

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

**SAMUEL CAVASSIM RAFFO**

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO E APLICAÇÃO DO MÉTODO  
RULA NO POSTO DE TRABALHO DO OPERADOR DE  
RETROESCAVADEIRA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA  
2014

**SAMUEL CAVASSIM RAFFO**

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO E APLICAÇÃO DO MÉTODO  
RULA NO POSTO DE TRABALHO DO OPERADOR DE  
RETROESCAVADEIRA**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista no curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Orientador: Prof. M.Eng. Massayuki Mario Hara

CURITIBA  
2014

**SAMUEL CAVASSIM RAFFO**

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO E APLICAÇÃO DO MÉTODO  
RULA NO POSTO DE TRABALHO DO OPERADOR DE  
RETROESCAVADEIRA**

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  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

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

Curitiba  
2014

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

## DEDICATÓRIA

*Dedico aos meus pais, pelo apoio  
e amor incondicional, em todas as  
fases da minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, sempre presentes, e maiores incentivadores dos meus estudos e desenvolvimento profissional. À Ana Appel, por sua paciência e auxílio. A todos os professores do XXVI Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, na pessoa do Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai, pelo dom de transmitir o conhecimento. Aos amigos de curso, companheiros para a vida toda. Aos responsáveis pelas empresas envolvidas neste trabalho.

## RESUMO

RAFFO, Samuel Cavassim. **Avaliação dos níveis de ruído e aplicação do método RULA no posto de trabalho do operador de retroescavadeira.** 2014, 60 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento Acadêmico de Construção Civil. Curitiba, 2014.

Esta monografia tem como objetivo realizar avaliação ergonômica, aplicando o método RULA (Rapid Upper Limb Assessment), com auxílio do software Ergolândia v.4.0, e avaliar os níveis de ruído a que estão expostos operadores de retroescavadeira em uma empresa que atua no ramo do saneamento na região de Curitiba, no estado do Paraná. Identifica os diferentes níveis de ruído de acordo com o modelo e o ano de fabricação da retroescavadeira. Discute se os níveis equivalentes de ruído constatados estão dentro do limite de tolerância da NR-15 para a jornada de trabalho padrão de oito horas. Analisa a influência dos níveis de ruído medidos durante os deslocamentos sobre o nível equivalente de ruído projetado para oito horas de exposição. Para a realização da avaliação de ruído foram realizadas medições com dosímetro em três conjuntos diferentes de retroescavadeira e operador. O trabalho analisa se existe relação entre os níveis equivalentes de ruído e as diferentes atividades realizadas neste ramo de trabalho. Na análise ergonômica o estudo de observação identifica quatro posições principais praticadas pelos operadores, cada uma delas é analisada neste trabalho separadamente, aplicando o método RULA. Com a resultante para cada posição o estudo apresenta o nível de ação a ser tomado. Posteriormente à jornada de trabalho é aplicada uma pesquisa utilizando o diagrama de áreas dolorosas, pretendendo correlacionar as posições exercidas pelos operadores com os efeitos dolorosos no organismo. Obteve-se como resultado dois níveis equivalentes de ruído acima do nível de ação, porém todos estão abaixo do nível de tolerância de acordo com a NR-15. Para as posições praticadas foi identificado que três delas necessitam mudanças, e uma delas imediata.

**Palavras-chave:** Ergonomia. Ruído. RULA. Retroescavadeira.

## ABSTRACT

RAFFO, Samuel Cavassim. **Evaluation of noise levels and use of RULA method in the workplace of the backhoe loader operator.** 2014, 60 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento Acadêmico de Construção Civil. Curitiba, 2014.

This paperwork aims to evaluate ergonomically - using the RULA (Rapid Upper Limb Assessment) method, through Ergolândia v.4.0 software - and assess the noise levels that are exposed the backhoe's operators in a company that operates in the field of sanitation in Curitiba, state of Paraná. Identifies the different noise levels in accordance with the backhoe's model and manufacture year. Discusses if the equivalent noise levels recorded are within the tolerance limit of NR-15 for a workday of eight hours. Analyzes the influence of the noise levels measured during the displacement over the equivalent noise level for eight hours of exposure. To perform the evaluation of noise, dosimeter measurements were performed at three different sets of backhoes and operators. This study examines whether a connection exists between the equivalent noise levels and the different activities carried out in this line of work. In the ergonomic analysis, the observational study identifies four main positions practiced by operators, each of which is separately analyzed in this study, applying the RULA method. With the resulting for each position the study presents the level of action to take. After the workday is applied a research using the diagram of painful areas, intending to correlate the positions performed by operators with the painful effects on the body. Obtained as a result two equivalent noise levels above the action level, but according to NR-15 all are below the tolerance level. For the positions was identified that three of them require changes, and one of them immediately.

**Keywords:** Ergonomics. Noise. Backhoe loader. RULA.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A Anatomia do Ouvido Humano.....	15
Figura 2 - Limites de Audibilidade .....	17
Figura 3 - Tipos de Ruído.....	19
Figura 4 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.....	20
Figura 5 - Grupo A do método RULA .....	28
Figura 6 - Grupo B do método RULA .....	29
Figura 7 - Escore final método RULA.....	29
Figura 8 - Diagrama das áreas dolorosas .....	30
Figura 9 - Dosímetro de ruído utilizado nas medições .....	32
Figura 10 - Retroescavadeira Caterpillar modelo 416E.....	33
Figura 11 - Restroescavadeira New Holland modelo LB90.....	33
Figura 12 - Demonstração dos parâmetros configurados no dosímetro.....	34
Figura 13 - Demonstrativo do local do microfone .....	35
Figura 14 - Demonstrativo dos parâmetros calculados pelo aparelho.....	36
Figura 15 - Medições dos três eventos realizados .....	37
Figura 16 - Posição P1, à esquerda, e posição P2, à direita.....	38
Figura 17 - Posição P3.....	39
Figura 18 - Posição P4.....	39
Figura 19 - Resultados da medição no Evento E1 .....	40
Figura 20 - E1 Deslocamento 1 (Aplicativo Minhas Trilhas).....	41
Figura 21 - Medições durante E1 Deslocamento 1 .....	41
Figura 22 - E1 Deslocamentos 1 a 6 - níveis medidos X horário.....	42
Figura 23 - Resultados da medição no Evento E2 .....	43
Figura 24 - E2 Deslocamentos 1 a 6 - níveis medidos X horário.....	43
Figura 25 - Resultados da medição no Evento E3 .....	44
Figura 26 - Dados inseridos na tela 1 (Braço) na Posição P1 .....	45
Figura 27 - Resultado RULA posição P1.....	46
Figura 28 - Banco de Dados posição P1.....	46
Figura 29 - Posição P2 na manutenção de redes .....	47
Figura 30 - Banco de Dados posição P2.....	48
Figura 31 - Resultado RULA posição P2.....	48

Figura 32 - Banco de Dados posição P3.....	49
Figura 33 - Resultado RULA posição P3.....	49
Figura 34 - Banco de Dados posição P4.....	50
Figura 35 - Resultado RULA posição P4.....	50
Figura 36 - Escala de cores.....	51
Figura 37 - Diagrama E1 .....	51
Figura 38 - Diagrama E2 .....	52
Figura 39 - Diagrama E3 .....	53

## LISTA DE ABREVEATURAS

**AET** – Avaliação Ergonômica do Trabalho

**AIHA** – American Industrial Hygiene Association

**ACGIH** – American Conference of Governmental Industrial Hygienists

**EPI** – Equipamento de Proteção Individual

**FUNDACENTRO** – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho

**GPS** – Global Positioning System

**INSS** – Instituto Nacional do Seguro Social

**MTE** – Ministério do Trabalho e Emprego

**NR** – Norma Regulamentadora do MTE

**OWAS** – Ovako Working Posture Analysis System

**PAIR** – Perda Auditiva Induzida por Ruído

**PTS** – Permanent Threshold Shift ou Mudança Permanente no Limiar

**SANEPAR** – Companhia de Saneamento do Paraná

**TTS** – Temporary Threshold Shift ou Mudança Temporária no Limiar

**RULA** – Rapid Upper Limb Assessment

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
1.1	OBJETIVO GERAL	12
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.3	JUSTIFICATIVA	13
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	14
2.1	DEFINIÇÃO DE HIGIENE OCUPACIONAL	14
2.2	OUVIDO HUMANO	15
2.3	SOM E RUÍDO	16
2.3.1	Frequência	16
2.3.2	Intensidade	17
2.3.3	Duração	18
2.3.4	Tipos de Ruído	18
2.3.5	Limites de Tolerância	19
2.3.6	Dose Equivalente de Ruído	21
2.4	EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO	22
2.4.1	Efeitos Auditivos	22
2.4.1.1	Trauma Sonoro	22
2.4.1.2	Mudança Temporária no Limiar	23
2.4.1.3	Perda Auditiva Induzida por Ruído	23
2.4.2	Efeitos Extra-Auditivos	24
2.5	ERGONOMIA	25
2.5.1	Análise Ergonômica do Trabalho	26
2.5.1.1	Análise da demanda	26
2.5.1.2	Análise da tarefa	26
2.5.1.3	Análise da atividade	27
2.5.1.4	Diagnóstico ergonômico	27
2.5.1.5	Recomendações ergonômicas	27
2.5.2	Método RULA	28
2.5.3	Diagrama das áreas dolorosas	30
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	31
3.1	EMPRESA ESTUDADA	31
3.2	MATERIAIS	32
3.3	EQUIPAMENTOS ESTUDADOS	33
3.4	AVALIAÇÃO DO RUÍDO	34
3.4.1	Medições realizadas	36
3.5	AVALIAÇÃO ERGONÔMICA	38
3.5.1	Diagrama de área dolorosas	39
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	40
4.1	DOSIMETRIA DE RUÍDO	40
4.1.1	Evento E1	40
4.1.2	Evento E2	42
4.1.3	Evento E3	44
4.2	APLICAÇÃO DO MÉTODO RULA	44
4.2.1	Posição P1	45
4.2.2	Posição P2	47

4.2.3	Posição P3.....	49
4.2.4	Posição P4.....	50
4.3	DIAGRAMA DE ÁREAS DOLOROSAS .....	51
4.4	DISCUSSÕES .....	53
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>56</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Ergonomia tem uma data oficial de nascimento: 12 de julho de 1949. Nesta data reuniram-se cientistas e pesquisadores a fim de formalizar a existência desta ciência. Na sua segunda reunião, foi proposto o neologismo ergonomia: do grego, *ergon* significa trabalho e *nomos* significa regras. (Murrell, 1965 apud IIDA, 2005 p.5).

Com a fundação da *Ergonomics Research Society*, na Inglaterra, é que diversos pesquisadores difundiram sua visão sobre o assunto, consolidando a Ergonomia como uma disciplina mais formalizada, também aplicada na área industrial, posto que na década anterior o enfoque da Ergonomia era principalmente militar. (Iida, 2005).

Já a exposição a ruído é um dos fatores mais comuns de risco ocupacional, tendo a perda auditiva como um dos mais importantes efeitos no organismo humano. Existem também efeitos extra-auditivos causados pela exposição a ruído, tendo como um dos mais graves, e que vem sendo estudado desde a década de 70, a influência sobre distúrbios cardiovasculares. (Souza *et al.*, 2001).

Segundo Anjos (2013), quem regulamenta, no Brasil, as avaliações de exposição ao ruído ocupacional em trabalhadores é o MTE e o INSS. Em alguns casos extremos, estes trabalhadores têm direito a benefícios, como aposentadoria especial e adicional de insalubridade, o que não isenta o empregador de ativos trabalhistas devido a exposição ao agente, pois segundo a NR-01 é de responsabilidade do empregador o cumprimento, por ele e pelos seus empregados, das normas referentes a segurança do trabalho.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Esta monografia tem como objetivo geral realizar a aplicação do método RULA e avaliar os níveis de ruído a que está exposto o trabalhador no posto de trabalho de operador de retroescavadeira em uma empresa da área do saneamento

ambiental, prestadora de serviços à SANEPAR, na área de Curitiba e Região Metropolitana, no estado do Paraná.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Esta monografia apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os diferentes níveis de ruído a que o operador de retroescavadeira está exposto, de acordo com o tipo de trabalho realizado e do modelo e ano da máquina;
- Analisar se os níveis a que o operador está exposto estão dentro dos limites de ação e tolerância de acordo com a NR-15;
- Analisar a influência dos níveis de ruído medidos durante os deslocamentos sobre o nível equivalente projetado para oito horas;
- Avaliar as posições praticadas pelos operadores pela aplicação do método RULA, com auxílio do Software Ergolândia Versão 4.0, e recomendar as medidas a serem tomadas, se necessário.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são predominantemente subterrâneos, fazendo do operador de retroescavadeira um posto de trabalho fundamental para a realização de grande parte dessas tarefas. O bem estar e a saúde do trabalhador sempre são os pontos principais no estudo da ergonomia, e neste caso, por se tratar de um posto de trabalho onde o indivíduo fica durante toda a jornada de trabalho, necessita de especial atenção.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DEFINIÇÃO DE HIGIENE OCUPACIONAL

Existem várias definições conhecidas e bem difundidas de Higiene Ocupacional, mas assim como Saliba (2004) podemos citar três delas:

a) De acordo com a AIHA a higiene ocupacional é:

Ciência que trata da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos originados nos locais de trabalho e que podem prejudicar a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, tendo em vista também o possível impacto nas comunidades vizinhas e no meio ambiente. (Saliba, 2004 p.20).

b) Segundo Julian Olishifski a higiene ocupacional seria:

Aquela ciência e arte devotada à antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos fatores de risco ou estresses ambientais originados no, ou a partir, do local de trabalho, os quais podem causar doenças, prejudicar a saúde e o bem-estar, ou causar significativo desconforto sobre os trabalhadores ou entre cidadãos de uma comunidade. (Saliba, 2004 p.20).

c) Já a definição abordada pela ACGIH:

Ciência e arte do reconhecimento, avaliação e controle dos fatores ou tensões ambientais originados do, ou no, local de trabalho e que podem causar doenças, prejuízos para a saúde e bem-estar, desconforto e ineficiência significativos entre os trabalhadores ou entre os cidadãos da comunidade. (Saliba, 2004 p.20).

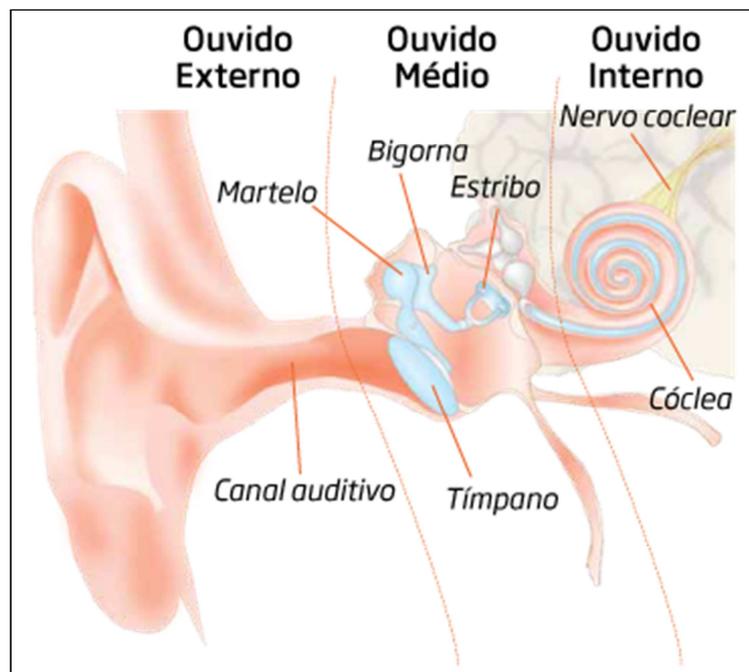
Comparando as três definições, reparamos uma tendência da higiene ocupacional não só de avaliar, identificar e controlar os riscos e estresses ambientais, mas também de se preocupar com a saúde e bem-estar relacionados ao ambiente de trabalho e aos trabalhadores.

A Norma Regulamentadora NR-09 (Brasil, 2012) considera como risco ambiental os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função da sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de

exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador. Neste trabalho abordaremos somente o agente físico ruído.

## 2.2 OUVIDO HUMANO

Conforme Lida (2005) o ouvido é dividido em três partes: o externo, constituído pelo pavilhão auditivo (orelha) e do conduto auditivo externo, que termina na membrana do tímpano – este canal capta ondas sonoras que, por sua vez, provocam vibrações na membrana do tímpano –; médio, que consiste em três ossículos, martelo, bigorna e estribo que captam as vibrações da membrana, podendo ampliá-las em até 22 vezes, e as transmitem a outra membrana fina que separa o ouvido médio do interno; e interno, formado pela cóclea, onde se converte vibrações sonoras em pressões hidráulicas – dentro da cóclea existem células sensíveis que captam as diferenças de pressão e as transformam em sinais elétricos, transmitidos ao cérebro pelo nervo auditivo, decodificados em sensações sonoras.



**Figura 1 - A Anatomia do Ouvido Humano**  
Fonte: Acústica Médica (2014).

## 2.3 SOM E RUÍDO

Cruz & Costa (1994 apud Carmo, 1999, p.14) confirmam que o interesse nos efeitos dos sons ambientais sobre as pessoas existe desde a antiga Roma, onde as pessoas dentro de suas casas eram incomodadas, durante conversas informais e período do sono, pelo ruído proveniente dos veículos puxados por animais sobre as primeiras vias pavimentadas.

Calixto (2014) explica que a vibração mecânica de um corpo produz deslocamentos oscilatórios das partículas do meio circundante e estas oscilações, quando se propagam até os ouvidos, provocam a oscilação dos tímpanos, e por um mecanismo interno de transmissão, estimula os nervos auditivos transmitindo ao cérebro uma sensação percebida como som. O som descrito anteriormente tem por característica uma combinação harmônica, mas fontes sonoras podem emitir simultaneamente vibrações de diferentes frequências e amplitudes que, ao combinarem, produzem um movimento resultante com oscilação não harmônica e que chamamos de ruído.

Segundo Lida (2005) uma definição de natureza mais operacional considera o ruído como um estímulo auditivo que não contém informações úteis para a tarefa em execução. Por exemplo, o “bip” intencional de uma máquina ao final de uma operação pode ser útil ao operador, porém considerado um ruído para o seu vizinho.

### 2.3.1 Frequência

Saliba (2004) define a frequência como o número de vibrações na unidade de tempo. Assim, uma vibração completa ou ciclo sobre seu tempo de duração, por exemplo, de 0,01 segundo é igual a:

$$F = 1 \frac{\text{ciclo ou vibração completa}}{0,01 \text{ segundo}} = 100 \frac{\text{ciclos ou Hertz}}{\text{segundo}}$$

Segundo Lida (2005) a frequência é expressa em hertz (Hz) e é subjetivamente percebida como a altura do som. O ouvido humano só percebe sons no intervalo de 20 a 20000 Hz. Os sons abaixo de 1000 Hz, baixa frequência, são

chamados de graves e os acima de 3000 Hz, alta frequência, são chamados de agudos.

### 2.3.2 Intensidade

A intensidade para lida (2005) depende da energia das oscilações e é definida em termos de potência por unidade de área. Convencionou-se a unidade logarítmica chamada decibel (dB) para medir a intensidade, pois existe uma gama de intensidades muito grande de sons audíveis. Isso significa que a pressão sonora aumenta em 100 vezes com o aumento de 10 dB e a pressão sonora dobra de valor a cada aumento de 3 dB. O ouvido humano percebe sons de 20 a 140 dB, e os encontrados no lar, tráfego e escritório estão na faixa de 50 a 100 dB. Acima de 120 dB eles causam desconforto e sensação dolorosa ao atingirem 140 dB.

Intensidade da pressão sonora	Ruído (dB)	Exemplos típicos (escala logarítmica)
100 000 000 000 000	140	Limiar da dor
10 000 000 000 000	130	Avião a jato Britadeira pneumática
1 000 000 000 000	120	Buzina de carro (1m)
100 000 000 000	110	Forjaria Estamparia
10 000 000 000	100	Prensa Serra circular
1 000 000 000	90	Caminhão Máquinas - ferramenta
100 000 000	80	Barulho do tráfego Escritório barulhento
10 000 000	70	Carro (15m) Fala normal
1 000 000	60	Escritório silencioso (10 pessoas)
100 000	50	Escritório silencioso (2 pessoas) Sala de estar residencial
10 000	40	Biblioteca
1 000	30	Quarto de dormir (à noite)
100	20	Tic-tac de relógio Sala acústica
10	10	Limiar da audição
1	0	

**Figura 2 - Limites de Audibilidade**  
Fonte: lida (2005).

Conforme Saliba (2004) a determinação da intensidade, ou nível de pressão sonora, é feita através de uma relação logarítmica, conforme a equação a seguir:

$$NPS = 10 \log \frac{P^2}{P_0^2}$$

Onde:  $P$  é a raiz média quadrática (rms) das variações dos valores instantâneos da pressão sonora.

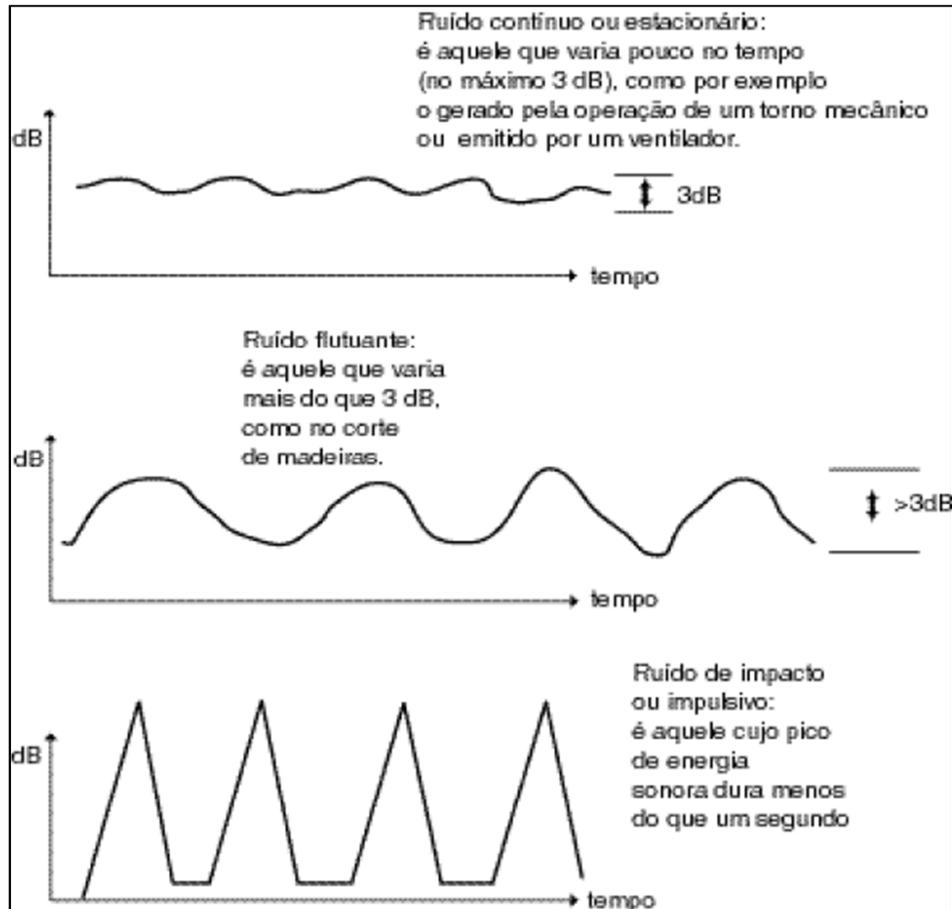
$P_0$  = Pressão de referência que corresponde ao limiar de audibilidade ( $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ ).

### 2.3.3 Duração

A duração do som é medida em segundos, explica lida (2005). Os de curta duração, menos de 0,1 s, dificultam a percepção e aparentam ser diferentes daqueles de longa duração, acima de 1,0 s.

### 2.3.4 Tipos de Ruído

Existem três principais tipos de ruído no ambiente de trabalho, e é preciso levar estes aspectos em consideração quando realizamos avaliações em ambientes de trabalho.



**Figura 3 - Tipos de Ruído**  
 Fonte: Santos & Santos (2000, p.9).

### 2.3.5 Limites de Tolerância

A NR-15 (Brasil, 2012), quando trata de atividades ou operações insalubres, considera que limite de tolerância é a concentração ou intensidade – no caso do ruído, máxima ou mínima –, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador durante a sua vida laboral. A diferença entre os ruídos contínuos e intermitentes (flutuantes) é desconsiderada, para fins de aplicação de Limites de Tolerância.

Segundo Lida (2005, p.505):

O ruído contínuo de 85 dB é considerado o máximo tolerável para uma exposição durante 8 horas de jornada de trabalho, pelas normas brasileiras (NR-15). Entretanto, existem estudos indicando que ruídos de 80 dB já causam danos. Em consequência, muitas normas estrangeiras já fixam o

limite máximo em 80 dB. Acima desse nível, o tempo de exposição deve ser reduzido, pois começam a surgir riscos para os trabalhadores expostos a ruídos contínuos.

Conforme o quadro da NR-15 (Figura 4), temos os limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes, com seus respectivos tempos máximos de exposição durante a jornada de trabalho.

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

**Figura 4 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente**

**Fonte: Brasil (2012, p.228).**

### 2.3.6 Dose Equivalente de Ruído

Saliba (2004) explica quando existem dois ou mais períodos de exposição de diferentes níveis, consideramos seus efeitos combinados, utilizando a seguinte soma de frações onde o resultado, quando excede a unidade, significa que o avaliado está trabalhando acima do limite de tolerância:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

Onde:

$C_n$  = Tempo total de exposição a um nível específico.

$T_n$  = É a duração total permitida a esse nível, conforme limites estabelecidos no Anexo I da NR-15.

A norma de Higiene Ocupacional NHO 01 da FUNDACENTRO (2001) define dose equivalente de ruído da seguinte forma:

Parâmetro utilizado para a caracterização da exposição ocupacional ao ruído, expresso em porcentagem de energia sonora, tendo por referência o valor máximo da energia sonora diária admitida, definida com base em parâmetros preestabelecidos. (FUNDACENTRO, 2001 p.13).

Anjos (2013) faz ainda uma análise da definição que nos ajuda a entender o seu significado, concluindo que a dose representa o quanto o sistema auditivo de um trabalhador é exigido em uma jornada de trabalho. Se ele está exposto a uma dose de cem por cento, está trabalhando no seu limite.

## 2.4 EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO

Muitos são os trabalhos e estudos que identificam a exposição ao ruído como causa principal, ou até mesmo acelerador, do desenvolvimento de distúrbios e doenças, e acidentes de trabalho.

A Segundo Carmo (1999) podemos classificar os efeitos do ruído sobre o organismo de duas formas, a primeira compreende efeitos diretos sobre o sistema auditivo, ou seja, efeitos fisiológicos, fisiopatológicos ou auditivos. A segunda resulta em uma ação geral sobre várias funções orgânicas, causando efeitos extra-otológicos, gerais ou não-auditivos.

### 2.4.1 Efeitos Auditivos

O ouvido humano é extremamente sensível à ação do ruído, quanto à perda auditiva. Quando expostas a ruídos, as células sensoriais (internas e externas) desenvolvem lesões, refletindo em lesão parcial ou total do órgão de Corti, parte da cóclea, e conseqüentemente a deficiência auditiva. O ruído pode atuar no ouvido sob exposição aguda, causando trauma sonoro e mudança temporária no limiar (TTS), ou sob exposição crônica, causando Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) ou Mudança Permanente no Limiar (PTS). (Carmo, 1999).

#### 2.4.1.1 Trauma Sonoro

Quando submetido a um ruído repentino e de grande intensidade, como uma explosão ou detonação, o ouvido sofre uma perda auditiva de instalação súbita, onde, em alguns casos, podem ser feitos tratamentos para recuperar a audição, parcial ou totalmente. Pode ser necessária intervenção cirúrgica, caso o trauma acústico seja acompanhado de ruptura da membrana timpânica ou desarticulação da cadeia ossicular do ouvido médio. (Mello, 1999).

#### 2.4.1.2 Mudança Temporária no Limiar

O Segundo Carmo (1999) seria uma diminuição do limiar auditivo gradualmente, de acordo com o tempo de exposição a um ruído intenso e contínuo. Ainda completa:

Durante os desvios temporários dos limiares auditivos (TTS) ocorrem alterações discretas na células ciliadas, edema das terminações nervosas auditivas, alterações vasculares, exaustão metabólica, modificações intracelulares, diminuição dos estereocílios, alteração no acoplamento entre os cílios e membrana tectorial. Estas alterações são reversíveis, podendo haver recuperação do limiar, mesmo com presença de células lesadas.(CARMO, 1999 p.31).

#### 2.4.1.3 Perda Auditiva Induzida por Ruído

Fernandes & Morata (2002) introduzem a PAIR como alterações irreversíveis dos limiares auditivos, com características neurosensoriais (comprometendo as células do órgão de Corti), decorrentes de exposição a níveis de pressão sonora elevados. A PAIR tem progressão gradual de acordo com o tempo de exposição ao ruído.

Segundo publicação do Ministério da Saúde (2006) estas são as características principais da PAIR:

- Sempre neurosensorial, com lesões no ouvido interno, no órgão de Corti;
- Geralmente bilateral, podendo ter graus de perda diferentes em cada ouvido;
- Na maioria dos casos não produz perdas maiores que 40 dB, nas frequências baixas, e 75 dB, nas frequências altas;
- Ao fim da exposição ao ruído não existe mais progressão da perda;
- A presença da PAIR não torna o ouvido mais sensível ao ruído, e sim quanto mais o limiar aumenta, mais lenta se dá a progressão da perda.

#### 2.4.2 Efeitos Extra-Auditivos

É controversa a afirmação de que a exposição ao ruído está diretamente ligada à efeitos extra-auditivos, porém existem estudos atuais comprovando que a exposição diária dos indivíduos, seja de forma direta ou indireta, promove estresse e perturbações gerando vários transtornos. (Seligman apud Carmo, 1999, f.32).

Medeiros (1999) cita e descreve vários tipos de transtornos:

- Distúrbios de Comunicação: em ambientes barulhentos, é dificultada a comunicação verbal, ficando mais suscetível o trabalhador a acidentes, pois torna-se complicado passar instruções e avisos de perigo iminente;
- Distúrbios do Sono: ruídos, mesmo de fraca intensidade, interferem diretamente no sono, até mesmo se o indivíduo foi exposto horas antes do sono. Sem uma noite bem dormida, o indivíduo tem dificuldade para desempenhar tarefas, principalmente as que exigem concentração e habilidade;
- Distúrbios Vestibulares: durante, ou até mesmo depois da exposição, indivíduos podem apresentar vertigens, náuseas, vômitos, desmaios e dilatação nas pupilas, esta última se dá geralmente em níveis acima de 75 dB;
- Distúrbios Comportamentais: vários sintomas são notados nos indivíduos, como mudança no humor, falta de atenção e concentração, depressão, cansaço, fadiga, estresse, aparecendo separados ou individualmente. Podem ainda ser notadas agressividade e violência, deixando o indivíduo mais propenso a envolver-se em brigas e discussões;
- Distúrbios Digestivos: estudos evidenciam alterações digestivas como diarreias, prisão de ventre e náuseas;
- Distúrbios Neurológicos: alguns transtornos estão ligados à função neurológica como tremores nas mãos, reação aos estímulos visuais reduzida, tremores nos olhos e até mudança na percepção visual das cores;

- Distúrbios Cardiovasculares: apesar de alguns autores discordarem da influência direta da exposição ao ruído nos distúrbios cardiovasculares, muitos outros confirmam em estudos que pode ocorrer aceleração cardíaca, inclusive em fetos, e a gestação pode ser afetada mudando a posição do feto e dificultando o parto. Ainda há relatos de aumento da viscosidade do sangue, hipertensão arterial e outras anomalias semelhantes as que ocorrem no estresse agudo.

## 2.5 ERGONOMIA

A NR-17 (Brasil, 2012) que dispõe sobre Ergonomia, inicia-se com o item 17.1 que nos dá uma ideia do que seria Ergonomia aos olhos do MTE:

Esta norma regulamentadora visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. (BRASIL, 2012, p.321).

Com esta explanação, percebemos que se trata da adaptação do trabalho ao homem. Trabalho de uma forma ampla, não somente com máquinas e equipamentos, mas toda e qualquer relação entre o homem e uma atividade produtiva. A ergonomia promove sempre a adaptação no sentido do trabalho para o homem, observando as particularidades do trabalhador, projetando em seguida o que ele consegue executar. (Lida, 2005)

Ainda para Lida (2005) a ergonomia tem três abordagens, a Ergonomia Cognitiva, Organizacional e a Física, que é alvo do estudo desta monografia e trata de aspectos como a postura no trabalho, movimentos repetitivos, projetos de postos de trabalho, entre outros.

## 2.5.1 Análise Ergonômica do Trabalho

De acordo com a NR-17 é de responsabilidade do empregador realizar a análise ergonômica do trabalho. Segundo Lida (2005) a AET constitui-se em cinco etapas: análise da demanda; análise da tarefa; análise da atividade; diagnóstico; e recomendações.

### 2.5.1.1 Análise da demanda

Segundo Santos e Fialho (1997 apud Lida, 2005 p.60) demanda é:

[...] a descrição de um problema ou uma situação problemática, que justifique a necessidade de uma ação ergonômica. Ela pode ter diversas origens, tanto por parte da direção da empresa, como por parte dos trabalhadores e suas organizações sindicais. A análise da demanda procura entender a natureza e a dimensão dos problemas apresentados.

### 2.5.1.2 Análise da tarefa

Tarefa é o conjunto de objetivos que o trabalhador deve cumprir, pode ser informalmente denominada por expectativas gerenciais. A análise consiste em identificar as diferenças entre o que se espera que seja realizado e a forma como é realizado pelo trabalhador no posto de trabalho. Esta diferença quase sempre existe, e se dá, ora devido a equipamentos desajustados ou irregulares, ora por falha dos trabalhadores por não seguirem rigorosamente o método indicado. (Lida, 2005).

### 2.5.1.3 Análise da atividade

Para Malinowski (2010) análise da atividade é a análise do comportamento do homem no trabalho, o que se faz necessário que o trabalhador realize para atingir os objetivos da produção.

Segundo Lida (2005) a atividade é influenciada por fatores internos, que se localizam no trabalhador e são caracterizados pela sua formação, experiência, e outros; e por fatores externos, que estão ligados a alguns fatores das condições em que o trabalho é realizado, como horário dos turnos e condição das máquinas.

### 2.5.1.4 Diagnóstico ergonômico

Conforme Lida (2005) o diagnóstico elenca as causas que provocam o problema descrito na demanda, referindo-se a diversos fatores que influenciam na atividade de trabalho, sejam eles relacionados ao trabalho ou a empresa.

### 2.5.1.5 Recomendações ergonômicas

Na intenção de resolver o problema diagnosticado, devem ser tomadas providências, que são indicadas nas recomendações, que devem ser claras, descrevendo detalhadamente todas as etapas necessárias para a resolução do problema. Devem ser acompanhadas da indicação dos responsáveis, com o respectivo prazo para correção, e com desenhos indicativos das alterações quando for necessário.

## 2.5.2 Método RULA

De acordo com Stanton (2005 apud Motta, 2009 p.28) o método RULA teve um desenvolvimento semelhante ao método OWAS, porém com um enfoque em distúrbios dos membros superiores. Este método avalia postura, força e movimentos repetitivos de tarefas mais sedentárias. Motta (2009) descreve as etapas do método, que consiste na seleção da postura, que posteriormente é pontuada de acordo com os diagramas das partes do corpo, gerando um número resultante que encaixa em uma das quatro medidas a serem tomadas.

Segundo Silva (2001 apud Motta, 2009 p.29) o corpo é segmentado em partes, no sentido de tornar a avaliação mais rápida, formando dois grupos, "A" que contém braço, antebraço e pulso, e "B" que é composto por pescoço, tronco e pernas.

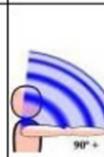
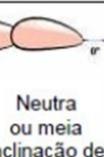
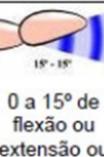
GRUPO A - POSIÇÕES						
Escores	1	2	2	3	4	Ajustes
BRAÇO	 20° de extensão a 20° de flexão	 > 20° de extensão	 20° - 45°	 >45 a 90° de flexão	 ≥ 90° de flexão	+1 se ombro elevado ou braço abduzido -1 se posição de tronco inclinada ou peso do braço suportado
ANTE-BRAÇO	 60° - 100° de flexão	 < 60° de flexão	 >100° de flexão			+1 se houver rotação interna do braço e antebraço passando da linha média do corpo ou rotação externa do braço
PUNHO	 Neutra ou meia inclinação de pronação ou supinação	 0 a 15° de flexão ou extensão ou total pronação ou supinação		 ≥ 15° de flexão ou extensão		+1 se em desvio ulnar ou radial

Figura 5 - Grupo A do método RULA  
Fonte: Motta (2009).

GRUPO B - POSIÇÕES					
Escores	1	2	3	4	Ajustes
PESCOÇO	 0 a 10° de flexão	 10 a 20° de flexão	 > 20° de flexão	 extensão	+ 1 se o pescoço está torcido ou inclinado lateralmente
TRONCO	 0° ou bem apoiado quando sentado	 0 a 20° de flexão	 20 a 60° de flexão	 > 60° de flexão	+ 1 se o tronco está torcido ou inclinado lateralmente
PERNAS	 Pernas e pés bem apoiados e equilibrados	 Ao contrário			

**Figura 6 - Grupo B do método RULA**  
 Fonte: Motta (2009).

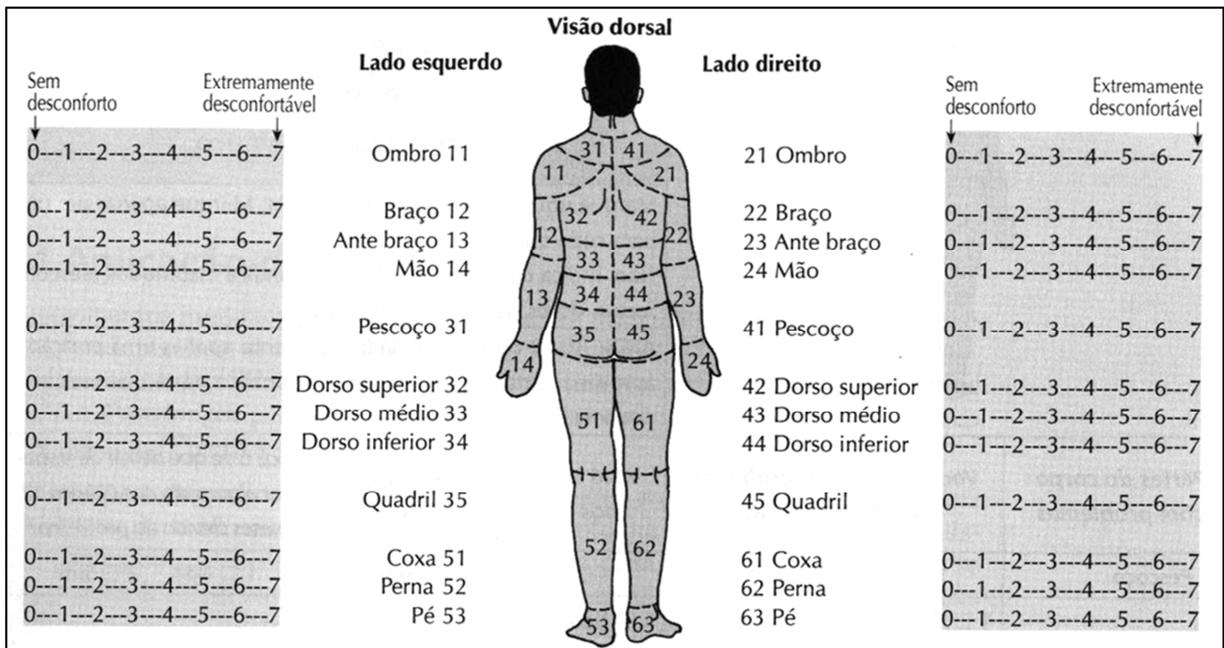
Na Figura 7 apresenta-se o quadro onde o resultante das pontuações obtidas no esquema do Anexo A deve ser jogado para se obter a ação que deve ser tomada.

PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável.
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

**Figura 7 - Escore final método RULA**  
 Fonte: Software Ergolândia v.4.0.

### 2.5.3 Diagrama das áreas dolorosas

lida (2005) traz o diagrama das áreas doloridas, proposto por Corlett e Manenica (1980) como uma ferramenta aplicada ao final de uma jornada de trabalho para ajudar a identificar os possíveis locais de desconforto relacionados à postura do trabalhador. No diagrama o corpo humano é dividido em vinte e quatro segmentos e o indivíduo aponta o local de desconforto, classificando, logo em seguida, numa escala de zero a sete o grau de desconforto, onde zero significa “sem desconforto” e sete “extremamente desconfortável”.



**Figura 8 - Diagrama das áreas dolorosas**  
 Fonte: Corlett e Manenica (1980 apud lida, 2005).

### 3 METODOLOGIA

Neste item será apresentada a metodologia utilizada na realização das avaliações de ruído e ergonômica, pelo método RULA. A análise de ruído foi realizada por dosimetria, durante a jornada de trabalho completa do operador de retroescavadeira, em três conjuntos distintos compostos pelo operador e pela retroescavadeira. A análise ergonômica foi feita com base na observação dos diferentes movimentos e posições exercidos pelos operadores, com a aplicação de uma pesquisa de áreas doloridas ao final da jornada de trabalho.

#### 3.1 EMPRESA ESTUDADA

A empresa utilizada no estudo trabalha na área do Saneamento Ambiental, mais especificamente prestando serviços à SANEPAR. Atua na área de Curitiba e Região Metropolitana, no estado do Paraná. Dentre as atividades desenvolvidas, se destacam dois segmentos, Manutenção de Redes e Ampliação de Redes.

Para uma melhor abrangência do estudo, foram realizadas medições em retroescavadeiras dos dois segmentos.

Manutenção de Redes: trata-se de atividades geralmente de emergência, onde existe uma rede de esgoto sanitário ou de abastecimento de água rompida, causando erosões e vazamentos. A empresa é acionada por meio de procedimentos específicos da SANEPAR, e é designada uma equipe para atender ao serviço no prazo estipulado pela contratante que geralmente é de algumas horas. Quando acionada, a equipe pode estar no pátio da empresa, ou já na rua realizando outro serviço. Por se tratar de uma atividade curta, as equipes se deslocam vários quilômetros durante um dia de trabalho, para atender diversos serviços durante a mesma jornada de trabalho. Foram realizadas duas medições em equipamentos utilizados neste segmento.

Ampliação de Redes: é um serviço onde é realizada uma extensão de rede para atender, na maioria dos casos, um novo imóvel. É uma atividade planejada com antecedência, tem um prazo de execução maior, geralmente com uma extensão

grande de rede a ser executada. As equipes ficam vários dias na mesma frente de trabalho, e não se deslocam de um endereço a outros durante a mesma jornada de trabalho. Foi realizada uma medição em equipamento utilizado neste segmento.

### 3.2 MATERIAIS

Foi utilizado um dosímetro de ruído da marca INSTRUTHERM, modelo DOS-500, para realização das medições. O aparelho foi utilizado juntamente com espuma no microfone para amenização de interferências do vento.



**Figura 9 - Dosímetro de ruído utilizado nas medições**

**Fonte: O Autor.**

Foram utilizados também um aparelho “smartphone” com GPS, para identificar os deslocamentos realizados pelas retroescavadeiras nas atividades de Manutenção de Redes, uma prancheta para auxílio na pesquisa das áreas doloridas e um computador.

### 3.3 EQUIPAMENTOS ESTUDADOS

Foram realizadas medições em três retroescavadeiras de dois modelos e fabricantes diferentes, duas da marca Caterpillar modelo 416E, uma delas do ano 2011 e outra do ano 2012.



**Figura 10 - Retroescavadeira Caterpillar modelo 416E**  
Fonte: Caterpillar BR (2008).

A outra retroescavadeira da marca New Holland modelo LB90, ano 2009.



**Figura 11 - Restroescavadeira New Holland modelo LB90**  
Fonte: New Holland BR (2008).

### 3.4 AVALIAÇÃO DO RUÍDO

Foram utilizados parâmetros de configuração do dosímetro de acordo com a NR-09 e a NR-15, conforme a Figura 12. O nível de critério é definido em 85 dB. A taxa de duplicação da dose é estabelecida em 5 dB. A curva de compensação é a “A” e o circuito de resposta “SLOW”. O nível limiar é configurado em 80 dB.



	E1	E2	E3	E4	E5
Utilizado ou não	Utilizado				
Nível de critério	85dB				
Nível limiar	80dB				
Taxa de troca	5dB				
Ponderação de tempo	LENTO				
dBRMS 115	Não				
Excedeu 140 dB	Não				
Data de início(mm:dd)	01-29				
Hora de início(hh:mm)	08:11				
Hora de finalização(hh:mm)	17:44				
Tempo de exposição(hh:mm)	07:20				
Período de pausa(hh:mm)	01:39				
Valor de dose (%)	50.27				
Leq (tempo real)	80.0				
Leq (Projetado para 8 horas)	80.66				
Hora de sinalização de pico (hh:mm)					
Duração de pico (mm:ss)					

Nome:

Endereço:

Empresa:

**Figura 12 - Demonstração dos parâmetros configurados no dosímetro**  
 Fonte: O Autor.

O aparelho foi colocado na lapela dos funcionários, conforme a Figura 13, no início do dia, quando o funcionário entra no trabalho, sendo pausado no intervalo de almoço onde a retroescavadeira permanece desligada, e retirado ao fim da jornada de trabalho.



**Figura 13 - Demonstrativo do local do microfone**  
**Fonte: O Autor.**

O equipamento fornece ao usuário automaticamente vários dados importantes para a análise:

- Nível Equivalente de ruído ( $L_{eq}$ );
- Nível Equivalente de ruído projetado para 8 horas de exposição (jornada de trabalho padrão) ( $L_{eq,8h}$ );
- A porcentagem da dose;
- Tempo total de exposição;
- Período de pausa.

Na Figura 14 estão exemplificados estes parâmetros já calculados pelo aparelho (dosímetro).

	E1	E2	E3	E4	E5
Utilizado ou não		Utilizado			
Nível de critério		85dB			
Nível limiar		80dB			
Taxa de troca		5dB			
Ponderação de tempo		LENTO			
dBRMS 115		Não			
Excedeu 140 dB		Não			
Data de início(mm:dd)		01-30			
Hora de início(hh:mm)		08:01			
Hora de finalização(hh:mm)		17:13			
Tempo de exposição(hh:mm)		07:43			
Período de pausa(hh:mm)		01:29			
Valor de dose (%)		45.14			
Leq (tempo real)		79.2			
Leq (Projetado para 8 horas)		79,52			
Hora de sinalização de pico (hh:mm)					
Duração de pico (mm:ss)					

Nome:

Endereço:

Empresa:

**Figura 14 - Demonstrativo dos parâmetros calculados pelo aparelho**  
**Fonte: O Autor.**

### 3.4.1 Medições realizadas

Conforme descrito no item 3.3 foram realizadas três medições que foram identificadas como eventos, para compatibilização com os resultados apresentados no dosímetro.

O Evento 1 (E1) foi medido na retroescavadeira Caterpillar ano 2011 (CAT-11). Esta opera no segmento de Manutenção de Redes, tendo um deslocamento grande durante a jornada de trabalho. Com o auxílio do GPS foi constatado que durante a medição a retroescavadeira se deslocou seis vezes, totalizando aproximadamente quarenta e sete (47) quilômetros.

O Evento 2 (E2) foi medido na retroescavadeira Caterpillar ano 2012 (CAT-12). Ela também opera no segmento de Manutenção de Redes e, por sua vez, deslocou-se seis vezes totalizando aproximadamente vinte e quatro (24) quilômetros.

O Evento 3 (E3) foi medido na retroscavadeira New Holland ano 2009 (NH-09). Esta opera no segmento de Ampliação de Redes, não tendo deslocamento urbano durante a jornada de trabalho analisada, permanecendo na frente de trabalho.

Na Figura 15 observa-se todos os parâmetros obtidos nas medições, conforme pré-estabelecidos os respectivos eventos e modelos de retroscavadeira.

Registro de dados					
	E1	E2	E3	E4	E5
Utilizado ou não	Utilizado	Utilizado	Utilizado		
Nível de critério	85dB	85dB	85dB		
Nível limiar	80dB	80dB	80dB		
Taxa de troca	5dB	5dB	5dB		
Ponderação de tempo	LENTO	LENTO	LENTO		
dBRMS 115	Não	Não	Não		
Excedeu 140 dB	Não	Não	Não		
Data de início(mm:dd)	01-29	01-30	01-31		
Hora de início(hh:mm)	08:11	08:01	08:02		
Hora de finalização(hh:mm)	17:10	17:13	17:42		
Tempo de exposição(hh:mm)	07:20	07:43	08:33		
Período de pausa(hh:mm)	01:39	01:29	01:07		
Valor de dose (%)	50.27	45.14	73.82		
Leq (tempo real)	80.0	79.2	82.8		
Leq (Projetado para 8 horas)	80,66	79,52	82,33		
Hora de sinalização de pico (hh:mm)					
Duração de pico (mm:ss)					
Nome:	<input type="text"/>				
Endereço:	<input type="text"/>				
Empresa:	<input type="text"/>				

**Figura 15 - Medições dos três eventos realizados**  
**Fonte: O Autor.**

### 3.5 AVALIAÇÃO ERGONÔMICA

Existem quatro posições principais que foram identificadas durante a observação da postura adotada pelos operadores ao longo da jornada de trabalho. A primeira seria a posição 1 (P1) em que o operador está dirigindo a retroescavadeira no período de deslocamento, ou durante a utilização da pá carregadeira.

A posição 2 (P2) identificada na jornada de trabalho é aquela em que o operador está operando a escavadeira. O banco é girado 180° e o operador fica de frente para a concha da retroescavadeira. As posições P1 e P2 estão exemplificadas na Figura 16.



**Figura 16 - Posição P1, à esquerda, e posição P2, à direita**  
Fonte: O Autor.

A terceira posição observada (P3), é a utilizada pelo operador quando a escavação está muito profunda, onde este sentado não consegue ter a visão do que está escavando, sendo necessário ficar em pé e se projetar à frente para ter a visão desobstruída.

A quarta posição (P4) é observada quando o operador eleva ou abaixa as sapatas da retroescavadeira, projetando seu braço para trás, sem girar o assento. As posições P3 e P4 são demonstradas nas Figuras 17 e 18. Estas quatro posições foram analisadas com o auxílio do Software Ergolândia v.4.0. Para cada uma obteve-se um resultante e, conseqüentemente, uma medida sugerida a ser tomada.



**Figura 17 - Posição P3**  
**Fonte: O Autor.**



**Figura 18 - Posição P4**  
**Fonte: O Autor.**

### 3.5.1 Diagrama de área dolorosas

Ao final da jornada de trabalho, foi aplicada uma pesquisa sobre as áreas doloridas. A pesquisa foi feita com base no diagrama apresentado na Figura 8 do item 2.5.3. Foram feitas as seguintes perguntas:

1. Qual a sua idade?
2. Há quantos anos atua neste posto de trabalho?
3. Foi solicitado para que indicassem no diagrama as áreas dolorosas com seus respectivos níveis de intensidade.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 DOSIMETRIA DE RUÍDO

#### 4.1.1 Evento E1

A medição de ruído com o dosímetro durante o Evento E1 teve duração de sete horas e vinte minutos de exposição. Apresentou nível equivalente (Leq) de 80,0 dB(A), nível equivalente projetado para oito horas de exposição (Leq,8h) de 80,66 dB(A) e dose de exposição de 50,24%. Os resultados são apresentados na Figura 19.

	E1
Utilizado ou não	Utilizado
Nível de critério	85dB
Nível limiar	80dB
Taxa de troca	5dB
Ponderação de tempo	LENTO
dBRMS 115	Não
Excedeu 140 dB	Não
Data de início(mm:dd)	01-29
Hora de início(hh:mm)	08:11
Hora de finalização(hh:mm)	17:10
Tempo de exposição(hh:mm)	07:20
Período de pausa(hh:mm)	01:39
Valor de dose (%)	50.27
Leq (tempo real)	80.0
Leq (Projetado para 8 horas)	80,66
Hora de sinalização de pico (hh:mm)	
Duração de pico (mm:ss)	

**Figura 19 - Resultados da medição no Evento E1**

**Fonte: O Autor.**

Como apresentado no item 3.4.1, o evento E1 foi realizado na retroescavadeira CAT-11, do segmento de manutenção de redes, e teve um deslocamento considerável durante a jornada de trabalho. Com o auxílio do aplicativo Minhas Trilhas da Google obteve-se os horários dos deslocamentos que serão comparados com os níveis de ruído identificados pelo dosímetro, conforme exemplos nas Figuras 20 e 21.

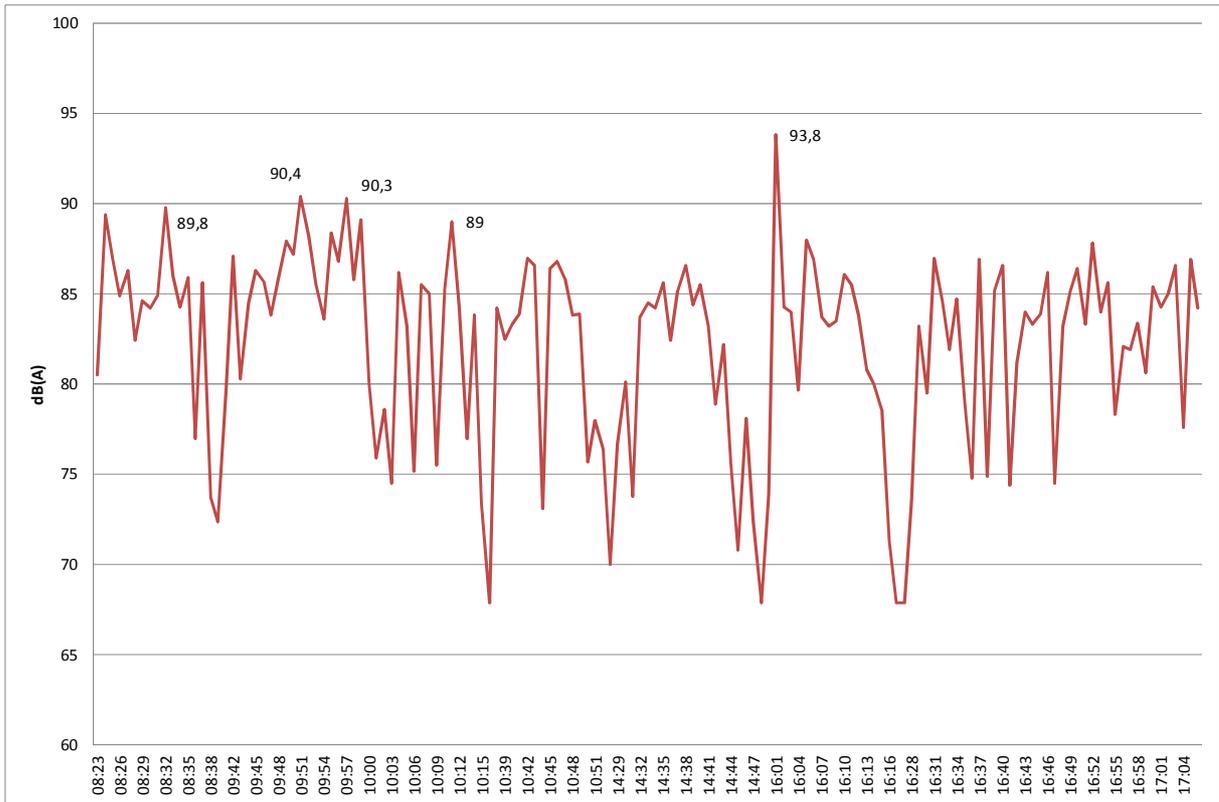


**Figura 20 - E1 Deslocamento 1 (Aplicativo Minhas Trilhas)**  
Fonte: O Autor.

Regs	Data	Hora	dBA
13	2014/01/29	08:23:51,0	80,5
14	2014/01/29	08:24:51,0	89,4
15	2014/01/29	08:25:51,0	87,0
16	2014/01/29	08:26:51,0	84,9
17	2014/01/29	08:27:51,0	86,3
18	2014/01/29	08:28:51,0	82,4
19	2014/01/29	08:29:51,0	84,6
20	2014/01/29	08:30:51,0	84,2
21	2014/01/29	08:31:51,0	84,9
22	2014/01/29	08:32:51,0	89,8
23	2014/01/29	08:33:51,0	86,0
24	2014/01/29	08:34:51,0	84,3
25	2014/01/29	08:35:51,0	85,9
26	2014/01/29	08:36:51,0	77,0
27	2014/01/29	08:37:51,0	85,6
28	2014/01/29	08:38:51,0	73,7
29	2014/01/29	08:39:51,0	72,4
30	2014/01/29	08:40:51,0	79,6
31	2014/01/29	08:41:51,0	83,6

**Figura 21 - Medições durante E1 Deslocamento 1**  
Fonte: O Autor.

É notório que os níveis capturados pelo equipamento neste Deslocamento 1 são, em sua maioria, maiores que o nível de ação de 80,0 dB(A), e em alguns momentos, maiores que 85,0 dB(A), o máximo permitido pela NR-15 para uma exposição de oito horas de trabalho. Para analisar os níveis medidos em todos os seis deslocamentos foi elaborado um gráfico, representado na Figura 22.



**Figura 22 - E1 Deslocamentos 1 a 6 - níveis medidos X horário**  
**Fonte: O Autor.**

Pelo gráfico verifica-se que existem vários picos de ruído medidos durante os deslocamentos, o que causa aumento no nível equivalente. Um dos picos chegou a 93,8 dB(A).

#### 4.1.2 Evento E2

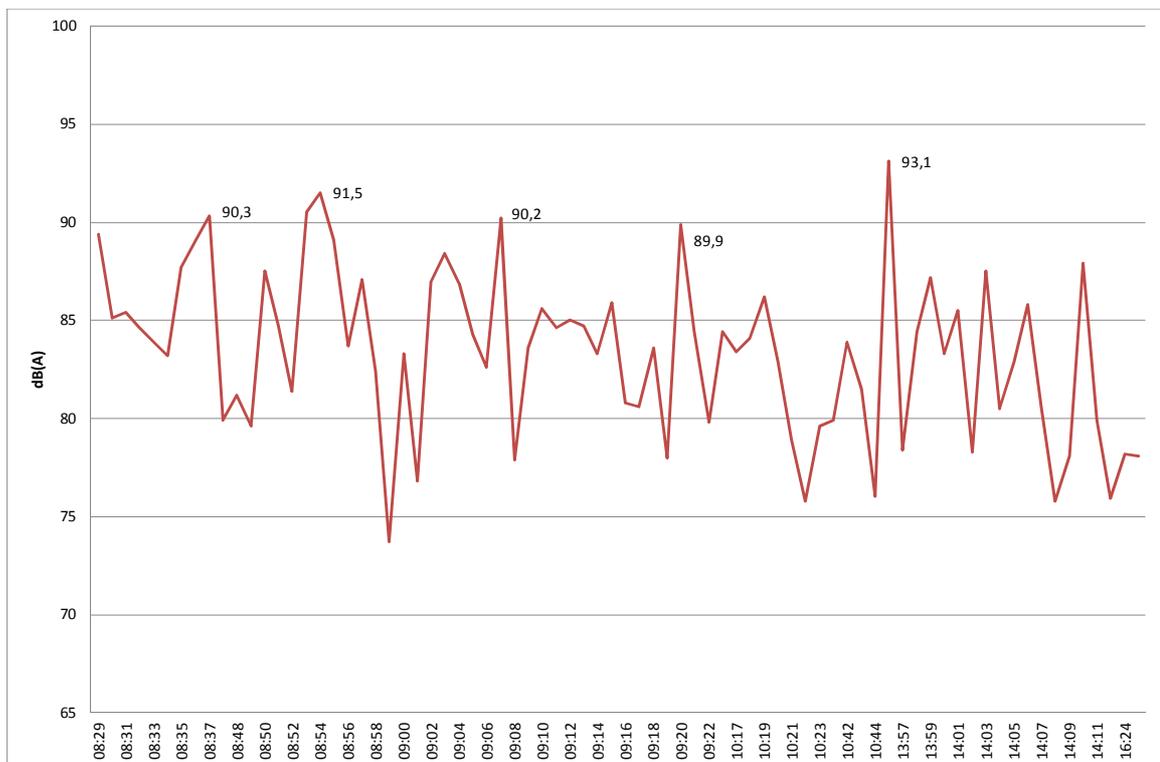
O Evento E2 teve duração de sete horas e quarenta e três minutos. Apresentou nível equivalente ( $Leq$ ) de 79,2 dB(A), nível equivalente projetado para oito horas de exposição ( $Leq,8h$ ) de 79,52 dB(A) e dose de exposição de 45,14%. Os resultados são apresentados na Figura 23.

	E2
Utilizado ou não	Utilizado
Nível de critério	85dB
Nível limiar	80dB
Taxa de troca	5dB
Ponderação de tempo	LENTO
dBRMS 115	Não
Excedeu 140 dB	Não
Data de início(mm:dd)	01-30
Hora de início(hh:mm)	08:01
Hora de finalização(hh:mm)	17:13
Tempo de exposição(hh:mm)	07:43
Período de pausa(hh:mm)	01:29
Valor de dose (%)	45.14
Leq (tempo real)	79.2
Leq (Projetadopara 8 horas)	79,52
Hora de sinalização de pico (hh:mm)	
Duração de pico (mm:ss)	

**Figura 23 - Resultados da medição no Evento E2**

**Fonte: O Autor.**

Como apresentado no item 3.4.1, o evento E2 foi realizado na retroescavadeira CAT-12, do segmento de manutenção de redes, e também teve deslocamento durante a jornada de trabalho. O gráfico mostrado na Figura 24 apresenta os níveis de ruído medidos durante os seis deslocamentos no evento E2.



**Figura 24 - E2 Deslocamentos 1 a 6 - níveis medidos X horário**

**Fonte: O Autor.**

### 4.1.3 Evento E3

O Evento E3 teve duração de oito horas e trinta e três minutos. Apresentou nível equivalente (Leq) de 82,8 dB(A), nível equivalente projetado para oito horas de exposição (Leq,8h) de 82,33 dB(A) e dose de exposição de 73,82%. Os resultados são apresentados na Figura 25.

	E3
Utilizado ou não	Utilizado
Nível de critério	85dB
Nível limiar	80dB
Taxa de troca	5dB
Ponderação de tempo	LENTO
dBRMS 115	Não
Excedeu 140 dB	Não
Data de início(mm:dd)	01-31
Hora de início(hh:mm)	08:02
Hora de finalização(hh:mm)	17:42
Tempo de exposição(hh:mm)	08:33
Período de pausa(hh:mm)	01:07
Valor de dose (%)	73.82
Leq (tempo real)	82.8
Leq (Projetado para 8 horas)	82.33
Hora de sinalização de pico (hh:mm)	
Duração de pico (mm:ss)	

**Figura 25 - Resultados da medição no Evento E3**

**Fonte: O Autor.**

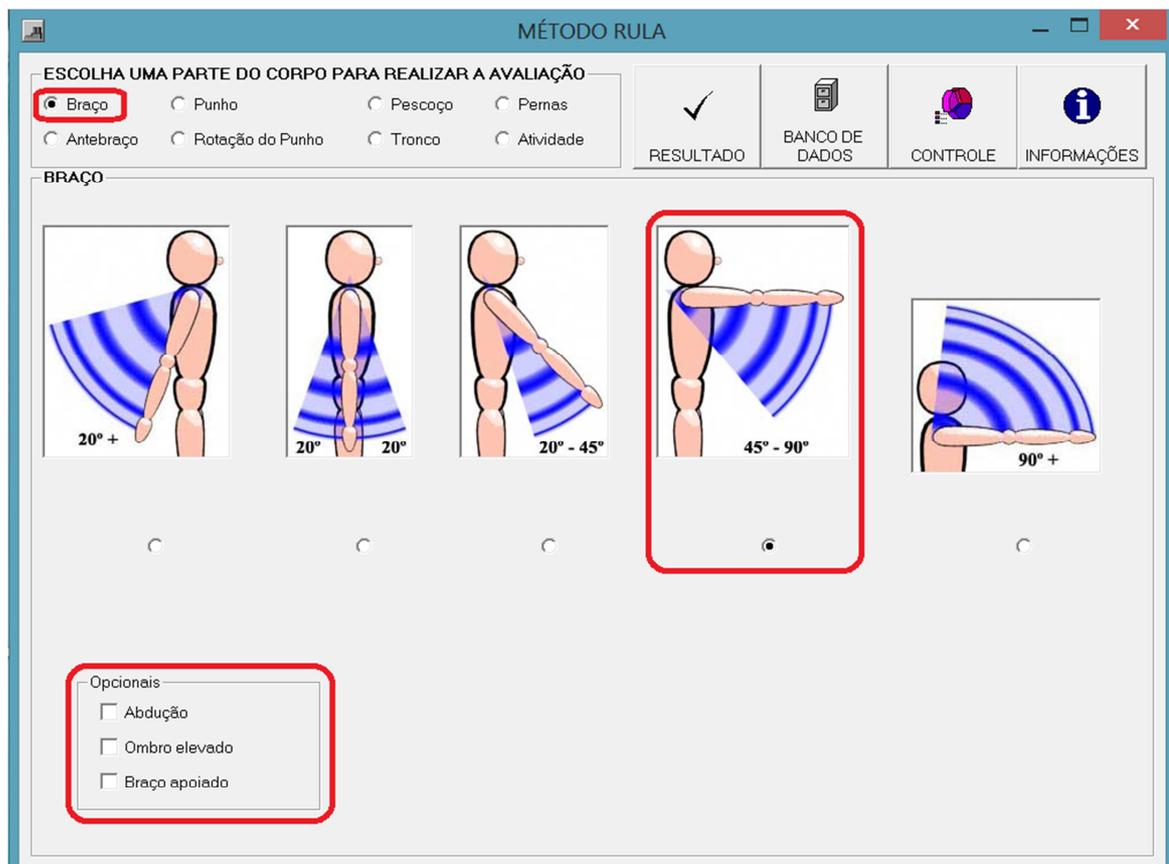
Como apresentado no item 3.4.1, o evento E3 foi realizado na retroescavadeira NH-09, do segmento de ampliação de redes, e não tem deslocamentos durante as medições, permanecendo na frente de trabalho.

## 4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO RULA

A aplicação do método RULA foi feita utilizando o Software Ergolândia v.4.0. Foram analisadas separadamente três posições, P1, P2 e P3, conforme explanado no item 3.5.

### 4.2.1 Posição P1

A posição P1 é a mais comum, onde o operador está dirigindo a retroescavadeira. É similar a postura adotada pelo motorista de um automóvel comum. O Software Ergolândia v.4.0 é dividido em 8 fases de avaliação: Braço, Antebraço, Punho, Rotação do Punho, Pescoço, Tronco, Pernas e Atividade. A Figura 26 exemplifica a primeira tela de avaliação do programa (Braço) com entrada de dados utilizados para avaliar a posição P1. Na imagem verificamos que foi selecionada a posição do braço de 45 a 90° e que para esta posição os opcionais “Abdução”, “Ombro elevado” e “Braço apoiado” foram deixados sem marcação.



**Figura 26 - Dados inseridos na tela 1 (Braço) na Posição P1**  
**Fonte: O Autor.**

Após a inserir os dados em todas as oito telas de avaliação, é gerado o resultado (Figura 27) para esta posição, que nos indica um nível de ação de 1 a 4, conforme exemplificado no item 2.5.2. Também é possível gerar um banco de dados

com todas as entradas para a posição avaliada (Figura 28) e que será usado neste trabalho para demonstrar todos os parâmetros escolhidos na avaliação de cada posição.

PONTUAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA: **3**

PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

**Figura 27 - Resultado RULA posição P1**  
Fonte: O Autor.

BANCO DE DADOS - MÉTODO RULA

Exportar

Nome do trabalhador: Posição P1

Empresa: .

Setor: .

Função: Operador de Retroescavadeira

Tarefa Executada: Dirigir

Braço: De 45 a 90 graus

Antebraço: De 0 a 60 graus

Punho: 0 grau

Rotação do punho: Rotação média

Pescoço: De 0 a 10 graus

Tronco: Ereto

Pernas: Pernas e pés bem apoiados e equilibrados

Musculatura (Grupo A): Postura estática mantida por mais de 1min ou repetitiva, mais que 4 vezes/min

Musculatura (Grupo B): Postura estática mantida por mais de 1min ou repetitiva, mais que 4 vezes/min

Carga (grupo A): Carga menor que 2 Kg intermitente

Carga (grupo B): Carga menor que 2 Kg intermitente

Pontuação: 3    Nível de ação: 2    1 de 2

IMPRIMIR

EXCLUIR

PROCURAR

LISTA COMPLETA

VOLTAR

**Figura 28 - Banco de Dados posição P1**  
Fonte: O Autor.

#### 4.2.2 Posição P2

A posição P2 é identificada quando o operador está utilizando a escavadeira para formar a vala. Por padrão as tubulações de água e esgoto estão próximas ao alinhamento predial, onde existem muros, portões e diversas outras interferências. O operador não consegue posicionar a retroescavadeira na mesma direção da vala a ser escavada. Quando se trata de ampliação de redes, onde é executada uma rede nova, muitas vezes a vala fica em terrenos sem interferências, ficando a retroescavadeira na direção da mesma. Mesmo nesses casos o operador tende a inclinar o pescoço para o lado, pois a concha da escavadeira obstrui a sua visão.



**Figura 29 - Posição P2 na manutenção de redes**  
Fonte: O Autor.

Após inserir os dados no Software Ergolândia v.4.0 é gerado o banco de dados da posição P2 (Figura 30) e a pontuação final (Figura 31).

**Figura 30 - Banco de Dados posição P2**  
Fonte: O Autor.

PONTUAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA: **5**

PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

**Figura 31 - Resultado RULA posição P2**  
Fonte: O Autor.

### 4.2.3 Posição P3

A Figura 32 mostra o Banco de Dados após a aplicação do método RULA no Software Ergolândia v.4.0. Na Figura 33 está representada a pontuação final.

**Figura 32 - Banco de Dados posição P3**

Fonte: O Autor.

PONTUAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA: **6**

PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

**Figura 33 - Resultado RULA posição P3**

Fonte: O Autor.

#### 4.2.4 Posição P4

Na Figura 34 é demonstrado o Banco de Dados da posição P4 e na Figura 35 a pontuação final.

**Figura 34 - Banco de Dados posição P4**

Fonte: O Autor.

PONTUAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA: **7**

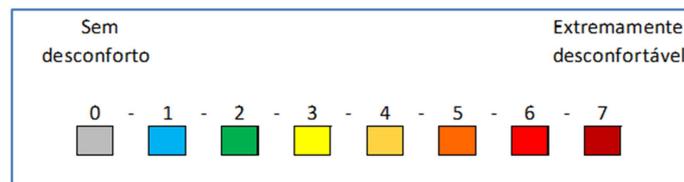
PONTUAÇÃO	NÍVEL DE AÇÃO	INTERVENÇÃO
1 ou 2	1	Postura aceitável
3 ou 4	2	Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças.
5 ou 6	3	Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças.
7	4	Devem ser introduzidas mudanças imediatamente.

**Figura 35 - Resultado RULA posição P4**

Fonte: O Autor.

### 4.3 DIAGRAMA DE ÁREAS DOLOROSAS

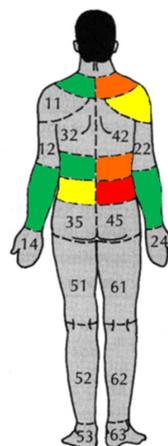
Após a jornada de trabalho, foi aplicada uma breve pesquisa para identificar as áreas do corpo em que os operadores sentem dores e desconforto. Para isso foi utilizado o diagrama de áreas dolorosas, exemplificado no item 2.5.3. Foi criada uma escala de cores (Figura 36) para facilitar a demonstração no diagrama.



**Figura 36 - Escala de cores**  
**Fonte: O Autor.**

O entrevistado do evento E1 tem 47 anos, atua neste posto de trabalho há 21 anos e identificou as seguintes áreas com os respectivos níveis de desconforto:

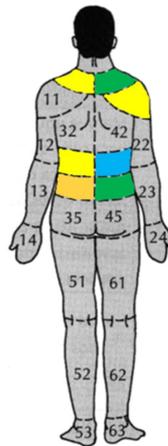
- Pescoço (31) lado esquerdo – Nível de desconforto 2;
- Pescoço (41) lado direito – Nível de desconforto 5;
- Ombro (21) lado direito – Nível de desconforto 3;
- Antebraço (13) lado esquerdo – Nível de desconforto 2;
- Antebraço (23) lado direito – Nível de desconforto 2;
- Dorso médio (33) lado esquerdo – Nível de desconforto 2;
- Dorso inferior (34) lado esquerdo – Nível de desconforto 3;
- Dorso médio (43) lado direito – Nível de desconforto 5;
- Dorso inferior (44) lado direito – Nível de desconforto 6.



**Figura 37 - Diagrama E1**  
**Fonte: O Autor.**

O trabalhador do evento E2 tem 33 anos, atua neste posto de trabalho há 11 anos e demonstrou no diagrama as seguintes áreas dolorosas:

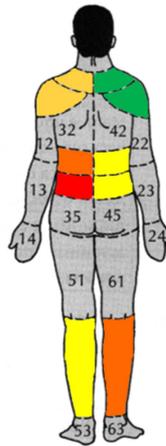
- Pescoço (31) lado esquerdo – Nível de desconforto 3;
- Pescoço (41) lado direito – Nível de desconforto 2;
- Ombro (21) lado direito – Nível de desconforto 3;
- Dorso médio (33) lado esquerdo – Nível de desconforto 3;
- Dorso inferior (34) lado esquerdo – Nível de desconforto 4;
- Dorso médio (43) lado direito – Nível de desconforto 1;
- Dorso inferior (44) lado direito – Nível de desconforto 2.



**Figura 38 - Diagrama E2**  
**Fonte: O Autor.**

Já o operador do evento E3 tem 45 anos, atua neste posto há 18 anos, e identificou as seguintes áreas no diagrama:

- Pescoço (31) lado esquerdo – Nível de desconforto 4;
- Pescoço (41) lado direito – Nível de desconforto 2;
- Ombro (11) lado esquerdo – Nível de desconforto 4;
- Ombro (21) lado direito – Nível de desconforto 2;
- Dorso médio (33) lado esquerdo – Nível de desconforto 5;
- Dorso inferior (34) lado esquerdo – Nível de desconforto 6;
- Dorso médio (43) lado direito – Nível de desconforto 3;
- Dorso inferior (44) lado direito – Nível de desconforto 3;
- Perna (52) lado esquerdo – Nível de desconforto 3;
- Perna (62) lado direito – Nível de desconforto 5.



**Figura 39 - Diagrama E3**  
**Fonte: O Autor.**

#### 4.4 DISCUSSÕES

Na análise de ruído verifica-se que as duas retroescavadeiras do mesmo modelo, e que operam na mesma atividade, tiveram resultados diferentes. A fabricada em 2012 (CAT-12 do evento E2) teve  $Leq(8h)$  de 79,52 dB(A) o que está abaixo do nível de ação, já a fabricada em 2011 (CAT-11 do evento E1) teve  $Leq(8h)$  de 80,66 dB(A) – acima do nível de ação.

Das duas retroescavadeiras, a com o menor  $Leq(8h)$ , além de ser um ano mais nova, se deslocou por aproximadamente 24 km, enquanto a que teve  $Leq(8h)$  acima do nível de ação se deslocou aproximadamente 47 km, praticamente o dobro.

Através dos dados utilizados nos gráficos das figuras 22 e 24 nota-se que dos níveis medidos durante os deslocamentos somente 27,80% estão abaixo de 80,0 dB(A), e dos 72,20% restantes 34,08% estão acima de 85,0 dB(A). O período em que as retroescavadeiras estão se deslocando de um serviço para outro influencia para o aumento do  $Leq(8h)$ .

A retroescavadeira de fabricante diferente e produzida em 2009 (NH-09 do evento E3) teve  $Leq(8h)$  de 82,33 dB(A), ou seja, acima do nível de ação, porém ainda abaixo do nível de tolerância segundo a NR-15. Durante a análise em campo foi constatado que esta retroescavadeira produz um ruído notavelmente mais alto do

que as outras duas, mais novas, o que pode ser explicado por falta de manutenção adequada ou por ser de fabricante diversa.

Notou-se que, apesar dos altos níveis de ruído gerarem incômodo, nenhum dos operadores usava qualquer tipo de EPI nos ouvidos.

Na aplicação do método RULA, dentre as quatro posições estudadas, a P1 é a que obteve menor pontuação, e é a menos preocupante. Seu nível de ação ficou em 2, onde deve ser mantida observação, pois podem ser necessárias mudanças futuras na postura.

As posições P2 e P3 ficaram com pontuações de 5 e 6, respectivamente, resultando no terceiro nível de ação, onde deve ser investigada a posição, pois necessita-se introduzir mudanças.

Já a posição P4 teve pontuação 7, resultando no quarto nível de ação e devem ser tomadas medidas imediatamente para mudança da postura.

Nos resultados dos diagramas de áreas dolorosas é constatado que há uma variação pequena nas partes indicadas pelos trabalhadores, onde todos responderam sentir desconforto no pescoço e nos dorsos médio e inferior. Nota-se que o lado do corpo mais prejudicado em dois casos foi o esquerdo, e no outro o direito.

Foi relatado por um dos operadores que o lado mais doloroso varia com o dia e a atividade, pois o lado em que é posicionada a retroescavadeira em relação à vala depende das interferências existentes.

A intensidade maior de dor em um dos lados dos ombros, está diretamente relacionada com a posição P4 e o modelo da retroescavadeira, onde no modelo NH-09 o operador projeta o braço para trás a sua esquerda, e nos modelos CAT-11 e CAT-12 o braço é projetado para a direita.

Nota-se que no evento E3 o trabalhador relatou dores na perna. Durante a jornada analisada o operador realizou escavações profundas, levantando do assento e projetando seu corpo à frente por longos períodos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos níveis de ruído estarem abaixo do nível de tolerância da NR-15, dois deles estão acima do nível de ação, o que requer observação frequente e se possível mudanças, para evitar que ultrapassem o nível de tolerância no futuro. É fundamental que os operadores utilizem EPI nos ouvidos, diminuindo a exposição ao agente.

Com o fato de que o deslocamento contribui para o aumento do nível equivalente de ruído projetado para oito horas de trabalho, uma das medidas que poderiam ser adotadas é transportar as retroescavadeiras até o local da escavação, ficando o operador livre da exposição durante estes períodos. Pode ser realizada também uma inversão nas atividades realizadas, colocando a retroescavadeira NH-09 na atividade de manutenção de redes, sendo transportada até o local de trabalho ficando desligada por longos períodos.

Não é possível afirmar que as dores relatadas pelos operadores estão relacionadas somente com a postura, é necessário fazer avaliações médicas mais detalhadas, e analisar outros possíveis agentes a que os trabalhadores estão expostos, como a vibração.

A posição P4 não deveria ser praticada pelos operadores, pois deveriam girar o assento para alcançar os comandos e realizar a elevação das sapatas, o que não ocorre em função da demora em se realizar este movimento.

A utilização de mini escavadeiras neste ramo é comum, o que torna o trabalho menos suscetível a interferências, podendo realizar a escavação na mesma direção da vala, contribuindo para a melhora da posição P2.

Para escavações profundas, como o caso da posição P3, é interessante utilizar outro tipo de escavadeira, como as escavadeiras hidráulicas, onde a cabine do operador gira sobre um eixo e fica projetada no extremo da máquina, tendo o operador melhor visão da vala.

## REFERÊNCIAS

ACÚSTICA MÉDICA. **Como funciona o ouvido**. Disponível em: <<http://www.acusticamedica.pt/index.php/como-funciona-o-ouvido>>. Acesso em: 04 jan. 2014.

ANJOS, Tiago Fernandes Alves dos. **Dosimetria de ruído: comparação de resultados gerados a partir de diferentes períodos de medição**. Curitiba, 2013. 62 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BARROS, Elisabet de Azevedo. **Ruídos Ocupacionais: seus efeitos e suas leis**. Rio de Janeiro: 1998. 63f. Disponível em: <[www.cefac.br/library/teses/21fae0db36328b9dd331d50412002a0d.pdf](http://www.cefac.br/library/teses/21fae0db36328b9dd331d50412002a0d.pdf)> . Acesso em: 30 dez. 2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-09 – Programa de prevenção de riscos ambientais - PPRA**. 70ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-15 – Atividades e operações insalubres**. 70ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-17 – Ergonomia**. 70ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CALIXTO, Alfredo. **Vibração, som e luz. Conceitos Fundamentais**. 2014. 28 f. Disponível em: <<http://www.ergonomia.ufpr.br/RuidosVibellumCalixto.doc>>. Acesso em: 19 dez. 2013.

CARMO, Livia Ismália Carneiro do. **Efeitos do ruído ambiental no organismo humano e suas manifestações auditivas**. Goiânia, 1999. 45f. Disponível em: <[http://resgatebrasiliavirtual.com.br/moodle/file.php/1/E-book/Materiais\\_para\\_Download/Ruido/Efeitos%20do%20Ruido%20sobre%20o%20organismo%20humano.pdf](http://resgatebrasiliavirtual.com.br/moodle/file.php/1/E-book/Materiais_para_Download/Ruido/Efeitos%20do%20Ruido%20sobre%20o%20organismo%20humano.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2014.

CATERPILLAR BR . **Retroescavadeira 416E**. 2008. Disponível em: <[brasil.cat.com/cda/files/1817302/12/416E%20BHL%20Port.pdf](http://brasil.cat.com/cda/files/1817302/12/416E%20BHL%20Port.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2014.

ERGONOMI FIT. **Analisis Postur Kerja : RULA**. Disponível em: <<http://ergonomi-fit.blogspot.com.br/2011/03/analisis-postur-kerja-rula.html>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

FERNANDES, Márcia & MORATA, Thaís Catalani. **Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração**. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia, V.68, n.5, 705-13, set./out. 2002. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/rboto/v68n5/a17v68n5.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rboto/v68n5/a17v68n5.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2014.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional - NHO 01- Procedimento técnico: Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. São Paulo: 2001. 41p. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/download/Publicacao/195/NHO01-pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2013.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2ª ed. rev. e ampl. São Paulo: Blucher, 2005. 614p.

MALINOWSKI, Elaine. **Análise ergonômica postural do posto de trabalho no setor de espumação de portas de refrigeradores**. Curitiba, 2010. 51f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MEDEIROS, Luana Bernardines. **Ruído: efeitos extra-auditivos no corpo humano**. Porto Alegre: 1999. 36p. Disponível em: <[www.segurancaetrabalho.com.br/download/ruído-luana-medeiros.pdf](http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/ruído-luana-medeiros.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2014.

MELLO, Angela de. **Alerta ao Ruído Ocupacional**. Porto Alegre: 1999. 74 f. Disponível em: <<http://www.cefac.br/library/teses/be957ddf4a068be53e950088fe00d0b3.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Perda Auditiva Induzida por Ruído (Pair)**. Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Brasília: 2006. 40 p. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo\\_perda\\_auditiva.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_perda_auditiva.pdf)>. Acesso em: 04 jan. 2014.

MOTTA, Fabrício Valentim. **Avaliação ergonômica de postos de trabalho no setor de pré-impressão de uma indústria gráfica**. Juiz de Fora: 2009. 60 f. Disponível em: <[http://www.ufjf.br/ep/files/2009/08/tcc\\_jul2009\\_fabriciomotta.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2009/08/tcc_jul2009_fabriciomotta.pdf)>. Acesso em: 19 dez. 2013.

NEW HOLLAND BR. **Retroescavadeiras LB90/LB110**. 2008. Disponível em: <<http://www.locbrasilbr.com.br/site/manuais/retroescavadeira-New-Holland-LB90-LB110/Retroescavadeira%20-%20New%20Holland%20LB90-LB110.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2014.

SALIBA, Tuffi Messias. **Curso básico de segurança e higiene ocupacional**. São Paulo: LTr, 2004. 453p.

SANTOS, Ubiratan de Paula & SANTOS, Marcos Paiva. **Exposição à ruído: efeitos na saúde e como preveni-los**. São Paulo: Kingraf, 2000. 29p. Disponível em: <<http://www.sjt.com.br/tecnico/gestao/arquivosportal/file/EXPOSICAO%20A%20RUIDOS%20-%20EFEITOS.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2013.

SOUZA, Norma Suely Souto; CARVALHO, Fernando Martins & FERNANDES, Rita de Cássia Pereira. **Hipertensão arterial entre trabalhadores de petróleo expostos a ruído. Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro: 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v17n6/6974.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2013.

## **ANEXOS**

ANEXO A – RULA Employee Assessment Worksheet.

**RULA Employee Assessment Worksheet**

**A. Arm and Wrist Analysis**

**Step 1: Locate Upper Arm Position:**

+1 20°  
+2 20-45°  
+3 45-90°  
+4 90°

**Step 1a: Adjust...**  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

**Upper Arm Score**

**Step 2: Locate Lower Arm Position:**

+1 0-15°  
+2 15-30°  
+3 30-45°  
+4 45-60°  
+5 60-75°  
+6 75-90°  
+7 90-105°  
+8 105-120°  
+9 120-135°  
+10 135-150°

**Lower Arm Score**

**Step 2a: Adjust...**  
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

**Wrist Twist Score**

**Step 3: Locate Wrist Position:**

+1 0°  
+2 0-15°  
+3 15-30°  
+4 30-45°  
+5 45-60°  
+6 60-75°  
+7 75-90°  
+8 90-105°  
+9 105-120°  
+10 120-135°  
+11 135-150°  
+12 150-165°  
+13 165-180°

**Wrist Score**

**Step 3a: Adjust...**  
If wrist is bent from midline: Add +1

**Wrist Twist Score**

**Step 4: Wrist Twist:**  
If wrist is twisted in mid-range: +1  
If wrist is at or near end of range: +2

**Wrist Twist Score**

**Step 5: Look-up Posture Score in Table A:**  
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

**Posture Score A**

**Step 6: Add Muscle Use Score**  
If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Muscle Use Score**

**Step 7: Add Force/Load Score**  
If load < 4.4 lbs (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

**Force/Load Score**

**Step 8: Find Row in Table C**  
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

**Wrist & Arm Score**

**SCORES**

**Table A: Wrist Posture Score**

Upper Arm	Wrist Twist		Wrist Twist	
	1	2	3	4
1	1	1	2	3
2	2	2	3	4
3	3	3	4	5
4	4	4	5	6
5	5	5	6	7
6	6	6	7	8

**Table B: Neck, trunk and leg score**

Neck Posture Score	Legs		Legs	
	1	2	3	4
1	1	1	2	3
2	2	2	3	4
3	3	3	4	5
4	4	4	5	6
5	5	5	6	7
6	6	6	7	8

**Scoring: (final score from Table C)**  
1 or 2 = acceptable posture  
3 or 4 = further investigation; change may be needed  
5 or 6 = further investigation, change soon  
7 = investigate and implement change

**Final Score**

**B. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 9: Locate Neck Position:**

+1 0-10°  
+2 10-20°  
+3 20-30°  
+4 30-40°

**Neck Score**

**Step 9a: Adjust...**  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

**Step 10: Locate Trunk Position:**

+1 0°  
+2 0-20°  
+3 20-60°  
+4 60°+

**Trunk Score**

**Step 10a: Adjust...**  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

**Trunk Score**

**Step 11: Legs:**  
If legs and feet are supported: +1  
If not: -2

**Leg Score**

**Table B: Trunk Posture Score**

Neck Posture Score	Legs		Legs	
	1	2	3	4
1	1	1	2	3
2	2	2	3	4
3	3	3	4	5
4	4	4	5	6
5	5	5	6	7
6	6	6	7	8

**Step 12: Look-up Posture Score in Table B:**  
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

**Posture Score B**

**Step 13: Add Muscle Use Score**  
If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Muscle Use Score**

**Step 14: Add Force/Load Score**  
If load < 4.4 lbs (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

**Force/Load Score**

**Step 15: Find Column in Table C**  
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

**Neck, Trunk & Leg Score**