

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA E SEGURANÇA DO**  
**TRABALHO**

**RENATO ADRIANO ARAUJO MANFREDINI**

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE RUÍDO EM UMA OBRA DE CRAVAÇÃO DE ESTACAS**  
**NA CIDADE DE PONTA GROSSA/PR**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO**

**PONTA GROSSA**

**2018**

**RENATO ADRIANO ARAUJO MANFREDINI**

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE RUÍDO EM UMA OBRA DE CRAVAÇÃO  
DE ESTACAS NA CIDADE DE PONTA GROSSA/PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia e Segurança do Trabalho, Área de Conhecimento: Higiene e Segurança do Trabalho, do Curso de Especialização em Engenharia e Segurança do Trabalho, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Prof. Ariel Orlei  
Michaloski

**PONTA GROSSA**

**2018**



---

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Título do artigo nº. 18/2018

### **ANÁLISE DOS NÍVEIS DE RUÍDO EM UMA OBRA DE CRAVAÇÃO DE ESTACAS NA CIDADE DE PONTA GROSSA/PR**

Desenvolvido por:  
**Renato Adriano Araujo Manfredini**

Este artigo foi apresentado no dia 31 de Outubro de 2018 às 14 horas como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM ENGENHARIA E SEGURANÇA DO TRABALHO. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof José Carlos Pontes  
1º membro

---

Prof Antonio Carlos Frasson  
2º membro

---

Prof. Prof. Ariel Orlei Michaloski  
Orientador

## **Análise dos níveis de ruído em uma obra de cravação de estacas na cidade de Ponta Grossa/PR**

Renato Adriano Araujo Manfredini (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) [re.amanfredini@gmail.com](mailto:re.amanfredini@gmail.com)  
Ariel Orlei Michaloski (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) [ariel@utfpr.edu.br](mailto:ariel@utfpr.edu.br)

### **Resumo:**

De acordo com os dados do Ministério do Trabalho, é no setor da construção civil onde ocorrem o maior número de acidentes de trabalho no Brasil, e dentre as várias áreas da construção civil, a etapa de fundações tem uma fatia relevante no número total de acidentes nos canteiros de obras. Dentre os riscos ambientais presentes na etapa de fundações, o ruído, classificado como risco físico, pode ocasionar perda auditiva irreversível, entre outros danos nocivos à saúde dos trabalhadores. Neste artigo, foram analisados os níveis de ruídos durante uma obra de cravação de estacas, realizada no município de Ponta Grossa/PR. Através de um decibelímetro, foram registrados os valores máximos de ruído durante as atividades, e cronometrados os tempos de duração destas. Foram calculados a Dose, o Nível de Exposição, e o Nível de Exposição Normatizado, os quais foram comparados com os limites de exposição incluídos na NR 15 do Ministério do Trabalho e NHO - 01 da Fundacentro. Como resultado, verificou-se que o nível de pressão sonora está acima do limite de exposição estabelecido por ambas as normas regulamentadoras, sendo necessária a adoção imediata de medidas corretivas. Foi constatado durante a execução dos serviços que os operadores utilizavam equipamento de proteção individual adequado, devendo então haver medidas de controle da empresa para que se continue fazendo o uso correto destes equipamentos, assim como sua devida manutenção e substituição quando for o caso.

**Palavras-chave:** Bate-estacas, fundações, ruídos, riscos ambientais, saúde ocupacional.

## **Analysis of noise levels in a driving of piles in the city of Ponta Grossa/PR**

### **Abstract:**

According to data from the Ministry of Labor, it is in the civil construction sector where the greatest number of accidents occur in Brazil, and among the various areas of civil construction, the foundations stage has a relevant share in the total number of accidents in construction sites. Among the environmental risks present in the foundations stage, noise, classified as physical risk, can cause irreversible hearing loss, among other damages harmful to workers' health. In this article, noise levels were analyzed during a pile driving carried out in the city of Ponta Grossa/PR. Through a decibelimeter, the maximum noise values were recorded during the activities, and the duration times were timed. The Dose, Exposure Level, and Normative Exposure Level were calculated, which were compared to the exposure limits included in NR 15 of the Ministry of Labor and NHO - 01 of Fundacentro. As a result, it was found that the sound pressure level is above the exposure limit established by both regulatory standards, and immediate corrective action is required. It was found during the execution of the services that the operators used adequate personal protective equipment, and therefore there should be control measures of the company so that the correct use of these equipment can continue, as well as its proper maintenance and replacement when appropriate.

**Keywords:** Pile driver, foundations, noise, environmental risks, occupational health.

## 1. Introdução

O ramo da construção civil apresenta elevados índices de doenças e acidentes de trabalho devido a suas características dinâmicas e que diferem de acordo com o tipo de construção, etapa de obra e gestão de segurança do trabalho do canteiro de obras. Além disso, a falta de treinamentos dos funcionários e até mesmo a informação insuficiente para as pessoas que eventualmente se encontrem nas proximidades da obra, fazem com que esse local de trabalho seja mais suscetível à ocorrência de acidentes, tanto com empregados quanto com observadores.

Segundo Stresser (2013), devem-se reconhecer os riscos antecipadamente e adotar métodos que evitem a ocorrência de atos prejudiciais à saúde do ser humano, devido ao caráter temporário do processo de construção. Souza (2011) sugere que a vigência e cumprimento dos procedimentos declarados pela NR 18: Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, auxiliam na prevenção de acidentes e doenças ocupacionais relacionadas ao ramo da construção civil.

Henneberg (2016) destaca que a etapa de fundação de obra é uma das atividades que apresenta maior risco, podendo causar acidentes por desmoronamento de paredes de escavação ou doenças ocupacionais devido aos ruídos e vibrações provenientes da máquina denominada “bate-estaca”.

O bate-estaca consiste em um equipamento responsável por cravar estacas no solo onde será feita a fundação da construção, “acionando o motor juntamente com a força física exercida pelo operador, movimentando o martelo sobre a parte superior da estaca com objetivo de cravá-la ao solo”, (FERREIRA, 2011).

De acordo com Hachich (1998), estacas cravadas ou pré-moldadas são consideradas estacas de deslocamento, as quais penetram o terreno sem haja retirada de solo do local. Os tipos mais comuns de estacas pré-moldadas são as estacas pré-fabricadas de concreto armado, estacas metálicas e estacas de madeira.

Rodrigues et. al (2009) afirmam que a operação do bate-estacas possui algumas condições peculiares que irão definir o ruído gerado pela tarefa, sendo elas: local de instalação, tipo de solo, tipo e manutenção da máquina, altura de queda e peso do martelo.

Como motivação para o desenvolvimento deste estudo pode-se citar a perda auditiva irreversível causada pelo ruído, além de outras consequências causadas por este, como o desconforto e estresse que acabam por gerar uma diminuição da qualidade de vida dos trabalhadores.

O objetivo deste artigo é analisar os níveis de ruído gerados por uma máquina de bate-estacas, em uma obra realizada na cidade de Ponta Grossa – PR, comparando os resultados obtidos com os valores previstos por normas técnicas, e por fim, verificar se existem medidas que previnem ou anulem os malefícios que este risco ambiental pode causar para o trabalhador.

## 2. Revisão da Literatura e Normas Técnicas

### 2.1 Ruído

O ruído é considerado um risco físico, sendo este identificado pela sua propriedade de alterar as características físicas do ambiente de modo que possa causar alterações prejudiciais às pessoas que se encontrem nas proximidades (SOARES, 2017). Esse risco pode causar a Perda Auditiva Induzida por Ruído – PAIR, além de poder causar danos ao sono, equilíbrio, sistemas do corpo humano e também no âmbito psicológico e social (STRESSER, 2013).

Patrício & Azevedo (2015) afirmam que “uma das componentes essenciais do bom ambiente é o baixo nível de ruído acústico, quer nos espaços públicos quer no interior das habitações”.

Salgado (2015) define o ruído como perturbações vibratórias indesejáveis sem informações úteis, sendo considerado como um som desagradável, variando conforme seu tempo de exposição, além de condições físicas e psicológicas do ouvinte. O mesmo autor afirma que o ouvido humano pode perceber intensidade sonora de até 140 dB e frequências entre 20 e 20.000 Hz, sendo a pressão sonora dada como a relação entre esses dois fatores. Os limites de tempo de exposição permitidos para que não haja danos ao ser humano são estabelecidos tanto pela NR 15: Atividades e operações insalubres, quanto pela Norma de higiene ocupacional – 01 da FUNDACENTRO (NHO – 01), além de outras normas internacionais não citadas neste estudo.

## 2.2 Ruído contínuo ou intermitente

A NHO – 01 trata ruído contínuo ou intermitente como sendo o ruído que não é considerado como de impacto.

### 2.2.1 Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente segundo a NR 15

A NR 15, em seu Anexo 1, classifica os limites de tolerância de ruídos medidos em decibéis (dB) e seus respectivos tempos de exposição aos quais o trabalhador pode estar exposto. A Tabela 1 apresenta esses limites para ruídos contínuos.

Nível de Ruído dB (A)	Máxima exposição diária permissível (minutos)
85	480
86	420
87	360
88	300
89	270
90	240
91	210
92	180
93	160
94	135
95	120
96	105
98	75
100	60
102	45
104	35
105	30
106	25
108	20
110	15
112	10
114	8
115	7

Fonte: Adaptada de NR 15 – Anexo 1

Tabela 1 – Período máximo de exposição em função do nível de ruído segundo NR 15

### 2.2.2 Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente segundo a NHO - 01

Assim como a NR 15, a NHO – 01 também classifica o tempo de exposição dos operários em função do nível de pressão sonora.

Nível de Ruído dB (A)	Máxima exposição diária permissível (minutos)	Nível de Ruído dB (A)	Máxima exposição diária permissível (minutos)
80	1523,90	98	23,81
81	1209,52	99	18,89
82	960,00	100	15,00
83	761,95	101	11,90
84	604,76	102	9,44
85	480,00	103	7,50
86	380,97	104	5,95
87	302,38	105	4,72
88	240,00	106	3,75
89	190,48	107	2,97
90	151,19	108	2,36
91	120,00	109	1,87
92	95,24	110	1,48
93	75,59	111	1,18
94	60,00	112	0,93
95	47,62	113	0,74
96	37,79	114	0,59
97	30,00	115	0,46

Fonte: Adaptada de NHO - 01

Tabela 2 – Período máximo de exposição em função do nível de ruído segundo NHO – 01

### 2.3 Ruído de impacto

De acordo com a NHO - 01, é o ruído que apresenta picos de pressão sonora com duração menor que 1 segundo e intervalos maiores que 1 segundo.

A Tabela 3, apresenta a relação entre os níveis de pressão sonora máximos admissíveis e o número de impactos gerados durante o período de trabalho:

$N_p$	$n$	$N_p$	$n$	$N_p$	$n$
120	10000	127	1995	134	398
121	7943	128	1584	135	316
122	6309	129	1258	136	251
123	5011	130	1000	137	199
124	3981	131	794	138	158
125	3162	132	630	139	125
126	2511	133	501	140	100

Fonte: Adaptada de NHO - 01

Tabela 3 - Níveis de pressão sonora máximos admissíveis em função do número de impactos

### 2.4 Dose

A NHO - 01 define dose como um índice que caracteriza a exposição ocupacional ao ruído, podendo ser expresso em porcentagem, ela pode ser obtida tanto pela utilização de medidores de uso pessoal (dosímetro) ou equipamento portado pelo avaliador (decibelímetro).

No primeiro caso, o dosímetro já entrega de forma direta a dose de exposição, diferentemente do decibelímetro, que mede a dose de forma indireta. A operação deverá ser dividida por atividades ou tarefas, em que cada uma delas terá um valor médio de ruído medido em decibéis, além do seu período de execução.

A NR 15 mostra que a dose pode ser calculada pela Expressão 1:

$$D = (C_1/T_1) + (C_2/T_2) + (C_3/T_3) + \dots + (C_n/T_n) \quad (1)$$

Sendo  $C_n$  o período de tempo diário no qual o operador está exposto a um determinado nível de ruído, e  $T_n$  o período de tempo diário permissível a este ruído, segundo Tabela 01 e/ou Tabela 02.

## 2.5 Nível de Exposição (NE)

Conforme NHO - 01, Nível de Exposição (NE) é o nível médio que representa a exposição ocupacional diária, sendo calculado pela Expressão 2.

$$NE = 85 + N \times \log [(D \times 480) / t] \text{ [dB]} \quad (2)$$

Sendo D a dose diária de exposição ao ruído; t o tempo de exposição ao ruído em minutos; e N um índice que tem o valor de 16,6096 para NR 15, e 10 para NHO - 01.

## 2.6 Nível de Exposição Normalizado (NEN)

O Nível de Exposição Normalizado (NEN) é o nível de Exposição (NE) convertido para um período de trabalho de 8 horas (NHO - 01).

Se o NEM apresentar valor maior que 85 dB (A), irá superar o limite de exposição e será necessário adotar medidas de controle de forma imediata. (NHO - 01)

É dado pela Expressão 3:

$$NEN = NE + N \times \log (Te / 480) \text{ [dB]} \quad (3)$$

Sendo D a dose diária de exposição ao ruído; t o tempo de exposição ao ruído em minutos; e N um índice que tem o valor de 16,6096 para NR 15, e 10 para NHO - 01.

## 2.7 Nível de Ação

É o nível de ruído em que não sendo ultrapassando seu limite, haverá pouco risco de danos na audição, devido a uma exposição com oito horas de duração durante o expediente (NHO - 01).

De acordo com a NR 9: Programa de prevenção de riscos ambientais, o nível de ação é definido como valor que caso seja atingido, devem ser tomadas ações de prevenção para diminuir o risco de que os limites de norma sejam superados.

Se o valor de NEM estiver situado entre 82 dB (A) e 85 dB (A), esta exposição estará acima do nível de ação, e será necessário adotar medidas preventivas para diminuir o risco de que o ruído cause danos a audição do trabalhador (NHO-01). Da mesma forma, se o valor da Dose for superior a 50% (ou 0,5), devem-se tomar medidas de ações preventivas (NR-9).

A Tabela 4 a seguir, apresenta as medidas recomendadas em função no Nível de Exposição Normalizado para ruído contínuo.

Dose diária (%)	NEM dB (A)	Observação técnica	Recomendação
0 a 50	até 82	Aceitável	Manter as condições

			existentes
50 a 80	82 a 84	Acima do nível de ação	Adotar medidas preventivas
80 a 100	84 a 85	Região de incerteza	Adotar medidas preventivas e corretivas para reduzir a dose diária
acima de 100	acima de 85	Acima do limite de exposição	Adotar medidas corretivas imediatamente
Fonte: Adaptada de NHO - 01			

Tabela 4: Critérios de julgamento e tomada de decisão

## 2.8 Dispositivos de medição de ruído

Sales et.al (2014) ressaltam que a maneira correta de se medir o nível de ruído presente em uma operação é por meio de um dosímetro, sendo este um medidor integrador de uso pessoal que provê a dose de exposição ocupacional ao ruído.

Segundo a NHO - 01, na indisponibilidade do uso de um dosímetro, poderá ser utilizado um medidor portado pelo avaliador, sendo este o decibelímetro. Neste caso deveremos fazer o uso da Expressão 1, citada anteriormente.

## 3. Estudo descritivo e Metodologia

De acordo com Rodrigues (2009), a máquina de bate-estacas é constituída pelo martelo de queda (que cairá sobre a estaca), cabos de içamento (que tem a função de levantar o martelo, içar as estacas e movimentar a máquina), e o capacete (o qual encaixa e protege a cabeça da estaca durante a aplicação dos golpes de martelo).

A operação do bate-estacas pode ser dividida em ciclos, no qual o número de batidas (impacto do martelo) irá variar proporcionalmente em função do comprimento da estaca e a resistência do solo. A duração de cada ciclo vai variar de obra para obra, levando em consideração também as características da área de trabalho e disposição das estacas, que poderá facilitar ou não a movimentação do bate-estacas.

Neste estudo foi arbitrado dividir o ciclo em três atividades: movimentação e posicionamento na máquina, içamento e encaixe da estaca no capacete, e cravação da estaca.

Na obra em questão, foram cravadas estacas numa profundidade de aproximadamente 14,0 m, tendo cada estaca 7,0 m, unidas entre si por uma luva. Sendo assim, a atividade de içamento foi realizada duas vezes em cada ciclo.

Durante os ciclos, foi registrado o valor máximo de pressão sonora de cada atividade obtido pelo decibelímetro, assim como seus respectivos tempos de duração em segundos. Depois de obtidos os valores de pressão sonora e tempo de cada atividade, os resultados foram organizados em tabelas com o objetivo de calcular a média aritmética dos valores máximos de cada atividade, assim como seus respectivos tempos de duração.

Em todas as medições de ruído, tanto contínuo quanto de impacto, foi utilizado um decibelímetro digital, fabricante Akrom KR 853-490, Classe 2, SÉRIE 01603625, identificação

H53142, data de calibração 30/10/2017 e número 37978/2017, posicionado próximo ao ouvido do operador. Na detecção do ruído contínuo, o decibelímetro foi configurado como resposta lenta (SLOW) e circuito de compensação A, usando-se como referência os limites expostos tanto na NR 15 e NHO - 01.

Para o ruído de impacto, o aparelho foi ajustado para resposta rápida (FAST) e circuito de compensação C, usando os limites da NHO- 01 para este tipo de ruído. De acordo com a NR 15, a tolerância para o ruído de impacto é de 120 dB (C), devendo obrigatoriamente não ultrapassar 130 dB (C), pois acima disso já existe um risco muito grande de dano auditivo.

#### 4. Resultados e discussões

Durante a operação do bate-estacas, foram executados oito ciclos de três atividades, sendo seus tempos cronometrados em segundos, conforme Tabela 5:

Atividade	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8
Movimentação	3000	780	2755	603	2731	723	2875	898
Içamento	175	183	188	162	171	179	191	187
Cravação	912	906	944	951	899	855	875	845
Total	4087	1869	3887	1716	3801	1757	3941	1930

Fonte: O autor

Tabela 5 – Tempos em segundos

Os tempos da Tabela 5 foram transformados para minutos, e representados na Tabela 6 a seguir:

Atividade	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Soma
Movimentação	50,0	13,0	45,9	10,1	45,5	12,1	47,9	15,0	239,4
Içamento	2,9	3,1	3,1	2,7	2,9	3,0	3,2	3,1	23,9
Cravação	15,2	15,1	15,7	15,9	15,0	14,3	14,6	14,1	119,8
Total	68,1	31,2	64,8	28,6	63,4	29,3	65,7	32,2	383,1

Fonte: O autor

Tabela 6 – Tempos em minutos

Durante os ciclos, foram medidos os níveis de pressão sonora, tanto para ruído contínuo em dB (A) quanto para ruído de impacto em dB (C), e apresentados na Tabela 7:

Atividade	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8
Moviment dB (A)	95,7	95,9	95,4	96,1	96,2	95,9	96,2	95,4
Içamento dB (A)	99,6	100,3	100,8	100,5	100,8	101,1	101,2	100,6
Cravação dB (C)	117,1	115,4	116,7	117,4	116,8	116,4	117,2	116,9

Fonte: O autor

Tabela 7: Níveis de pressão sonora

Na Tabela 8 foi realizada a soma dos tempos de cada atividade em minutos, e também calculadas as suas respectivas médias de pressão sonora.

Atividade	Tempo (min)	NPS Médio
Movimentação	239,4	95,9 dB (A)
Içamento	23,9	100,6 dB (A)
Cravação	119,8	116,7 dB (C)

Fonte: O autor

Tabela 8: Soma dos tempos e média dos níveis de pressão sonora

#### 4.1 Determinação dos níveis de Ruído Contínuo

Utilizando os resultados de tempo e NPS (Nível de pressão sonora) médio exclusivamente das atividades de Movimentação e Içamento constantes na Tabela 8, e com o uso das Expressões 1, 2 e 3, determinamos a Dose, Nível de Exposição, e Nível de Exposição Normalizado para ruído contínuo, referentes as duas normas de referência utilizadas neste estudo, NR 15 – Anexo 1 e NHO – 01, e expressas na Tabela 9.

DNR 15	DNHO - 01	NE <sub>NR 15</sub>	NE <sub>NHO - 01</sub>	NEN <sub>NR 15</sub>	NEN <sub>NHO - 01</sub>
2,81	8,34	94,08	95,19	92,46	94,21

Fonte: O autor

Tabela 9: Dose, Nível de exposição, e Nível de exposição normalizado

Comparando os resultados da Tabela 9 com os valores de referência das Tabelas 1 e 2, verificamos que a dose está acima de 1 em relação a ambas as normas, sendo necessário a adoção imediata de medidas corretivas. Constatamos também que os valores da Dose (D), Nível de Exposição (NE) e Nível de Exposição Normalizado (NEN) são maiores quando a NHO – 01 é usada como referência, sendo adotados esses valores para os resultados deste estudo.

Uma vez que não seja possível a adoção de equipamentos de proteção coletiva para que se atenuassem os ruídos da máquina em si, sejam por razões técnicas ou administrativas que fogem do escopo deste trabalho, verifica-se então a necessidade do uso de equipamentos de proteção individual que atenuem o ruído em pelo menos 12,22 dB (A), levando em consideração o Nível de Exposição Normalizado (NEN) referente a NHO – 01, de 94,21 dB (A), retirado da Tabela 9, superior ao valor de 92,46 dB (A), referente a NR 15, para que o trabalhador possa laborar com uma exposição menor que 82 dB (A) para ruído contínuo.

Conforme ambas as normas de referência, não é permitido que o operador esteja exposto a um nível de ruído contínuo superior a 115 dB (A), em momento algum do período de trabalho, caso não esteja usando equipamento de proteção individual adequado, situação que não foi observada durante a execução do trabalho, uma vez que o maior resultado de nível de pressão sonora foi de 101,2 dB (A) obtido da Tabela 7, e todos os funcionários estavam usando os equipamentos de proteção individual de forma correta conforme normas do fabricante.

O protetor auricular usado pelos trabalhadores é do tipo concha, modelo 1426 da marca 3M do Brasil, o qual faz uma atenuação de 20 dB, de acordo com dados do fabricante. Sendo assim, os operários estarão expostos a um ruído contínuo de 74,21 dB (A), desde que utilizem o equipamento de forma correta.

#### 4.2 Determinação dos níveis de Ruído de Impacto

O número de golpes (impactos) para cravação de cada estaca foi obtido através do diário de cravação da obra, e expostos na Tabela 10:

Atividade	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Total
Cravação (N)	304	302	315	317	300	285	292	282	2396

Fonte: O autor

Tabela 10: Número de golpes de cravação de cada ciclo

Comparando o total de batidas, 2.396, com os valores da Tabela 3, usaremos como referência o número de batidas imediatamente acima, 2.511 batidas, que equivale a um limite de tolerância de 126 dB.

De acordo com a NHO - 01, caso o nível de ruído esteja entre ( $N_p - 3$ ) e  $N_p$ , a exposição estará acima no nível de ação, exigindo ações preventivas para diminuir o risco de que o limite de exposição ao ruído seja ultrapassado.

Atividade	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8
Cravação dB (C)	117,1	115,4	116,7	117,4	116,8	116,4	117,2	116,9

Fonte: O autor

Tabela 11: Níveis de pressão sonora máximos para ruídos de impacto

Atividade	NPS Médio
Cravação dB (C)	116,7

Fonte: O autor

Tabela 12: Nível de pressão sonora médio para ruído de impacto

Utilizando mais uma vez a Tabela 3, verificamos que ( $N_p - 3$ ) equivale a 123 dB (C), e assim constatamos através da Tabela 12, que o nível de ruído de impacto médio aferido, de 116,7 dB (C), está abaixo do intervalo supracitado, podendo o trabalhador continuar sua atividade laboral sem que sejam tomadas medidas preventivas, analisando o ruído de impacto isoladamente.

Ainda de acordo com NHO - 01, item 6.6.3, não é permitido que ocorram ruídos de impactos maiores que 140 dB (C) para indivíduos que não estejam usando equipamento de proteção individual, o mesmo valor também se aplica a NR 15. Comparando o valor de 117,4 dB (C), extraído da Tabela 11, constatamos que o nível de ruído está abaixo deste limite de tolerância.

#### 4.3 Ruído contínuo e ruído de impacto simultaneamente

Este é o cenário real deste estudo, pois a maior parcela do ruído contínuo gerado pelo bate-estacas parte do motor da máquina, que continua funcionando durante as três atividades de cada ciclo.

De acordo com a NHO - 01, na ocorrência simultânea destes dois tipos de ruído, a exposição ficará acima do limite caso pelo menos um deles exceda os limites permitidos por norma, seja contínuo, seja de impacto.

No estudo em questão os limites de tolerância a exposição de ruído foram excedidos apenas para ruído contínuo, devendo o trabalhador usar equipamento de proteção individual durante toda a jornada de trabalho.

## 5. Conclusões

Na verificação dos níveis de pressão sonora do bate-estacas durante uma obra de cravação de estacas, verificou-se que a operação da máquina resulta em dois tipos de ruído, sendo um deles contínuo ou intermitente, e o outro de impacto.

Observou-se durante a operação da máquina a existência de três atividades que compõem um ciclo de trabalho, que são movimentação da máquina e içamento de estacas, que geram ruído contínuo, e cravação de estacas, que gera simultaneamente ruído contínuo e ruído de impacto, devendo, neste caso, verificá-los separadamente para constatar se a exposição ficará acima dos limites estabelecidos por norma. Porém, neste estudo utilizamos apenas as duas primeiras atividades do ciclo para analisar o ruído contínuo, e na terceira atividade analisamos exclusivamente o ruído de impacto.

Durante a jornada de trabalho foram executados oito ciclos de trabalho divididos em três atividades cada. O tempo de execução de cada atividade foi cronometrado para que se obtivesse seu tempo de exposição total. Foi obtido o nível de pressão sonora máximo em cada atividade, e o valor adotado para cálculo foi obtido através de média aritmética simples.

Para ruído contínuo, obtivemos 239,4 minutos/dia para Movimentação do Bate Estacas com média de 95,9 dB (A) de pressão sonora, 23,9 minutos/dia para Içamento de Estacas com média de 100,6 dB (A) de pressão sonora, e 119,8 minutos/dia para Cravação de Estacas com média de 116,7 dB (C) de pressão sonora, totalizando 383,1 minutos ou 6,4 horas de exposição ao ruído durante a jornada laboral de 8 horas, tendo 1,6 hora usadas para outras ações, como ajustes da máquina ou outra atividade na qual o motor estava desligado sem gerar ruído relevante para o estudo em questão.

Conhecidos os tempos de exposição e nível de pressão sonora médio de cada atividade, obtivemos uma Dose de 2,81 (281%) com um Nível de Exposição Normalizado de 92,46 dB (A) utilizando a NR 15 como referência, e 8,84 (834%) com 94,21 dB (A) utilizando a NHO-01, respectivamente. Utilizando a Tabela 4 como referência, e tomando o pior caso, com  $D = 834\%$  e  $NEM = 94,21$ , verificamos que o ruído está acima do limite de exposição e é necessária a adoção imediata de medidas corretivas.

Verificou-se na execução da atividade laboral que os operários utilizavam equipamento de proteção individual, o qual atenua os níveis de ruído em 20 dB, de acordo com dados do fabricante, reduzindo o nível de pressão sonora para 74,21 dB (A), se usado de maneira correta. Utilizando novamente a Tabela 4, e usando o valor atenuado de 74,21 dB (A) como referência, verificou-se que o mesmo está abaixo de 82 dB (A), e assim conclui-se que o nível de ruído está aceitável e tendo como recomendação a manutenção da condição existente.

Para ruído de impacto, o nível de pressão sonora médio resultou em 116,7 dB (C), e foi verificado um número total de 2.396 batidas de martelo, valor retirado dos diários de cravação da obra. Utilizando a Tabela 3, adotamos o valor imediatamente superior de 2.511 batidas, que equivale a um limite de tolerância de 126 dB (C), e nível de ação de 123 dB (C), tendo como valor limite 140 dB (C).

Verifica-se em função destes dados que o ruído de impacto se encontra abaixo do limite do nível de ação, não precisando tomar medidas preventivas se considerarmos este tipo de ruído isoladamente. Entretanto, como devemos considerar os dois tipos de ruído em conjunto, tanto contínuo como de impacto, conclui-se que o nível de pressão sonora está acima do limite de exposição e é necessária a adoção imediata de medidas corretivas. Sendo assim, os operadores devem continuar fazendo o uso do equipamento de proteção individual supracitado.

## 6. Referências

- BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO.** *Norma de higiene ocupacional 01 - NHO 01: avaliação da exposição ocupacional ao ruído.* Brasília: FUNDACENTRO, 2001. Disponível em <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2012/9/nho-01-procedimento-tecnico-avaliacao-da-exposicao-ocupacional-ao-ruído>>. Acesso em: 24 abr. 2018.
- BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO.** *Norma Regulamentadora NR-9: Programa de prevenção de riscos ambientais.* Manual de Legislação Atlas. 79ª. Edição, 2017.
- BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO.** *Norma Regulamentadora NR-15: Atividades e operações insalubres.* Manual de Legislação Atlas. 79ª. Edição, 2017.
- BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO.** *Norma Regulamentadora NR-18: Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.* Manual de Legislação Atlas. 79ª. Edição, 2017.
- FERREIRA, R.F.; MINETTE, L.J.; RODRIGUES, V.A.J; SENSATO, G.L.; NETO, V.O.P, SOUZA, A.P.** *Análise de ruído na atividade de operadores de “bate-estacas” na construção civil,* 2011. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/263505193/download>>. Acesso em: 12 mai. 2018.
- HACHICH, W.; FALCONI, F.F.; SAES, J.L.; ROTA, R.G.Q.; CARVALHO, C.S.; NIYAMA, S.** *Fundações: Teoria e Prática,* 2. ed. São Paulo: Pini, 1998.
- HENNEBERG, F.A. ; MICHALOSKI, A.O.; CATAL, R.E. ; NAGALLI, A. ; MYMRINE, V.** *Risk Analysis in the Execution of Foundation in Civil Construction.* The Electronic Journal of Geotechnical Engineering , v. 21, p. 4453-4476, 2016. . Disponível em: <<http://www.ejge.com/2016/Ppr2016.0380ma.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2018.
- PATRÍCIO, J.; AZEVEDO, F.S.** *Crítérios e metodologias para limitação de vibrações, em edifícios, provenientes de vias férreas,* EURO-ELECS, At Guimarães, Portugal, 2015. Disponível em <[file:///C:/Users/Avell%20G1740NEW/Downloads/Euro-ELECS-2015\\_Artigo\\_397.pdf](file:///C:/Users/Avell%20G1740NEW/Downloads/Euro-ELECS-2015_Artigo_397.pdf)>. Acesso em: 08 jul. 2018.
- RODRIGUES, P.P; CATAL, R.E; AGNOLETTO, R.A; FERREIRA, M.R.C; GUDEIKI, L.J.B; MATOSKI, A;** *Análise dos níveis de ruído em equipamentos da construção civil na cidade de Curitiba;* Revista Produção Online, v.9, n.2, p.466-488, set. de 2009. Disponível em <<http://www.producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/view/234/492>>. Acesso em: 05 mai. 2018.
- SALES, R.S.; SILVA, F.M.; SILVA, F.C.** *Doses de ruído a qual estão submetidos operadores de derriçadoras portáteis de café;* Coffee Science, Lavras, v. 10, n. 2, p. 169 - 175, abr./jun. de 2015. Disponível em <[http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8116/Coffee%20Science\\_v10\\_n2\\_p169-175\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8116/Coffee%20Science_v10_n2_p169-175_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 09 mai. 2018.
- SALGADO, B.B.** *Avaliação dos níveis de ruído em uma fábrica de artefatos de cimento.* Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6647>>. Acesso em: 13 jun. 2018.
- SOARES, A.L.;** *Introdução À Engenharia De Segurança Do Trabalho: Notas de aula do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná,* 24-31 de mai de 2017.
- STRESSER, E.** *Avaliação de conformidade da NR-18 em sete áreas de vivência de obras públicas do estado do Paraná.* 2013. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1530>>. Acesso em: 21 jun. 2018.