58
	FINAL MEDIÇÃO	15:58
RESULTADOS	MEDIÇÃO	07:06
	DOSE(%)	13,67
	L avg(dB)	71,3
	TWA(dB)	70,6
	Pdose(%)	153,67

Quadro 10 – Resultados de dosimetria de ruído do técnico de edificações.

Fonte: O autor, 2017.

O sétimo trabalhador analisado exercia a função de técnico em edificações, a dose de ruído foi medida no canteiro de obras (áreas new building e teste), o profissional executou atividades administrativas no escritório. O profissional exercia suas atividades em container metálico com esquadrias de alumínio com vidro simples sem qualquer isolamento acústico. O valor da dose projetada durante às 7:06 da jornada de trabalho foi de 14,80%, ou seja, bem abaixo do limite que é de 100%, já o nível de pressão equivalente foi de 71,30dB(A), também abaixo do limite permitido de 85 dB(A) que é o estipulado pela NR-15.

No período analisado não se observou valores acima de 115 dB(A), mesmo estando executando atividades administrativas no escritório o profissional utilizava um protetor auricular tipo plug.

4.2 COMPARATIVO DOS RESULTADOS COM AS NORMAS VIGENTES

De acordo com os resultados obtidos nas medições de dosimetria, verificou-se que as intensidades de ruídos durante a execução das sete atividades onde foram realizadas as medições, ficaram dentro da normalidade. Sendo que em apenas três atividades foi excedido os 85 dB(A), previstos na NR-15 como limite máximo de exposição à ruído sem a necessidade do uso de equipamento de atenuação dentro de uma jornada de trabalho de 8 horas. Neste caso estas atividades seriam caracterizadas como insalubres, no entanto todos os trabalhadores são orientados a utilizar o protetor auricular ao acessarem o canteiro de obras, com isso é eliminada a possibilidade da atividade ser insalubre.

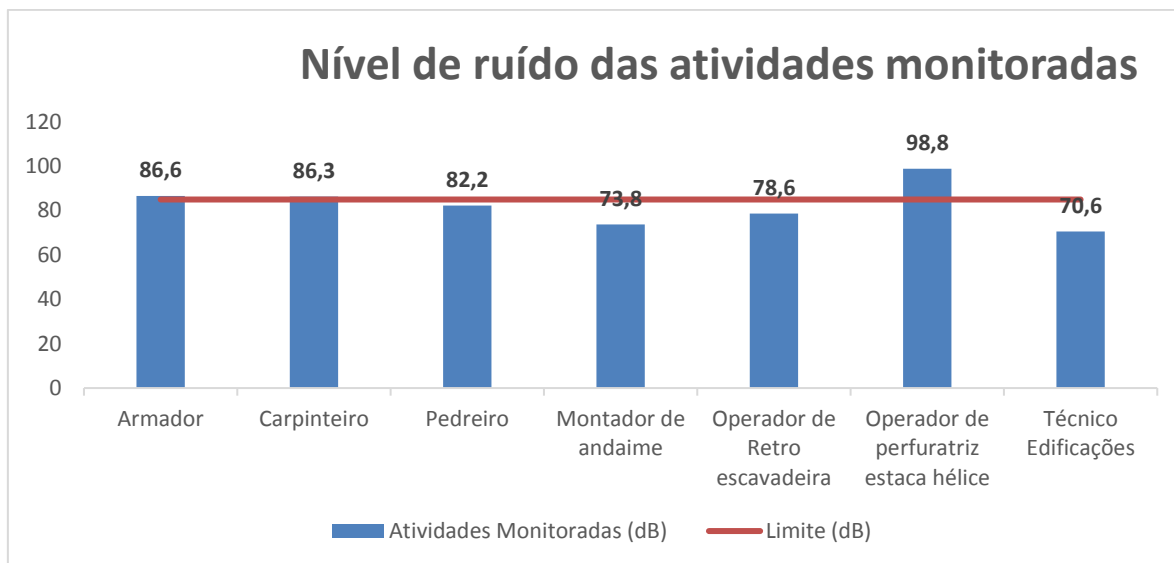


Figura 17 – Resultados das dosimetrias.

Fonte: O autor, 2017.

Dentre todas as atividades monitoradas o maior pico de ruído verificado foi de 104,3 dB(A) na execução da estaca hélice contínua monitorada, a atividade executada pelo operador de perfuratriz de estaca hélice. Nesta atividade a dose de ruído ao longo das 7:20 de jornada de trabalho foi de 98,8 dB(A), de acordo com a NR-15 este trabalhador poderia estar exposto a está dose de ruído por até 1 hora. No entanto o operador executou a atividade em sua totalidade com protetor auricular tipo concha, com isso o ruído era atenuado.

4.3 RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA MINIMIZAR OS NÍVEIS DE RUÍDO OBTIDOS

Para preservar a audição ou evitar que ela deteriore, não basta conhecer os efeitos do ruído e nem realizar os exames médicos, é necessário implementar na empresa uma série de procedimentos a fim de se eliminar os riscos de perda da audição, dentre eles um programa de conservação auditiva.

Ao longo do monitoramento das diversas atividades assistidas, em apenas três foi observado os níveis de ruídos com valores superiores para uma jornada de trabalho de 8 horas, sendo os seguintes trabalhadores, carpinteiro, armador e operador da perfuratriz. Como já mencionado anteriormente em sua grande maioria todos os trabalhadores utilizavam protetor auricular. No entanto em nenhum dos casos foi observado qualquer outra ação a fim de se diminuir os riscos dos trabalhadores.

Além da criação de um programa de conversação auditiva, que poderia ser facilmente implementado pela CIPA, e monitorada através de medições periódicas, outra grande medida de grande relevância seria a diminuição do tempo de exposição destes trabalhadores a fonte de ruído. Caso a diminuição da jornada de trabalho não seja uma opção, por motivos de produtividade entre outros, ainda cabe implementar equipamentos com dispositivos que auxiliam na diminuição dos níveis de ruídos. Para as atividades executadas pelos profissionais de carpintaria e armadura, uma solução seria a utilização de serras circulares com uma célula de proteção ou ainda a aquisição de materiais já cortados e prontos assim se evitando que os materiais tenham que ser beneficiados na obra. Já para o caso do operador da perfuratriz a opção mais adequada para o equipamento já em uso, seria realizar as manutenções periódicas garantindo o perfeito funcionamento do equipamento, diminuindo assim os ruídos ocasionados pelo uso contínuo que ocasiona o desgaste natural dos componentes. Outra opção seria a utilização de um equipamento mais moderno, equipado com cabine onde o operador trabalha em uma célula protegido por vidros e ar condicionado, desta forma o profissional não estaria exposto diretamente à fonte de ruído.

5. CONCLUSÃO

Após a realização das medições constatou-se que o maior pico de ruído foi de 104,3 dB(A) na execução da atividade de estaca hélice contínua monitorada, executada pelo operador de perfuratriz de estaca hélice. Também se concluiu que em nenhuma das atividades monitoradas, foi atingido o limite de 115 dB(A) conforme previsto na NR-15. Com isso, foi possível verificar e analisar a pressão sonora que os trabalhadores da obra estavam sujeitos durante a jornada de trabalho.

De acordo com os resultados obtidos nas medições das dosimetrias, concluiu-se que todas as atividades estão dentro dos parâmetros normativos. Um ponto muito favorável para a saúde dos trabalhadores é que em nenhum caso houve excesso de horas na jornada de trabalho. Em apenas três atividades foi excedido os 85 dB(A), previstos na Norma Regulamentadora 15 como limite máximo de exposição à ruído sem a necessidade do uso de EPI para atenuação em uma jornada de trabalho de 8 horas. Via de regra estas atividades seriam caracterizadas como insalubres, porém a empresa disponibilizou a todos seus funcionários os EPI's, treinamento e orientação quanto ao uso, com isso é eliminada a possibilidade da atividade ser insalubre.

Dessa forma conclui-se que o nível de segurança e controle existente na obra era alto, e que a possibilidade de algum tipo de acidente ou perda de audição ocasionada pela exposição ao ruído era remota. Levando em consideração a complexidade das atividades e o risco inerente a elas, as condições de trabalho eram satisfatórias. Os procedimentos de segurança, meio ambiente e saúde do trabalho eram rigorosamente cumpridos, fazendo com que o ambiente fosse seguro e saudável.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, S. M. M. **Metodologia para Avaliação de Impacto Ambiental Sonoro da Construção Civil no Meio Urbano**, 2004. Tese (Doutorado) – UFRJ. Rio de Janeiro. Brasil.
BISTAFA, SYVIO R. **Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**. Editora Edgard Blucher. 2011.

BRASIL. Constituição Federal, Consolidação das Leis do Trabalho, Legislação Previdenciária, Código de Processo Civil (Excertos), Profissões Regulamentadas: legislação complementar, súmulas. 2004. Editora Manole. Barueri, São Paulo. 2004.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 15 – Atividade e Operações Insalubres**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2017. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO15.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 6 – Equipamento de Proteção Individual - EPI**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2017. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2017. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-09atualizada2014III.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

FANTINI-NETO, Roberto. **Higiene do Trabalho - Agentes Físicos. Apostila do curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho**. Curitiba: UTFPR. 2014.

FUNDACENTRO – **Fundação Jorge Duprat Figueredo de Segurança e Medicina do Trabalho**. NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL – NHO 01: Avaliação da exposição ocupacional ao ruído. 2001. 41 f. Ministério do Trabalho e Emprego - MTBE, FUNDACENTRO. Brasília, 2001. Acesso em: 1 dez. 2017.

GERGES, Samir N. Y. **Ruído: Fundamentos e Controle**. 2000. 676 f. 2ª Ed. Florianópolis. Editora NR. 2000.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2005. 2ª Edição. Editora Edgar Blücher. São Paulo, 2005.

MAIA, Paulo Alves. Estimativa de exposições não contínuas a ruído: **Desenvolvimento de um método e validação na Construção Civil**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas. CampinasSP.

MORAES, Giovanni. **Novo PPP e LTCAT: perfil profissiográfico previdenciário comentado e ilustrado**. 2014. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Gerenciamento Verde. 2014.

ODEBRECHT. **University Preparatory Course. Civil and Safety Industrial Engineering**. São Paulo, 2012.

ODEBRECHT. **University Preparatory Course. Civil and Safety Industrial Engineering.** São Paulo, 2011.

ODEBRECHT. **University Preparatory Course. Civil and Safety Industrial Engineering.** Rio de Janeiro, 2010.

OLIVEIRA, José A. A. de. Fisiologia Clínica da Audição. In.: NUDELMANN, Alberto A.; COSTA, Everaldo A. da; SELIGMANN, Jose & IBÁÑEZ, Raul N. PAIR: **Perda Auditiva Induzida pelo Ruído.** Porto Alegre. Bagagem Comunicações Ltda, 1997.

REFORÇA (Org.). **Reforça.** Disponível em: <<http://www.reforca.com.br/estaca-mega-metalica-injetada/>>. Acesso em: 26 set. 2017.

RUIZ, Conrado de Assis. 2009. **Manual de Consenso – O Estudo do Ruído.** Grupo de Saúde Ocupacional de Jundiaí, 2009.

VIEIRA, Sebastião Ivone – coord.. **Medicina Básica do Trabalho:** volume I. 1994. 1ª Edição. 435 f. Curitiba-PR: Editora Genesis. 1994.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar.** 2013. 12ª Edição. Editora Pini, São Paulo, 2013