

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

SERGIO LUIS HERNANDEZ MAYER

**INVESTIGAÇÃO DA CORRELAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA
CARDÍACA E O NÍVEL DE ESTRESSE EM CANTEIRO DE OBRAS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL, SOB A AÇÃO DE RUÍDOS.**

CURITIBA

2021

SERGIO LUIS HERNANDEZ MAYER

**INVESTIGAÇÃO DA CORRELAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA
CARDÍACA E O NÍVEL DE ESTRESSE EM CANTEIRO DE OBRAS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL, SOB A AÇÃO DE RUÍDOS.**

**INVESTIGATION OF THE CORRELATION OF HEART RATE VARIABILITY AND
STRESS LEVELS ON A CONSTRUCTION SITE UNDER NOISE ACTION.**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ciências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. DSc. Julio Cesar Bassan.

CURITIBA

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta é a mais restritiva das nossas seis licenças principais, só permitindo que outros façam download dos seus trabalhos e os compartilhem desde que atribuam crédito a você, mas sem que possam alterá-los de nenhuma forma ou utilizá-los para fins comerciais.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba



SERGIO LUIS HERNANDEZ MAYER

**INVESTIGAÇÃO DA CORRELAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E O NÍVEL DE ESTRESSE EM
CANTEIRO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL, SOB A AÇÃO DE RUÍDOS.**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ciências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Engenharia Biomédica.

Data de aprovação: 21 de Maio de 2021

Prof Julio Cesar Bassan, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Rui Francisco Martins Marcal, Doutorado - Pontifícia Universidade Católica do Paraná (Pucpr)

Prof Sergio Eduardo Gouvea Da Costa, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 21/05/2021.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao Ser Supremo, criador de tudo que existiu, existe e existirá; por me dar saúde e força para encontrar o melhor caminho a seguir.

Aos meus pais Arno e Leandra, que me proporcionaram o ambiente acadêmico desde a minha infância e que me ensinaram valores justos e perfeitos.

A minha esposa Celina, por estar sempre ao meu lado nos momentos difíceis torcendo por mim, com seu amor e carinho.

Aos meus filhos Flávia e Henrique, pela alegria que vocês trazem a minha vida e por serem os grandes motivadores deste desafio.

Ao meu amigo e orientador Júlio C. Bassan, pela oportunidade, confiança e envolvimento durante a realização desta pesquisa. Trabalhar ao seu lado foi sempre fonte de grande inspiração na iniciação científica.

Ao Professor Marcelo R. Ribas, pela contribuição em meu crescimento acadêmico. Aprendi muito com você.

Aos meus colegas Leonardo, Chico, Samuca, Medeiros, Lorena, Matta, Darlan e Anderson; por terem participado comigo nesta caminhada, colaborando na realização deste trabalho. Sem vocês não teria sido possível.

Aos colaboradores da DH Construções, que se disponibilizaram a participar desta pesquisa.

Aos professores do PPGEB – UTFPR, por compartilhar o conhecimento e suas experiências.

A todos que me apoiaram direta ou indiretamente, minha eterna gratidão!

RESUMO

MAYER, Sergio L. H. **Investigação da correlação da Variabilidade da Frequência Cardíaca e o Nível de Estresse em canteiro de obras da construção civil, sob a ação de ruídos.** 2021. 72 fls. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2021.

O estudo apresenta uma investigação feita em ambiente de trabalho da construção civil, onde os colaboradores estão sobre exposição de altos níveis de pressão sonora, o que pode ocasionar complicações de estresse físico e mental. O objetivo foi correlacionar a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e usá-la para mensurar o estresse fisiológico provocado pela ocorrência de ruídos. A pesquisa realizada pode ser classificada como exploratória, transversal, quali-quantitativa e descritiva, com dados coletados em tempo real e em ambiente de trabalho efetivo, em 24 participantes com idade de 27 a 53 anos. Foi efetuada uma anamnese completa do estado de saúde e um questionário da Escala de Estresse no Trabalho (EET). Também se efetuou a medição de composição corporal, avaliação hemodinâmica e monitoramento da Variabilidade da Frequência Cardíaca nos momentos com e sem ruídos. Os dados do monitor de frequência cardíaca foram captados para filtragem através do *software* WCS Pulse e analisados mediante o *software* Kubios HRV. Para análise estatística foi utilizado o *software* BioEstat, verificando a normalidade dos dados por intermédio do teste de Shapiro-Wilk. Os dados normais foram correlacionados pelo teste de Pearson e os não-paramétricos, pelo teste de Spearman. As amostras dos períodos com e sem a presença de ruídos, pelo teste t de Student Pareado e pelo teste de Wilcoxon. Foi considerado o p-valor menor que 0,05. As evidências encontradas na alteração da atividade autônoma (SNA) dos participantes da pesquisa, sugerem ser um indicativo para uma associação à ocorrência dos ruídos.

Palavras-chave: Estresse. Ruído. Variabilidade da Frequência Cardíaca. Trabalhadores na construção civil.

ABSTRACT

MAYER, Sergio L. H. **Investigation of the correlation of Heart Rate Variability and stress levels on a construction site under noise action**. 2021. 72 ps. Dissertation – Post-Graduation Program in Biomedical Engineering, Federal University of Technology – Paraná. Curitiba, 2021.

This study presents an investigation carried out in a civil construction work environment, where employees are under exposure to high levels of sound pressure, which can cause physical and mental stress complications. The goal was to track the Heart Rate Variability (HRV) and correlate it to measure the physiological stress caused by the occurrence of noise. The research conducted can be classified as exploratory, cross-sectional, quali-quantitative and descriptive, with data collected in real time in an actual work environment, from 24 participants aged 27 to 53 years. A complete anamnesis of health conditions and a questionnaire of the Work Stress Scale (TSS) were performed. Body composition was also measured, hemodynamic assessment was performed, and Heart Rate Variability was monitored in the moments with and without noise. The data from the heart rate monitor were captured and filtered through the WCS Pulse software and analyzed using the Kubios HRV software. BioEstat software was used for statistical analysis, verifying the data normality using the Shapiro-Wilk test. The normal data were correlated by Pearson's test and the non-parametric data by Spearman's test. The samples from the periods with and without the presence of noise, by the Paired Student t-test and the Wilcoxon test. A p-value of less than 0.05 was considered. The evidences found in the research participants' autonomic activity (ANS) alteration suggest that it is an indication of an association with the occurrence of the noises.

Keywords: Stress. Noise. Heart Rate Variability. Construction workers

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama de Planejamento e Controle de um empreendimento imobiliário	19
Figura 2 - Modelo Sistêmico de QVT.....	21
Figura 3 - Modelo de Estresse Ocupacional adaptado de Robbins, 2005.....	23
Figura 4 - Distribuição das fibras nervosas simpáticas e parassimpáticas que se dirigem ao miocárdio. SA: sinoatrial, AV: atrioventricular	27
Figura 5 - Anatomia do Sistema Nervoso Autônomo.....	28
Figura 6 - Gráfico da Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	29
Figura 7 - Desenho experimental das etapas da pesquisa.....	34
Figura 8 - Local da coleta com EPIs disponibilizados.....	35
Figura 9 - Preenchimento dos questionários pelos participantes da pesquisa	37
Figura 10 - Medição da pressão arterial do participante da pesquisa	38
Figura 11 - Coleta da VFC na etapa pré-ruídos.....	39
Figura 12 - Decibelímetro THDL-400.....	40
Figura 13 - Serra circular de bancada	41
Figura 14 - Martelele	41
Figura 15 - Coleta de ruídos na serra circular	42
Figura 16 - Coleta de ruídos no martelele	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modulação do SNA para índices lineares da VFC.....	32
Quadro 2 - Estatística descritiva da EET dos 24 participantes do estudo	44
Quadro 3 - Estatística descritiva da EET por equipe de serviços executados na obra	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nível de ruído observado por equipamento em relação ao tempo de exposição permissível pela NR 15	45
Tabela 2 - Estatística descritiva dos índices da VFC na coleta pré-ruídos e durante ruídos	46
Tabela 3 - Análise de normalidade das variáveis pelo teste de Shapiro-Wilk	47
Tabela 4 - Comparação entre a idade dos participantes com a pressão arterial e os índices da VFC através do Teste de correlação de Pearson ou *Teste de correlação de Spearman	48
Tabela 5 - Comparação entre o IMC dos participantes com a pressão arterial e os índices da VFC através do Teste de correlação de Pearson ou *Teste de correlação de Spearman	48
Tabela 6 - Comparação dos índices de VFC na etapa pré-ruídos e durante ruídos através do *Teste t de Student pareado ou Teste de Wilcoxon	49
Tabela 7 - Comparação dos dados estatísticos do nível de ruído em dB entre os equipamentos através do Teste t de Student Pareado	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Índice Mean R-R da VFC na coleta pré-ruídos e durante ruídos	50
Gráfico 2 - Índice LF/HF da VFC na coleta pré-ruídos e durante ruídos	50
Gráfico 3 - Nível de ruídos dos equipamentos	51

LISTA DE SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
ABESO	Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica
AV	Atrioventricular
°C	Graus Celsius
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CV	Cavalos Vapor
dB	decibéis
EET	Escala de Estresse no Trabalho
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FC	Frequência Cardíaca
FCR	Frequência Cardíaca de Repouso
FFT	Transformada Rápida de Fourier
HF	<i>High Frequency</i> – Alta Frequência
Hz	Hertz
IMC	Índice de Massa Corporal
LH	<i>Low Frequency</i> – Baixa Frequência
LF/HF	Razão Baixa Frequência pela Alta Frequência
Mean R-R	Média dos intervalos R-R
mmHg	Milímetros de Mercúrio
ms	Milisegundo
NHO	Norma de Higiene Ocupacional
NR	Norma Regulamentadora
OMS	Organização Mundial de Saúde
PA	Pressão Arterial
PAIRO	Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional
pNN50	Percentual dos intervalos R-R adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms
PSD	Densidade Espectral de Potência
PIB	Produto Interno Bruto
QVT	Qualidade de Vida no Trabalho

QRS	Grupo de ondas que traduzem a atividade ventricular
RMSSD	Raiz quadrada da média das diferenças sucessivas dos intervalos R-R adjacentes ao quadrado
SA	Sinoatrial
SARS	Síndrome Respiratória Aguda Grave
SDNN	Desvio padrão dos intervalos R-R consecutivos
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SNP	Sistema Nervoso Parassimpático
SNS	Sistema Nervoso Simpático
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
un	Unidade Normalizada
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
W	watts
WHO	<i>World Health Organization</i>
UR%	Umidade Relativa do Ar

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Geral.....	17
1.1.2 Específicos	17
1.2 HIPÓTESE	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 O contexto do trabalho da Construção Civil.....	18
2.2 Qualidade de vida no trabalho	20
2.3 Estresse ocupacional	22
2.4 Ruídos no ambiente de trabalho	24
2.5 Sistema Nervoso Autônomo	26
2.6 VFC de forma geral.....	29
2.6.1 Método Linear Domínio do Tempo.....	30
2.6.2 Método Linear Domínio da Frequência	31
3. METODOLOGIA	33
3.1 População e Tamanho da Amostra.....	33
3.2 Participantes e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	33
3.3 Procedimentos	34
3.4 Critérios de Inclusão e Exclusão	36
3.5 Instrumentos.....	36
3.5.1 Anamnese.....	36
3.5.2 Escala de Estresse no Trabalho	37
3.5.3 Avaliação da Composição Corporal	37

3.5.4 Avaliação da Pressão Arterial	38
3.5.5 Avaliação da Frequência Cardíaca em Repouso e Variabilidade da Frequência Cardíaca	39
3.5.6 Avaliação de Ruídos	40
3.6 Avaliação dos Dados	43
4. RESULTADOS.....	44
5. DISCUSSÃO	51
6. CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS.....	57
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	64
APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO	66
APÊNDICE C - AUTORIZAÇÃO DA EMPRESA.....	67
ANEXO A.....	68
ANEXO B.....	70
ANEXO C.....	71
ANEXO D.....	72

1. INTRODUÇÃO

A concepção preliminar do *constructo* de estresse foi introduzida pela Física e pela Engenharia, que tratava da fadiga como característica da resistência dos materiais (MONAT, *et al.*, 2007).

No sentido contemporâneo, o estresse passou a ter uma conotação biológica e social, podendo ser denominado como o desequilíbrio entre a exigência de uma circunstância e a capacidade do ser humano de superá-la (ROSSI, 1994).

Cabe enfatizar que o estudo a respeito do estresse teve início com Hans Selye em 1936. Na época o pesquisador definiu o estresse como sendo um conjunto de sintomas físicos e psíquicos resultantes de uma situação externa e peculiar a uma pessoa. Em complemento, o estado de estresse pode ser agudo, quando tem período de curta duração ou crônico por um período constante (SELYE, 1936).

Estatística da Organização Mundial da Saúde, a respeito do estresse, mostra que este afeta em torno de 90 % da população mundial (OMS, 2006). Em se tratando da população brasileira, estatísticas da *International Stress Management Association*, demonstram que 72 % dos trabalhadores de nosso mercado padecem de alguma consequência decorrente do estresse, custo este estimado em torno de 3,5 % do Produto Interno Bruto (PIB) (ISMABR, 2019).

A repercussão econômica do estresse laboral é de difícil mensuração. Tal enfermidade traz ao trabalhador, à sua família e à comunidade custos, que podem ser diretos, por intermédio da perda da produtividade, serviços de saúde e até do emprego. A doença também gera custos indiretos, para estes a análise econômica não considera o custo das oportunidades não aproveitadas pelo trabalhador (BERTAGNOLLI, *et al.*, 2006).

No que se refere à construção civil, ela é uma das atividades industriais que ainda depende de modo direto da mão de obra. Seus colaboradores estão expostos às condições ambientais de temperatura, umidade, iluminância e ruídos nos canteiros de obras (BRASIL, 2020).

Cabe destacar que as condições ambientais de trabalho influenciam diretamente na saúde do trabalhador. Rotinas de trabalho não saudáveis podem apresentar um estado de vulnerabilidade, em relação a diversos fatores físicos, químicos, biológicos e ergonômicos, que levam o empregado a danos físicos e psicológicos (RODRIGUES, *et al.*, 2006).

No que alude às atividades e operações insalubres, referente a vários fatores nocivos à saúde do trabalhador, eles são abordados na Norma Regulamentadora Nº 15 do Ministério do Trabalho (NR 15). Tal norma indica os limites de tolerância, em relação à natureza e ao tempo de exposição de cada agente como calor, bactérias, vapores inalados e ruídos (BRASIL, 2020).

Entende-se por ruídos, sons indesejados que no ambiente de trabalho é o agente físico mais comum dentre os riscos ocupacionais, podendo causar efeitos nocivos à saúde e à audição (BRASIL, 2006).

Assim, a fim de minimizar tais distúrbios, a Norma de Higiene Ocupacional (NHO 01) indica critérios e procedimentos para mensurar a exposição ocupacional ao ruído, que pode ser contínuo, intermitente e de impacto (FUNDACENTRO, 2001).

A respeito dos altos níveis de pressão sonora, valores acima de 85 dB (A), com exposição diária acima de 8 horas, podem causar vários transtornos na saúde do corpo humano. Podendo citar a surdez permanente no aparelho auditivo e implicações fisiológicas como dor de cabeça, fadiga, perda de sono, distúrbios cardiovasculares, disfunções digestivas e estresse. No campo das implicações psicológicas pode-se citar perda de atenção e reflexos, irritação permanente e impotência sexual (SILVA, *et al.*, 2014).

Cabe reforçar que o ambiente de trabalho, dos funcionários da construção civil, é o canteiro de obras. Tal local de atividades coletivas apresenta uma complexidade em relação aos trabalhos laborais. Por este motivo, o espaço serve de laboratório de interesse científico para o levantamento dos ruídos ocupacionais na construção civil (FARIA; NÓBREGA, 2017).

O simples fato do afastamento do funcionário por motivo de estresse, gera prejuízo financeiro para as empresas. Este absenteísmo atrapalha o planejamento da produção, atrasa os serviços contratados e sobrecarrega os demais funcionários da organização (ROBBINS, 2005).

Neste contexto, o estresse acaba requerendo adaptações do sistema cardiovascular que têm uma atuação preponderante no aumento da frequência cardíaca, da contratilidade, do débito cardíaco e da pressão arterial (KRANZ; MANUCK, 1984).

E uma das ferramentas mais indicadas para reconhecer as alterações da modulação autonômica cardíaca é a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), método não invasivo, sem efeitos colaterais e de baixo custo (LONGHI, 2009).

Nesta linha, a exposição ao ruído vem sendo problema de saúde ocupacional cada vez mais presente na vida de profissionais, como também, relatado como fator de estresse ao trabalho (SILVA, *et al.*, 2014).

Contudo, estudos se propuseram a investigar o ruído e qualidade de vida de trabalhadores de posto de gasolina (POMMEREHN, *et al.*, 2016), exposição aos ruídos e sintomas auditivos em trabalhadores de manutenção hospitalar (RAMOS, *et al.*, 2018) e controle do ruído no canteiro de obras (DIAS, *et al.*, 2016).

No entanto, não foram encontradas até o momento, pesquisas que tinham como objetivo avaliar o estresse gerado pelos ruídos no canteiro de obras, manifestando que uma rotina de trabalho saudável ocasiona uma redução no custo socioeconômico para o setor da Saúde Pública.

Por estes motivos, justifica-se a investigação do estresse do trabalhador da construção civil sob a presença dos ruídos de um canteiro obras. Sendo assim, a presente pesquisa tem por objetivo investigar a correlação da VFC e o nível de estresse, sob a ação de ruídos, em trabalhador da construção civil durante a sua jornada de trabalho no canteiro de obras.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

- Investigar a correlação da Variabilidade da Frequência Cardíaca e o Nível de Estresse em canteiro de obras da construção civil, sob a ação de ruídos.

1.1.2 Específicos

- Determinar a intensidade a que o funcionário é submetido ao ruído durante a execução de suas tarefas no canteiro de obras.
- Mostrar o nível de estresse ocupacional em trabalhadores da construção civil no canteiro de obras.
- Identificar o ruído como fator ocasionador de estresse nos trabalhadores da construção civil no canteiro de obras.
- Correlacionar fatores fisiológicos através da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e o nível de estresse ocupacional gerado pelos ruídos no canteiro de obras em trabalhadores da construção civil.

1.2 HIPÓTESE

H0: Acredita-se que quanto maior forem os níveis de estresse gerado pelos ruídos no canteiro de obras, maior será a alteração fisiológica sofrida pelos funcionários da construção civil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O contexto do trabalho da Construção Civil

A construção civil é um dos mais importantes segmentos da indústria de nosso país, cuja missão é contribuir com o desenvolvimento econômico e do bem-estar da sociedade, nos setores de infraestrutura e edificações.

Dados do Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas, que tem como função pesquisar e divulgar índices macroeconômicos, nos apontam que o desempenho da atividade da construção civil segue historicamente a economia brasileira, mostrando que este mercado de trabalho é cíclico, com períodos de alta e baixa demanda (FGV IBRE, 2019).

Esta categoria do mercado é considerada como fonte de empregos diretos e indiretos e como consumidora de produtos intermediários e finais originados de outros setores da economia, segundo Andrade (2004).

O setor de edificações, o qual foi escolhido para esta pesquisa, tem suas obras formadas por três componentes que resultam na construção de um projeto. São eles: recursos humanos, insumos e equipamentos, que por sua vez, são influenciados pelas seguintes variantes: qualidade, preço, prazo e flexibilização (BARROS NETO, 1999).

As edificações apresentam uma complexidade em relação aos trabalhos laborais a serem executados, que resumidamente inicia pela instalação do canteiro de obras e segue com o preparo do terreno, locação da obra, fundação, estrutura, alvenaria, cobertura, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas e lógica, impermeabilizações, revestimentos de parede, forro e piso, esquadrias metálicas e de madeira, pintura, paisagismo, limpeza e desmobilização final.

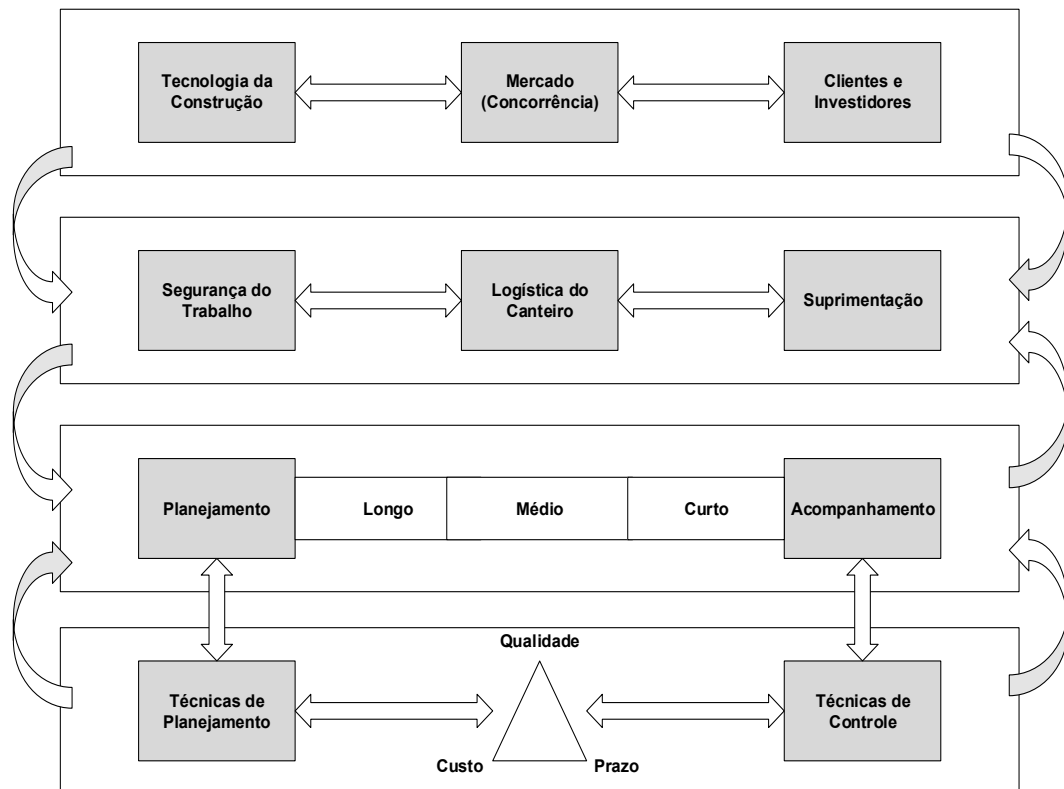
Na empresa DH Construções, os funcionários têm uma jornada diária de segunda-feira a sexta-feira, com início das atividades às 7h30 e final às 17h18, com pausa de 1h00 para o almoço.

A equipe de profissionais é heterogênea formada por carpinteiros, pedreiros, armadores, serventes, eletricitas, encanadores, pintores, encarregados e mestre de

obras entre outros. Serviços de esquadrias metálicas e de madeira geralmente são contratados instalados.

Como recurso no gerenciamento de uma construção, é necessário haver um plano de ação baseado no planejamento e no controle da produção desta obra, composto pelo orçamento contratual, cronogramas físicos e financeiros, especificação técnica dos materiais, curva ABC de materiais, calendário de compras, controle de custos previsto x realizado etc. (VIEIRA NETTO, 1993). A Figura 1 apresenta um diagrama do planejamento e controle de um empreendimento imobiliário.

Figura 1 - Diagrama de Planejamento e Controle de um empreendimento imobiliário



Fonte: abepro.org.br

É de supra importância que o canteiro de obras seja um ambiente limpo e seguro, e que os funcionários tenham conscientização do uso de EPIs, pois descuidos podem ocasionar acidentes como quedas de altura, danos auditivos, distensões musculares, choques elétricos, corte ou lacerações por mau uso de ferramentas e outros. Por este motivo, o espaço serve de laboratório de interesse científico para o levantamento dos ruídos ocupacionais na construção civil (FARIA; NÓBREGA, 2017).

2.2 Qualidade de vida no trabalho

O trabalho é um ofício do ser humano compreendido como o exercício de atividades laborais que transformam os recursos em fins específicos. Tem também um significado existencial, pois resulta em reconhecimento pessoal e na inclusão social do indivíduo (ALBORNOZ, 2008).

De acordo com Guido (2003), ele pode significar o crescimento profissional, a satisfação e o equilíbrio do colaborador como, também, pode causar o surgimento de doenças decorrentes do desgaste e da insatisfação do trabalhador.

A concepção de democratização e humanização do trabalho foram introduzidas no início do século XX pelo “taylorismo” e pelo “fordismo”, iniciando o processo de melhoria das condições de qualidade de vida no trabalho (QVT), e que servem até os dias atuais como plataforma do estudo do comportamento humano no trabalho (RODRIGUES, 2002).

A contar deste período, diversas concepções de QVT surgiram considerando o aspecto motivacional do trabalhador como, por exemplo, os modelos de Elton Mayo (interação social), Abraham Maslow (Teoria da hierarquia das necessidades humanas), Douglas McGregor (Teoria x e y), Frederick Herzberg (Teoria dos dois fatores) (CHIAVENATO, 2004).

Atualmente, em um mercado de trabalho cada vez mais competitivo com progressos tecnológicos e com desenvolvimento contínuo das gestões empresariais, as organizações têm que valorizar os seus recursos humanos para se conservar funcionais. O envolvimento dos trabalhadores com os propósitos da organização é a chave para o sucesso das empresas de construção civil. Isto só é possível se o funcionário sentir que as suas reais dificuldades e interesses são acolhidas, ou seja, esteja satisfeito com a sua QVT (CHIAVENATO, 2004).

Hoje em dia, os funcionários estão cada vez mais informados e exigentes e as empresas corroboram com os programas de QVT, buscando um ambiente de trabalho aprazível e a saúde física e mental dos seus funcionários.

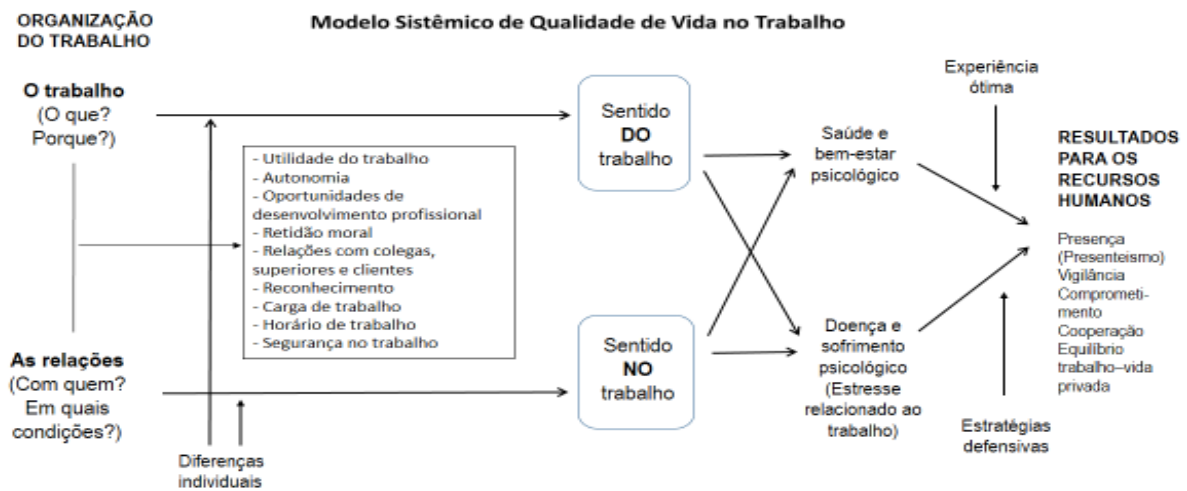
Uma das linhas de pesquisa utilizada é o questionário estruturado que busca diagnosticar a QVT adaptado às características específicas de cada organização, através da percepção dos próprios funcionários sobre as variáveis que os influenciam na sua qualidade de vida.

Este levantamento procura identificar primeiramente sua QVT global e na sequência, os indicadores de satisfação quanto as condições de segurança, saúde e

bem estar no trabalho, a compensação justa e adequada, a oportunidade de uso e desenvolvimento da capacidade humana, a oportunidade de crescimento na carreira, a integração social na organização, o constitucionalismo em relação as normas institucionais da organização, o trabalho e espaço total de vida do trabalhador e o significado social da atividade do empregado (LIMA, 2007).

A Figura 2 mostra um modelo sistêmico de Qualidade de Vida no Trabalho.

Figura 2 - Modelo Sistêmico de QVT



Fonte: www.redalyc.org

Outro fator importante na satisfação profissional, é a vida pessoal do funcionário. Ela não pode ser desconsiderada, pois está intimamente ligada a vida profissional. A pessoa é um todo, convivendo razão e emoção, vida pessoal e profissional (BOM SUCESSO, 1998).

Também, Bom Sucesso (1998) diz que deve haver um equilíbrio por parte do funcionário, dividindo o seu tempo entre a laboração profissional e outras atividades como o convívio com a família, amigos, lazer, estudo etc.

Portanto, os Programas de QVT buscam melhorar a qualidade de vida dos funcionários, para que estes tenham um maior nível de satisfação na vida profissional e pessoal, e contribuam com propostas de melhorias à empresa. O grande desafio é a compatibilização destas expectativas individuais do trabalhador com as necessidades organizacionais.

2.3 Estresse ocupacional

O termo estresse ocupacional vem sendo amplamente difundido nos tempos atuais. O interesse em estudá-lo se tornou cada vez mais evidenciado, devido estar relacionado ao comprometimento da saúde mediante enfermidades e distúrbios emocionais.

O desenvolvimento tecnológico trouxe facilidades nas atividades laborais do trabalhador e com este vieram, também, os agentes lesivos. A identificação, a quantificação e as recomendações de ações de monitoramento são as providências necessárias para estes agentes em relação a segurança do trabalhador (PEIXOTO; FERREIRA, 2012).

No universo profissional, o estresse acaba penalizando ainda mais o trabalhador, pois prejudica as relações interpessoais e diminui a capacidade de produção. O estresse na organização resulta em gastos para o trabalhador e para a empresa (PASCHOAL; TAMAYO, 2004).

O estresse ocupacional tem sido muito abordado na Medicina Preventiva e na Promoção da Saúde do trabalhador. O efeito nocivo do estresse ocupacional não está somente na intensidade, mas na frequência e duração dos fatores estressores que não possibilitam o regresso a sua condição de homeostase.

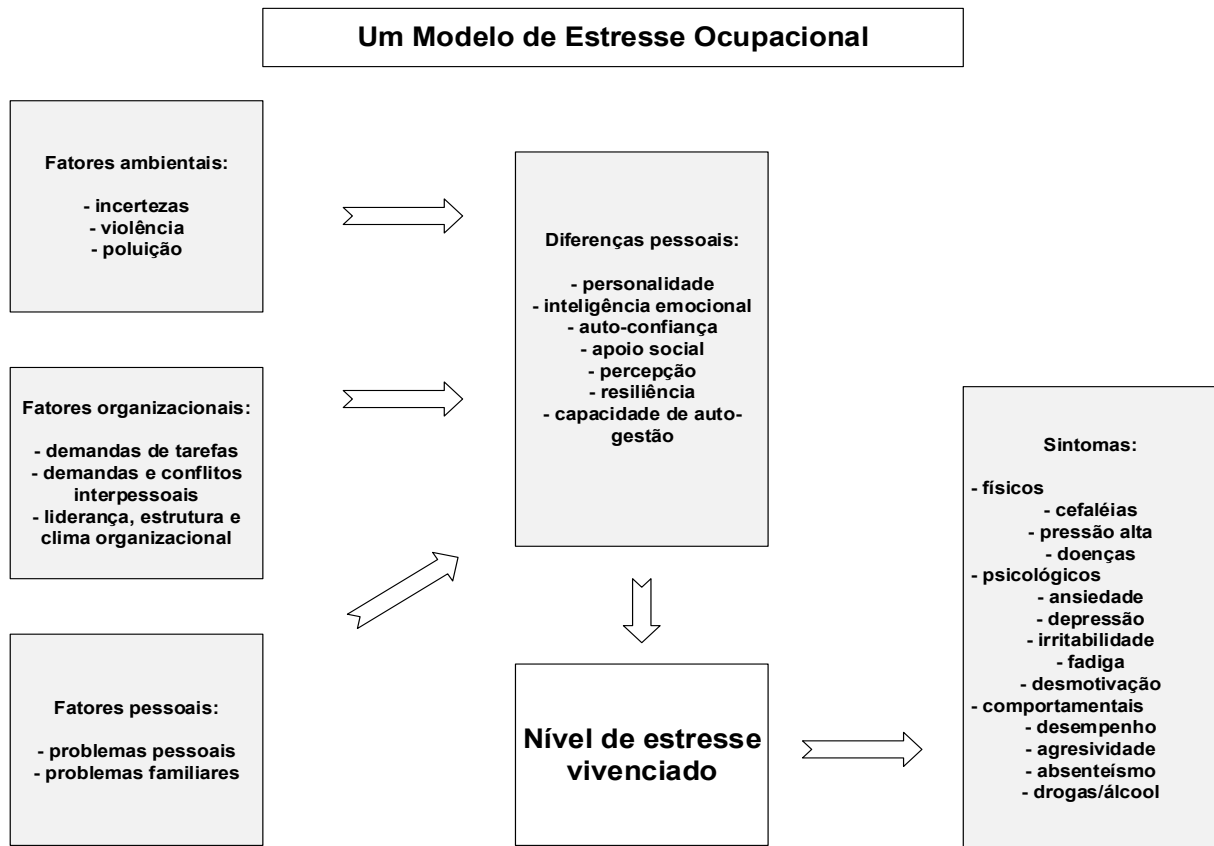
Segundo Couto (1980), dentre as principais causas que podem ocasionar o estresse ocupacional, em uma organização de trabalho, temos os fatores ambientais estressores como ruídos, temperatura e iluminação.

A consequência negativa do estresse pode ser tanto física resultando dores de cabeça, reações alérgicas, fadiga, dores lombares entre outras como emocional, causando passividade, depressão, hipersensibilidade emotiva, ansiedade, irritabilidade, além de poder instigar surtos psicóticos em pessoas propensas (LIPP & MALAGRIS, 2001).

Paschoal e Tamayo (2004), ressaltam que o estresse não é uma doença propriamente dita, mas sim um estado que facilita várias formas de doença.

A Figura 3 exemplifica um modelo de estresse ocupacional relacionando os fatores ambientais, pessoais e organizacionais com a individualidade de cada pessoa e os vários sintomas decorrentes do nível de estresse suportados.

Figura 3 - Modelo de Estresse Ocupacional adaptado de Robbins, 2005



Fonte: www.slideplayer.com.br

Uma das maiores dificuldades em conceituar o estresse ocupacional tem sido o método. De forma geral, as ferramentas apresentam uma relação de agentes estressores e outra de possíveis reações que devem ser avaliadas, conforme a percepção de cada trabalhador (LAZARUS, 1995).

Ao mesmo tempo, deve-se levar em conta a atualização destes métodos em relação a modernização das estruturas organizacionais. Novas tecnologias, assédios e insegurança no emprego devido adversidades na economia de mercado são estressores contemporâneos expressivos.

O estresse ocupacional se correlaciona de forma negativa com a saúde, segurança e competência do trabalhador (TAMAYO, *et al*, 2002).

As reações aos agentes estressores podem ser psicológicas, fisiológicas e comportamentais, segundo Stanley e Burrows (2001).

A Escala de Estresse no Trabalho (EET) (Anexo A) tem por objetivo analisar o estresse ocupacional de forma acessível, podendo ser aplicada em diversos

ambientes ocupacionais e variados postos de trabalho, se revelando como uma alternativa para auxiliar no bem-estar do trabalhador.

Esta ferramenta foi desenvolvida para resultar um fator geral, onde cada afirmativa da EET é classificada de forma qualitativamente ordinal pelo trabalhador.

2.4 Ruídos no ambiente de trabalho

As condições ambientais de trabalho influenciam diretamente na saúde do trabalhador. A respeito ao setor da construção civil, este é uma das atividades industriais que ainda depende de modo direto da mão de obra, e seus colaboradores estão expostos as condições ambientais de temperatura, umidade, iluminância e ruídos nos canteiros de obras (BRASIL, 2020).

Uma das doenças laborais que pode ser adquirida no ambiente de trabalho da construção civil é a deficiência auditiva em diferentes níveis, desenvolvida por operários em virtude da exposição ao ruído do canteiro de obras, como cita Andrade (2004).

A perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional (PAIRO), resultante da exposição ocupacional pelo ruído, tem atuação do tipo de ruído, tempo de exposição e intensidade, levando-se em conta ainda, a idade, o sexo e a presença de patologias auditivas (FERREIRA, 2011).

A exposição ao ruído vem sendo problema de saúde ocupacional cada vez mais presente na vida de profissionais e, também, reclamado como fator de estresse ao trabalho (SILVA, *et al.*, 2014).

Um único ruído inesperado pode trazer uma lesão momentânea, porém exposições prolongadas em altos níveis, podem resultar na perda progressiva da audição de forma irreversível (OSHA, 2011).

Fisicamente, Lida (2005) define o ruído como uma mistura de vibrações, medidas em uma escala logarítmica de relação de grandeza, em uma unidade chamada decibel (dB). O valor de 1 decibel é a menor variação que o ouvido pode perceber, sendo que pode haver danos ao aparelho auditivo quando este ruído alcança valores acima do limiar da percepção dolorosa.

As normas pertinentes ao agente ruído cabíveis em nossa legislação são: NR 09, NR 15, NR 17 e NHO 01 da Fundacentro.

A NR 09 – Avaliação e Controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos: estabelece os requisitos para a análise das exposições ocupacionais a agentes físicos como o ruído, visando a prevenção da saúde e integridade dos trabalhadores (BRASIL, 2020).

A NR 15 – Atividades e Operações Insalubres: limita o tempo máximo de exposição aos ruídos conforme Anexo B, tentando a definição de insalubridade para assegurar a percepção de adicional sobre o salário do trabalhador (BRASIL, 2019).

A NR 17 – Ergonomia: determina os parâmetros que permitem a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 2018).

A NHO 01 – Norma de Higiene Ocupacional: apresenta o procedimento técnico para a avaliação da exposição ocupacional aos ruídos contínuos, intermitentes e de impacto em qualquer categoria ou ambiente de trabalho (FUNDACENTRO, 2001).

De acordo com a NHO 01, os ruídos podem ser contínuos ou intermitentes, quando não são classificados como ruído de impacto.

Para os ruídos contínuos ou intermitentes, temos com critério de referência, o limite de exposição diária equivalente a 85 dB (A) para um período de 8 horas com 100 % da dose, sendo dose o limite máximo de energia sonora diária admitida. Por exemplo: computador, aparelho de ar condicionado para ruídos contínuos e serra circular e martelo rompedor para intermitentes.

Já o ruído de impacto, é o ruído que evidencia picos de energia acústica de duração menores de um segundo, com intervalos maiores de um segundo. Por exemplo: bate-estacas, martelo.

Para o limite de exposição, a NHO 01 entende como o fator de exposição ocupacional onde se considera que os trabalhadores podem estar sujeitos a certas condições de forma sucessiva, sem padecer consequências danosas à sua habilidade de ouvir e entender um diálogo natural; e nível de exposição, o nível médio característico da exposição ocupacional diária.

Segundo a NR 15, os limites entre a percepção do som e a sensação dolorosa variam de 0 a 140 dB (A). Desta forma, o ruído é considerado como poluição sonora, causadora de hipoacusia e surdez em indivíduos adultos, segundo Azevedo (1993).

De acordo com os Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente da NR 15 (Anexo B), a classificação dos riscos de ruído é a seguinte:

Risco grave e iminente – nível de pressão sonora acima de 115 dB (A);

Risco grave – nível de pressão sonora acima de 100 dB (A) e abaixo de 115 dB (A);

Risco médio – nível de pressão sonora entre 85 dB (A) e 100 dB (A);

Risco leve – nível de pressão sonora acima de 80 dB (A) e abaixo de 85 dB (A).

Além da perda auditiva, o trabalhador pode apresentar também zumbido, hiperacusia, dificuldade de discriminar a fala, alterações do sono e transtornos da comunicação, neurológicos, digestivos, comportamentais, cardiovasculares e hormonais (ARAUJO, 2002).

Para mensurar o ruído ocupacional, temos que calcular alguns parâmetros como intensidade sonora, nível de pressão sonora, dose de exposição ao ruído ocupacional, nível de exposição e nível de ação durante a execução dos serviços no canteiro de obras, considerando os equipamentos de maior agravo a que estão expostos os trabalhadores da construção civil e verificar a salubridade deste ambiente laboral. Importante citar que ações de prevenção das empresas como o monitoramento periódico da exposição, a informação aos trabalhadores e o controle médico sempre são bem-vindas em prol da qualidade de vida.

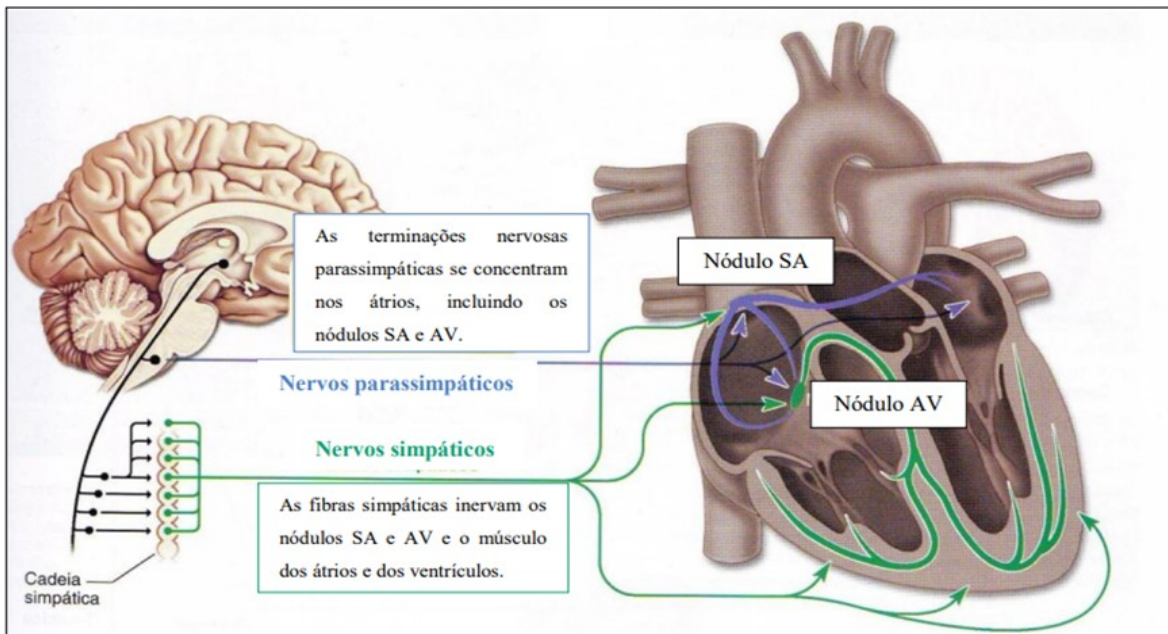
2.5 Sistema Nervoso Autônomo

O sistema nervoso do corpo humano é composto por duas divisões: sistema central e sistema periférico. O sistema nervoso periférico, por sua vez, se divide em sistema nervoso autônomo (SNA), responsável pelos reflexos involuntários e sistema nervoso somático, encarregado pelos reflexos voluntários.

Sucessivamente, o SNA tem dois ramos distintos: o sistema nervoso simpático (SNS) e o sistema nervoso parassimpático (SNP). O SNA se comunica com o coração através de nervos aferentes que recebem informações do ambiente, e eferentes que transmitem os impulsos gerados para a periferia; na forma de terminações simpáticas por todo o miocárdio e parassimpáticas para o nódulo sinusal, o miocárdio atrial e o nódulo atrioventricular (AUBERT; SEPS; BECKERS, 2003).

A atividade elétrica e de constrição do miocárdio no coração também é articulada através do desempenho do SNS e SNP, como se pode verificar na Figura 4. O resultado da atuação vagal nas células do nodo sinoatrial é a diminuição da frequência cardíaca (FC), e da atuação da via simpática o aumento da FC, provocado pelo aumento da força de contração (SZTAJZEL, 2004).

Figura 4 - Distribuição das fibras nervosas simpáticas e parassimpáticas que se dirigem ao miocárdio. SA: sinoatrial, AV: atrioventricular



Fonte: Adaptado de (MCARDLE, D.W.; KATCH, I.F.; KATCH, L.V.,2003)

Cabe salientar que estes dois sistemas são constantemente colocados como antagonísticos, o que não está totalmente correto. Fica mais preciso pressupor que eles trabalham de forma coordenada, atuando ora de modo antagonístico ora de modo sinérgico, na regulação da função visceral (KOEPPEN; STANTON, 2009). Conforme as necessidades de cada situação detectadas pelas informações aferentes, as reações do SNS e do SNP são processadas e atuam sobre modulação da FC.

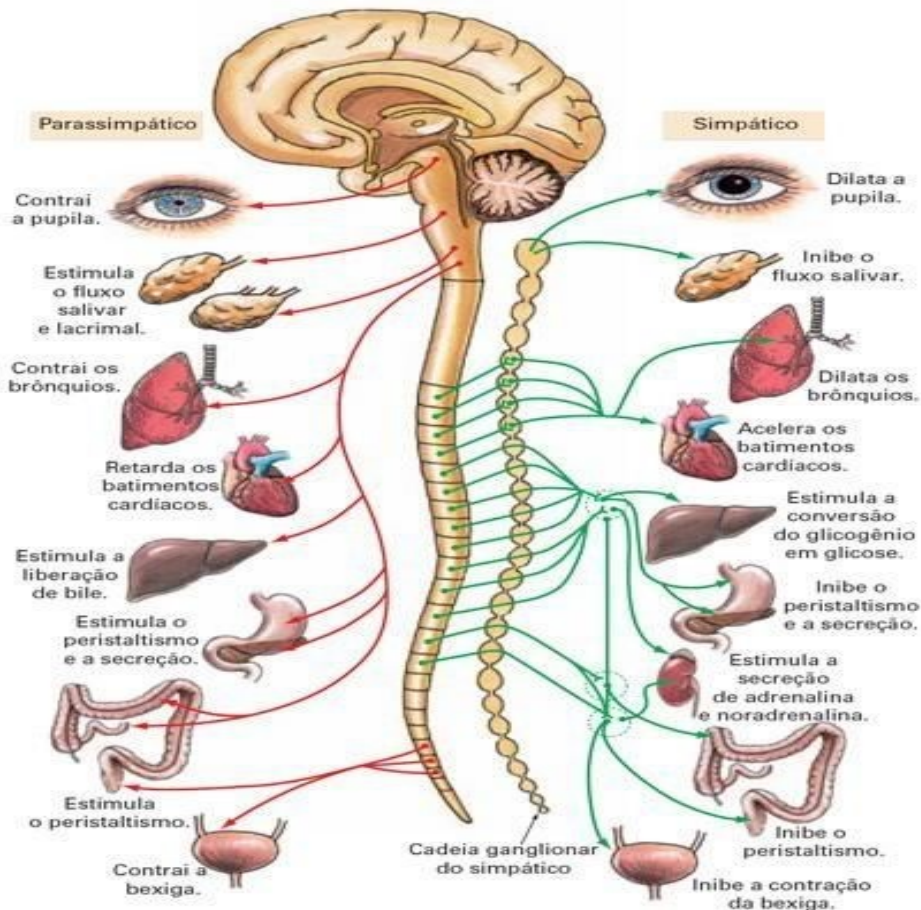
A resultante do aumento da FC é o predomínio do SNS e menor atuação do SNP enquanto que, a diminuição é a moderação na atividade vagal (AUBERT; SEPS; BECKERS, 2003).

Sempre que se tem uma situação de perigo, reação conhecida como de luta ou fuga, as glândulas suprarrenais liberam ao coração grande quantidade de epinefrina e norepinefrina em receptores adrenérgicos, resultando na aceleração da lenta despolarização diastólica e preparando o organismo para responder à uma circunstância adversa, aumentando a frequência cardíaca e facilitando a circulação sanguínea para a reação motora dos músculos, conforme descreve Mendes (2001).

Para o SNP, segundo Guyton (2008), o estímulo ao coração se dá com a disponibilização da acetilcolina pelo nervo vago, atuando na homeostase, isto é, no relaxamento para reestabelecer o equilíbrio das funções orgânicas.

A Figura 5 expõe a anatomia do SNA dividindo as funções do SNS e SNP.

Figura 5 - Anatomia do Sistema Nervoso Autônomo



Fonte: br.pinterest.com

Entre as importantes atividades do SNS, temos o aumento do metabolismo da maioria das células, o controle térmico do corpo, o direcionamento do fluxo sanguíneo para os músculos esqueléticos, inibição do peristaltismo e secreções, além do aumento da FC e da pressão arterial (PA). Para as atividades de destaque do SNP, encontramos a contração da bexiga, diminuição da FC e PA e a ativação do peristaltismo e secreções (GUYTON, 2008).

O desequilíbrio do SNA, causado tanto pelo aumento desmedido da atividade da via simpática como pela insuficiência da atividade vagal, pode ocasionar em arritmias e parada cardíaca, resultando em risco de morte (SZTAJZEL, 2004).

2.6 VFC de forma geral

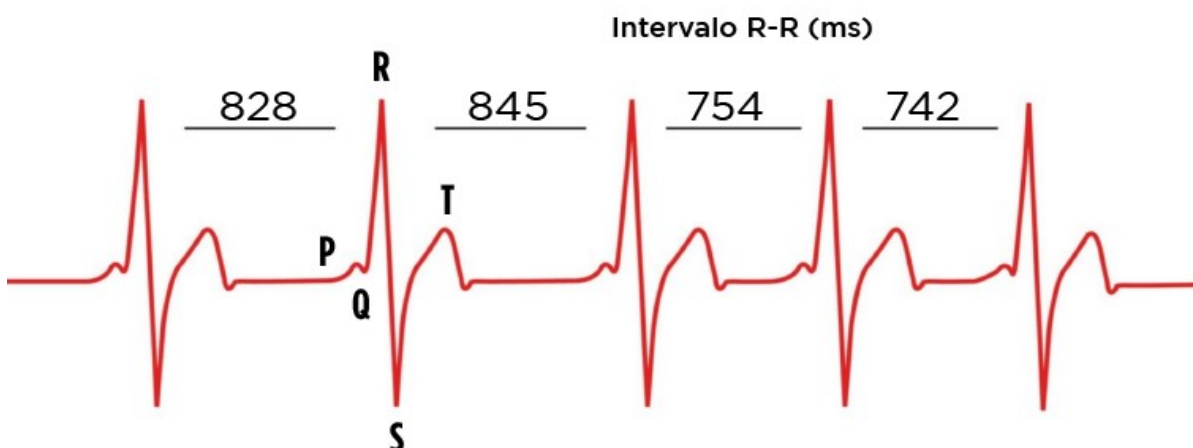
O sistema nervoso autônomo (SNA) é responsável pela regulação de diversos processos das funções bioquímicas, físicas e mecânicas do corpo humano, quando este se encontra em estado normal ou doentio.

Entre as metodologias existentes para avaliar a modulação do SNA, encontram-se marcadores fisiológicos como lactato, frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço e a variabilidade da frequência cardíaca (VFC).

A VFC é o resultado da alternância dos intervalos dos batimentos cardíacos sucessivos induzidos ora pelo sistema nervoso simpático ora pelo sistema nervoso parassimpático, de forma intervalada. A alta VFC pode apontar sinal de flexibilidade e modulação autonômica eficientes. A baixa VFC pode mostrar maior vulnerabilidade, menor capacidade fisiológica de adaptação e menor eficiência dessa modulação autonômica (REIS, *et al.*, 2010).

A Figura 6 exibe a variação destes intervalos R-R.

Figura 6 - Gráfico da Variabilidade da Frequência Cardíaca



Esta oscilação dos intervalos das ondas R é apontada como um marcador quantitativo para analisar o balanço do SNA, indicando um *biofeedback* a estímulos físicos e psicológicos, intrínsecos e extrínsecos (DONG, 2016); sendo o espectro de contagem ideal quando há um sinal contínuo (respiração) ou um sinal de modulação especial (arritmia) (TASK FORCE, 1996).

A VFC é natural, prevista e possibilita uma análise do controle neural da frequência cardíaca, indicando a capacidade do coração em reagir a respostas das vias simpáticas e parassimpáticas (PASCHOAL, 2003).

Além da VFC de ser um método não invasivo, de simples e fácil realização, transmite os dados em tempo real (REIS, 2000).

A VFC vem sendo muito estudada para investigar as condições fisiológicas que relacionam o SNA e a mortalidade cardiovascular, inclusive a morte cardíaca súbita (LEVY; SCHWARTZ, 1994), o que resultou na criação de vários dispositivos quantitativos para a atividade autonômica. Na preocupação destes resultados não serem interpretados de forma incorreta, a *European Society of Cardiology* e a *North American Society of Pacing Electrophysiology* padronizaram uma definição de termos e nomenclatura, organizaram correlatos fisiológicos e patológicos e criaram um protocolo para estes métodos de medição da VFC com aplicações clínicas adequadas, através de uma força tarefa formalizada como TASK FORCE, 1996.

Os índices para a análise da VFC, colhidos através das oscilações nos intervalos das ondas R, podem ser obtidos por métodos lineares, ou não lineares que não foram estudados nesta pesquisa. Os lineares são obtidos em relação ao domínio do tempo, analisados através de índices estatísticos e geométricos; e ao domínio da frequência, pela densidade de potência espectral quando há indivíduos em repouso (BRUNETTO, *et al.*, 2005).

2.6.1 Método Linear Domínio do Tempo

O domínio do tempo é o método mais simples. Pode ser avaliado por medidas estatísticas mais complexas, derivadas por medições diretas dos intervalos R-R, complexo QRS ou da FC instantânea; ou por medições derivadas das diferenças entre os intervalos R-R.

Para as oscilações no intervalo entre os batimentos cardíacos, a variável mais usual é o índice SDNN (desvio padrão dos intervalos R-R consecutivos), que é a raiz quadrada da variância, representando a análise espectral total.

Para as oscilações resultantes das diferenças dos intervalos R-R consecutivos, as variáveis mais utilizadas são o índice RMSSD (raiz quadrada da média das diferenças sucessivas ao quadrado dos intervalos R-R adjacentes) e pNN50 (percentual dos intervalos R-R adjacentes com diferença de duração maior que 50 milissegundos).

Estas medidas estimam as variações da FC em alta frequência e são de curto prazo, sendo altamente correlacionadas. Todos estes índices têm como unidade ms (milissegundo), com exceção ao índice pNN50 que é em percentual (TASK FORCE, 1996).

E podem, também, ser mensuradas através das medidas geométricas, derivadas da densidade de amostra de durações de intervalo R-R, densidade de amostra de diferenças entre intervalos adjacentes e mediante o gráfico de Lorenz dos intervalos R-R, com os seguintes tratamentos:

- medição básica apresentando os índices da VFC mediante histogramas,
- padrão geométrico interpolado por uma forma definida matematicamente (exemplo: um triângulo ou uma curva exponencial),
- classes de VFC representadas por várias formas geométricas (exemplo: formas elípticas, lineares e triangulares de gráficos de Lorenz).

A escala ideal para medição dos intervalos R-R é de 7,81 ms igual a 1/128, resultando em histogramas suavizados, o que corresponde ao padrão de precisão dos equipamentos usuais (TASK FORCE, 1996).

A vantagem dos métodos geométricos consiste na sua relativa insensibilidade à qualidade analítica das séries de intervalos R-R (TASK FORCE, 1996).

2.6.2 Método Linear Domínio da Frequência

Derivado de métodos espectrais, o método linear domínio da frequência indica como as variações dos intervalos R-R se distribuem em função da frequência, pelo intermédio da análise da densidade espectral de potência (PSD).

A PSD pode ser determinada por métodos normais que têm como vantagem apresentar espectrais mais suaves, com pós-processamento acessível e de identificação fácil da frequência central e com estimativa precisa mesmo com amostragem pequena.

Os métodos não paramétricos têm como benefício a simplicidade do algoritmo, geralmente a Transformada Rápida de Fourier (FFT) e a alta velocidade de processamento.

Para este método tem-se os seguintes índices: HF (*High Frequency* - componentes de alta frequência com variação de 0,15 a 0,4 Hz) indicador da atuação do sistema parassimpático e à modulação respiratória, LF (*Low Frequency* - componentes de baixa frequência com variação de 0,04 a 0,15 Hz) indicador da ação de ambos os sistemas sobre o coração, porém com predomínio do sistema simpático (VANDERLEI, *et al.*, 2009) e LF/HF (razão entre LF e HF) que indica as variações entre os componentes simpático e parassimpático do SNA (NOVAIS, *et al.*, 2004).

Todos os índices de frequência têm como unidade un (unidade normalizada).

O SDNN é um dos índices mais estudados, que reflete todos os componentes cíclicos responsáveis pela variabilidade no período registrado. O SDNN está associado ao balanço simpato-vagal e relacionado ao índice LF no método do domínio da frequência.

Os índices RMSSD e pNN50, medidas de variação de curto prazo que estimam ciclos de alta frequência, estão fortemente correlacionados, têm relação com o índice HF e estão associados a atividade vagal (MALIK, 1996). A modulação predominante para estes índices da VFC está indicada no Quadro 1.

Quadro 1 - Modulação do SNA para índices lineares da VFC

Índices da VFC	Modulação
SDNN	simpática e parassimpática
RMSSD	parassimpática
pNN50	parassimpática
LF	predomina simpática
HF	parassimpática
LF/HF	balanço simpato-vagal

Fonte: O autor, 2021

Em vista disto, a avaliação através do comportamento das flutuações da VFC é considerada como um importante recurso para mensurar o estado autonômico de amostras específicas. A aplicação deste procedimento auxilia na compreensão da análise fisiológica do SNA e no reconhecimento de patologias como o estresse.

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa exploratória transversal devido ser observacional, do tipo quali-quantitativa, onde foca o caráter subjetivo baseado em números, e descritiva por analisar e interpretar os fatos sem interferências (GIL, 2017), onde os dados foram coletados em tempo real e em ambiente de trabalho existente.

3.1 População e Tamanho da Amostra

Independentemente de passar por duas paralisações temporárias na execução dos serviços da obra e, também, ter o afastamento de funcionários e prestadores de serviços terceirizados por um período, devido ao contágio do vírus SARS-CoV-2 (Coronavírus), foram convidados para participar desta pesquisa 30 trabalhadores da construção civil. Aderiram ao projeto 24 participantes com idade média de $40,75 \pm 12,90$ anos.

A amostra foi selecionada de forma aleatória, respeitando os critérios de inclusão e exclusão da pesquisa, onde foi considerado 5 % de erro amostral e 95 % de nível de confiança.

Os trabalhadores que participaram da pesquisa, eram do sexo masculino, sendo 1 encarregado geral, 5 pedreiros, 4 serventes, 1 encarregado de pintura, 4 pintores, 1 eletricista, 2 ajudantes de elétrica, 1 encanador, 2 azulejistas e 3 gesseiros.

O grau de escolaridade dos participantes da pesquisa era de 12 % dos funcionários com ensino fundamental incompleto, 17 % com ensino fundamental completo, 25 % com ensino médio incompleto, 42 % com ensino médio completo e 4 % dos funcionários com ensino superior completo. O tempo de serviço dos funcionários era de $17,22 \pm 12,76$ anos.

3.2 Participantes e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Os participantes da pesquisa foram selecionados de forma igualitária, sem quaisquer diferenciações. Os participantes da pesquisa não pertenciam a nenhum grupo vulnerável, ou seja, pessoas frágeis ou sem aceitação social. Todos que concordaram em participar da pesquisa, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A).

Esta pesquisa atendeu a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Unidombosco sob o Número do Parecer: 4.311.555.

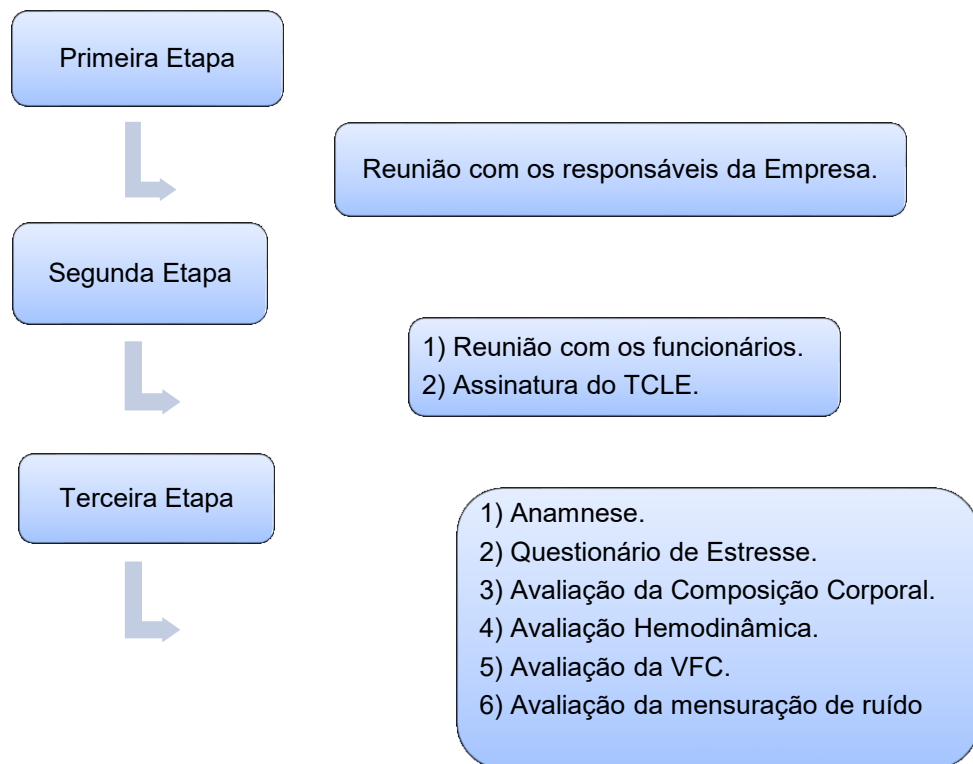
3.3 Procedimentos

O processo de coleta foi iniciado com uma reunião na empresa DH Construções e Incorporações Ltda, junto aos responsáveis legais para apresentação do projeto. Fornecida a autorização para a realização da pesquisa (Apêndice C), foi marcada uma reunião com os funcionários no canteiro de obra da empresa.

Neste momento, os funcionários tomaram ciência dos objetivos do projeto e foi entregue aos mesmos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para leitura e assinatura; ocasião em que as dúvidas sobre os procedimentos metodológicos foram sanadas pelo pesquisador responsável. Os participantes da pesquisa foram recomendados previamente a não ingerir bebidas estimulantes, não fumar e não praticar nenhuma atividade física diferente do que realizasse de forma rotineira 24 horas antes da coleta dos dados. Em uma terceira etapa foram agendadas as seguintes avaliações: Anamnese, Questionário de Estresse, Avaliação da Composição Corporal, Avaliação Hemodinâmica, Avaliação da Variabilidade da Frequência Cardíaca e Avaliação da medição de ruído.

O desenho experimental da pesquisa ficou dividido conforme a Figura 7.

Figura 7 - Desenho experimental das etapas da pesquisa



Considerando a declaração de Situação de Emergência em Saúde Pública no Município de Curitiba, conforme Decreto Número 421, em consequência da disseminação do Coronavírus; assumiu-se o compromisso com o bem-estar e a segurança dos participantes da pesquisa, onde foram adotadas as seguintes regras ao combate do COVID19:

- Fornecimento de máscara de tecido descartável;
- Disponibilidade de higienização das mãos com álcool gel;
- Fornecimento de escudo facial em acrílico e luvas cirúrgicas descartáveis;
- Ocupação máxima do ambiente com 30 % da capacidade física do local;
- Distanciamento mínimo de 1,5 m entre os participantes da pesquisa;
- Higienização do ambiente de coletas através de varredura úmida com rodo, pano, água e sabão;
- Desinfecção do mobiliário e de todos instrumentos de uso na coleta de dados mediante fricção na superfície com álcool 70 graus. Este procedimento de desinfecção foi feito sempre que cada participante da pesquisa teve contato físico com os instrumentos ou mobiliários.

Desta forma, o ambiente da coleta foi sanitizado conforme se vê na Figura 8.

Figura 8 - Local da coleta com EPIs disponibilizados



Fonte: O autor, 2021

Vale ressaltar que o monitoramento da FC e a avaliação da composição corporal não forneceram riscos iminentes ao participante da pesquisa, porém como a mensuração foi realizada em decúbito dorsal, foi orientado ao participante da pesquisa para ter cautela ao se levantar, quando poderia ter o episódio de uma leve tontura, devido ao retorno venoso, situação que é facilmente ajustada pelo organismo.

Foram tomados todos os cuidados de acordo com a orientação ética, dos protocolos de experimentos com seres humanos e em conformidade com a Resolução 466/2012.

Os dados foram coletados pelo Grupo de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da UTFPR, de responsabilidade do Professor DSc. Julio C. Bassan, composto por 2 Mestres, 4 Mestrandos e 1 Especialista.

Como benefício o participante da pesquisa recebeu uma avaliação de risco da sua saúde em relação ao estresse gerado pelos ruídos no canteiro de obras que está trabalhando.

A temperatura ambiente média no canteiro de obras durante as coletas de dados foi de $24,8 \pm 5,4$ °C e a umidade relativa do ar média foi de $47,3 \pm 15,6$ %.

3.4 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos no estudo trabalhadores com idade entre 18 e 59 anos, do sexo masculino, selecionados no local de trabalho e previamente contatados, que aceitaram participar do estudo assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A) e em conformidade com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Foram excluídos do estudo os trabalhadores que solicitaram a sua retirada ou se recusaram a participar da pesquisa.

3.5 Instrumentos

3.5.1 Anamnese

Inicialmente, foi utilizado o procedimento de uma anamnese completa (Apêndice B), onde foi utilizada uma ficha de avaliação padronizada que envolveu dados pessoais, hábitos de vida, estado atual e histórico de enfermidades dos participantes da pesquisa; como se observa na Figura 9.

Figura 9 - Preenchimento dos questionários pelos participantes da pesquisa



Fonte: O autor, 2021

3.5.2 Escala de Estresse no Trabalho

Em seguida, foi preenchido o questionário referente a Escala de Estresse no Trabalho (Anexo A) proposta por Paschoal e Tamayo (2004). A EET era formada por 23 afirmações, com 5 alternativas ordinais para cada uma, que permitiam a identificação de níveis de estresse ocupacional dos participantes da pesquisa, conforme sua percepção.

3.5.3 Avaliação da Composição Corporal

A massa corporal foi aferida por uma balança digital Wiso modelo W721, com capacidade até 180 kg, considerando a graduação e divisão a cada 100 g, quando o participante da pesquisa ficou com o mínimo de roupas e adereços possíveis. O avaliador checou se a escala do equipamento estava no ponto zero e direcionou o participante da pesquisa para o centro da plataforma com o peso do corpo distribuído entre os pés. A partir deste momento o avaliador realizou a medição.

Para a obtenção dos dados de estatura, foi utilizado o estadiômetro SLIM FIT com capacidade máxima de 210 cm, onde o participante da pesquisa ficou na posição em pé, na qual o avaliador o posicionou corretamente no plano horizontal de Frankfurt, através da linha do processo mastoide. Após isso, o avaliador puxou o instrumento até encostar na cabeça do participante da pesquisa, comprimindo o cabelo e

determinou a estatura, seguindo a recomendação de Alvarez e Pavan (2003). Nesta avaliação antropométrica também foi levantado o índice de massa corporal (IMC) de acordo com as recomendações da Abeso, 2016.

3.5.4 Avaliação da Pressão Arterial

Na sequência foi mensurada a pressão arterial sistólica e diastólica, usando-se o aparelho de pressão arterial automático de braço Omron modelo HEM 7200, com faixa de medição para pressão de 0 a 299 mmHg e para pulso de 40 a 180 por minuto, conforme as orientações do fabricante do aparelho.

Com o participante da pesquisa sentado com encosto nas costas, pés no chão descruzados, braço apoiado na altura do coração e com a palma da mão para cima, este foi orientado para não estar de bexiga cheia e manter silêncio durante este protocolo. A PA foi aferida colocando a braçadeira do aparelho no braço, a 2 ou 3 cm acima da dobra do cotovelo, apertando-a de forma que o cabo do aparelho ficasse por cima do braço, aguardando a leitura da PA pelo aparelho. Realizou-se pelo menos 2 medições com intervalo de 1 a 2 minutos. Quando a diferença foi maior que 5 mmHg, foi realizada uma medição adicional considerando a média das duas últimas medições. O procedimento da medição da PA pode ser verificado na Figura 10.

Figura 10 - Medição da pressão arterial do participante da pesquisa



Fonte: O autor, 2021

3.5.5 Avaliação da Frequência Cardíaca em Repouso e Variabilidade da Frequência Cardíaca

Para a captação da frequência cardíaca de repouso (FCR), foi utilizado cintas transmissoras Polar Coded T-31 conectadas a um dispositivo receptor WCS Pulse contendo um *software* próprio e interligado via porta USB (FARAH, *et al.*, 2017), que apresentou os dados em um notebook HP 1000 – 1240BR.

O participante da pesquisa permaneceu durante 5 minutos em repouso, na posição de decúbito dorsal, para que as variáveis cardiovasculares se estabilizassem quando posteriormente foi feita a verificação da FCR.

Foi realizada a fixação da cinta transmissora de monitoramento cardíaco na região do tórax na altura do processo xifoide do participante da pesquisa (VANDERLEI, *et al.* 2009) e na sequência teve-se o início ao monitoramento da VFC em duas etapas.

Como a hipótese levantada considerou a possível influência do nível de estresse, em face do ruído, a primeira etapa do monitoramento foi com os participantes da pesquisa acondicionados em ambiente sem ruídos e a segunda, em ambiente com os ruídos causados por equipamentos do canteiro de obras.

Inicialmente era previsto a gravação por um período de 12 minutos (TASK FORCE, 1996), mas devido ao fato que na primeira coleta atingiu-se o limiar do nível de ruído permissível pela NR 15 para um tempo de exposição de 7 minutos, na intenção de preservar a saúde do participante da pesquisa, foi necessário a redução deste intervalo. O monitoramento da VFC pode ser observado na Figura 11.

Figura 11 - Coleta da VFC na etapa pré-ruídos



As gravações ocorreram continuamente durante um período de 7 minutos para posterior análise, onde foram descartados o minuto inicial e o último minuto.

A conversão dos dados foi feita através do *software* Kubios HRV Standart (versão 3.4.2) através dos intervalos R-R em ms.

3.5.6 Avaliação de Ruídos

Para a medição de ruídos foi usado o instrumento Termo-Higro-Decibelímetro-Luxímetro Modelo THDL-400 da marca Instrutherm, que é mostrado na Figura 12.

Este aparelho foi calibrado por laboratórios credenciados para esta finalidade, conforme certificados N° 1313 e N° I 2511/2020 (Anexos C e D).

Figura 12 - Decibelímetro THDL-400



Fonte: O autor, 2021

O aparelho foi colocado na zona auditiva para medição, na posição horizontal a aproximadamente 15 ± 5 cm do ouvido do participante da pesquisa, que estava próximo a fonte de ruído. Foi utilizado o protetor de vento junto ao microfone do aparelho para se evitar erros de medição.

A coleta foi realizada em um ambiente do canteiro de obra onde encontrava-se os seguintes equipamentos funcionando:

- Serra circular de bancada marca Maksywa, modelo SCCC com motor de 3 CV, apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Serra circular de bancada



Fonte: O autor, 2021

- Martelete marca Makita, modelo SDS MAX – HM 0871C com potência de 1100 W e energia de impacto de 11,6 joules, exposto na Figura 14.

Figura 14 - Martelele



Fonte: O autor, 2021

Tais equipamentos foram utilizados nesta etapa da coleta, por serem equipamentos de utilização habitual e frequente em um canteiro de obras.

Estes equipamentos funcionaram em sequência na coleta, com intervalos de duração de 1 minuto cada, através de um rodízio de cada grupo de 3 participantes da pesquisa durante um período de 7 minutos. No primeiro minuto, conforme pode-se verificar na Figura 15, o funcionário A operou a serra circular enquanto o funcionário B ficou na posição de espera para operar o martetele. O funcionário C ficou aguardando.

No segundo minuto, como podemos perceber na Figura 16, o funcionário B utilizou o martetele durante o tempo em que o funcionário C se preparava para manejar a serra circular. O funcionário A, por sua vez, ficou à espera.

No terceiro minuto, o funcionário C utilizou a serra circular, enquanto o funcionário A se aprontava para manobrar o martetele. O funcionário B ficou na espera. E assim, de forma sucessiva, os funcionários fizeram o rodízio, sendo que no quarto minuto, o funcionário A usou o martetele, momento este que os funcionários A e B se preparavam para as novas etapas. A coleta da VFC permaneceu por 7 minutos durante os ruídos.

Figura 15 - Coleta de ruídos na serra circular



Fonte: O autor, 2021

Figura 16 - Coleta de ruídos no martelete



Fonte: O autor, 2021

3.6 Avaliação dos Dados

Os dados foram tabulados em planilha do Microsoft Excel ® e avaliados estatisticamente. Todos os dados foram codificados, protegidos e confidenciais respeitando a privacidade do participante da pesquisa

Os dados foram examinados através do *software* BioEstat 5.0 para verificar se as variáveis eram normais. Foi aplicado o teste de normalidade Shapiro-Wilk, para verificar a distribuição.

A exposição dos resultados foi mediante estatística descritiva para ordenar e sumarizar o conjunto de dados. Para analisar os resultados coletados, foram utilizados o teste de correlação de Pearson para os dados normais e o teste de correlação de Spearman para os dados não paramétricos.

As amostras pareadas pré-ruídos e durante ruídos foram tratadas pelo teste t de Student pareado quando normais e pelo teste de Wilcoxon quando não paramétricas. Foi considerado a probabilidade de erro de $p < 0,05$ para todos os testes estatísticos.

4. RESULTADOS

A avaliação antropométrica dos participantes da pesquisa apresentou os seguintes valores: idade média de $40,75 \pm 12,90$ anos; massa corporal média de $79,82 \pm 13,89$ kg; estatura média de $1,70 \pm 0,05$ m e índice de massa corporal (IMC) médio de $27,49 \pm 4,18$ kg/m².

O Quadro 2 apresenta os dados da estatística descritiva da Escala de Estresse no Trabalho (EET) dos 24 participantes da pesquisa.

Quadro 2 - Estatística descritiva da EET dos 24 participantes do estudo

Afirmativas	Média	Desvio-padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
EET_1	13	8	0	6	14	19	23
EET_2	4	5	0	0	2	7	17
EET_3	2	2	0	0	2	4	7
EET_4	1	3	0	0	0	2	12
EET_5	2	6	0	0	0	1	23
Indicador geral	1,96	1,09	1	1,3	1,75	2,1	5

EET: Escala de estresse do trabalho

Fonte: O autor, 2021

O indicador geral de estresse foi de $1,96 \pm 1,09$ com escala mínima de 1,00 e máxima de 5,00. A mediana foi de 1,75. Os valores acima de 2,5 são considerados como indicador de estresse expressivo.

O Quadro 3 mostra os dados estatísticos de estresse por grupos de trabalho, apontando uma escala máxima de estresse. De acordo com a EET, para o Grupo 2 o índice máximo atingido foi de 5,0, para o Grupo 1 foi de 4,6, para o Grupo 4 de 3,8, para o Grupo 5 de 2,9, Grupo 3 de 2,0 e Grupo 6 de 1,5.

Quadro 3 - Estatística descritiva da EET por equipe de serviços executados na obra

EET_Média	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
Grupo 1	2,77	1,68	1,3	1,3	2,4	4,6	4,6
Grupo 2	2,34	1,55	1	1,7	1,8	2,2	5
Grupo 3	2	.	2	2	2	2	2
Grupo 4	1,73	0,81	1	1,3	1,55	1,9	3,8
Grupo 5	1,63	1,1	1	1	1	2,9	2,9
Grupo 6	1,45	0,07	1,4	1,4	1,45	1,5	1,5

EET: Escala de estresse no trabalho

Fonte: O autor, 2021

O Tabela 1 indica os valores máximos de ruídos, medidos em decibéis, durante a utilização da serra circular e do martetele pelos participantes da pesquisa. Nesta ocasião ocorreu o valor de risco grave e iminente, com pressão sonora de 115 dB (A) para um tempo de exposição de 7 minutos, na operação com a serra circular, de acordo com a norma que regulamenta a atividades e operações insalubres do Ministério do Trabalho.

Tabela 1 - Nível de ruído observado por equipamento em relação ao tempo de exposição permissível pela NR 15

Participante	Nível de ruído observado (dB)		Tempo de exposição permissível em min (NR 15)	Tempo de exposição na coleta (min)
	Serra circular	Martetele		
1	114	103	8	7
2	110	100	15	7
3	111	100	10	7
4	108	100	20	7
5	110	99	15	7
6	107	99	20	7
7	112	99	10	7
8	114	100	8	7
9	107	101	20	7
10	108	96	20	7
11	107	97	20	7
12	109	96	15	7
13	115	101	7	7
14	104	101	35	7
15	106	104	25	7
16	105	95	25	7
17	110	101	15	7
18	105	99	25	7
19	105	96	25	7
20	106	92	25	7
21	109	98	15	7
22	107	97	20	7
23	107	98	20	7
24	106	99	25	7

NR 15: Norma regulamentadora Nº 15 do Ministério do Trabalho
dB: escala em decibéis

Fonte: O autor, 2021

A Tabela 2 expõe a comparação dos dados estatísticos dos índices da Variabilidade da Frequência Cardíaca na coleta pré-ruídos e na coleta durante os ruídos. O valor de Mean R-R diminuiu de $939,79 \pm 180,04$ ms do momento pré-ruídos para $769,00 \pm 127,61$ ms durante os ruídos. Quanto ao índice SDNN houve uma variação de $52,20 \pm 29,10$ ms para $63,41 \pm 28,54$ ms entre o período pré-ruídos e durante ruídos, nesta ordem. Para o índice RMSSD, a variação foi de $57,40 \pm 30,89$ ms para $59,85 \pm 34,51$ ms na mesma sequência. Para o índice pNN50, o valor pré-ruídos foi de $28,51 \pm 20,28$ % e de $25,87 \pm 21,30$ % para durante os ruídos. Já para razão LF/HF, o valor foi de $1,27 \pm 0,85$ na coleta pré-ruídos e de $2,59 \pm 2,66$ na coleta durante os ruídos.

Tabela 2 - Estatística descritiva dos índices da VFC na coleta pré-ruídos e durante ruídos

Índices da VFC	Média	Desvio-padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
Mean R-R (pré-ruídos)	939,79	180,04	465	862	961,5	1080	1220
Mean R-R (durante ruídos)	769	127,61	498	685	782,5	857,5	1034
SDNN (pré-ruídos)	52,2	29,1	13,6	31,5	40,75	86,95	104,7
SDNN (durante ruídos)	63,41	28,54	26,2	39,25	57,1	83,6	126,9
RMSSD (pré-ruídos)	57,4	30,89	14,1	34	48,85	80,15	128,3
RMSSD (durante ruídos)	59,85	34,51	20,3	29,8	46,75	94,5	120
pNN50 (pré-ruídos)	28,51	20,28	0,22	13,75	25,92	40,47	68,69
pNN50 (durante ruídos)	25,87	21,3	2,48	8,93	19,06	35,04	67,14
LF/HF (pré-ruídos)	1,27	0,85	0,34	0,58	1,08	1,77	3,4
LF/HF (durante ruídos)	2,59	2,66	0,33	0,92	1,9	3,67	13,15

Mean R-R: média dos intervalos R-R (ms)

SDNN: desvio padrão de todos intervalos R-R (ms).

RMSSD: raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre intervalos NN adjacentes (ms)

pNN50: percentual dos intervalos R-R adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms (%)

LF/HF: razão entre baixa frequência e alta frequência

Fonte: O autor, 2021

A Tabela 3 demonstra as variáveis coletadas tratadas estatisticamente pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade de cada dado. A Variabilidade da Frequência Cardíaca foi testada para os períodos pré-ruídos e durante os ruídos. Identificou-se um p-valor significativo em vários níveis para os seguintes dados: a

massa corporal (0,013), o IMC (0,028), a EET (<0,001), o índice SDNN (0,004) no momento pré-ruídos, o índice RMSSD (0,003) no período durante os ruídos, o índice pNN50 (0,005) também durante os ruídos; e a razão LF/HF (0,014) na coleta pré-ruídos e LF/HF (<0,001) na coleta durante os ruídos.

Tabela 3 - Análise de normalidade das variáveis pelo teste de Shapiro-Wilk

Variáveis	Teste Shapiro-Wilk		
	Valor	N	p-valor
IDADE (anos)	0,948	24	0,246
MASSA (kg)	0,889	24	0,013
ESTATURA (cm)	0,973	24	0,735
IMC	0,905	24	0,028
PAS	0,962	24	0,484
EET	0,782	24	<0,001
Nível de ruído (Serra circular)	0,925	24	0,076
Nível de ruído (Martetele)	0,966	24	0,573
Mean RR (pré-ruídos)	0,944	24	0,201
Mean RR (durante ruídos)	0,984	24	0,96
SDNN (pré-ruídos)	0,864	24	0,004
SDNN (durante ruídos)	0,936	24	0,131
RMSSD (pré-ruídos)	0,941	24	0,174
RMSSD (durante ruídos)	0,855	24	0,003
pNN50 (pré-ruídos)	0,944	24	0,199
pNN50 (durante ruídos)	0,869	24	0,005
LF/HF (pré-ruídos)	0,89	24	0,014
LF/HF (durante ruídos)	0,702	24	<0,001

Mean R-R: média dos intervalos R-R (ms)

SDNN: desvio padrão de todos intervalos R-R (ms)

RMSSD: raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre intervalos NN adjacentes (ms)

pNN50: percentual dos intervalos R-R adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms (%)

LF/HF: razão entre baixa frequência e alta frequência

IMC: índice de massa corporal

PAS: pressão arterial sistólica (mmHg)

EET: escala de estresse no trabalho

Fonte: O autor, 2021

A Tabela 4 exibe o comparativo entre o coeficiente de correlação (R) e o p-valor interpretados pelo teste de Pearson no caso dos dados normais e pelo teste de Spearman para os dados não-paramétricos. Foi correlacionado a idade dos participantes com a pressão arterial e os índices da VFC. Os índices da VFC foram considerados no período pré-ruídos e no período durante os ruídos. Para estes dados houve uma fraca correlação, mesmo assim ocorreu uma relevante significância para

a variável da pressão arterial (p-valor igual a 0,015) e o índice de LF/HF (p-valor igual a 0,009) da VFC no período durante os ruídos, em relação a idade.

Tabela 4 - Comparação entre a idade dos participantes com a pressão arterial e os índices da VFC através do Teste de correlação de Pearson ou *Teste de correlação de Spearman

Variáveis	Coefficiente de correlação (R)	p-valor
PAS	0,491	0,015
Mean R-R (pré-ruídos)	-0,239	0,261
Mean R-R (durante ruídos)	-0,193	0,366
SDNN (pré-ruídos)*	-0,051	0,815
SDNN (durante ruídos)	0,278	0,189
RMSSD (pré-ruídos)	-0,074	0,730
RMSSD (durante ruídos)*	0,314	0,136
pNN50 (pré-ruídos)*	-0,254	0,230
pNN50 (durante ruídos)*	0,310	0,141
LF/HF (pré-ruídos)*	0,142	0,509
LF/HF (durante ruídos)*	-0,522	0,009

Mean R-R: média dos intervalos R-R (ms)

SDNN: desvio padrão de todos intervalos R-R (ms)

RMSSD: raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre intervalos NN adjacentes (ms)

pNN50: percentual dos intervalos R-R adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms (%)

LF/HF: razão entre baixa frequência e alta frequência

PAS: pressão arterial sistólica (mmHg)

Fonte: O autor, 2021

A Tabela 5 aponta também o comparativo entre o coeficiente de correlação (R) e o p-valor interpretados pelo teste de Pearson e pelo teste de Spearman. Foram correlacionados o IMC dos participantes com a pressão arterial e os índices da VFC no período pré-ruídos e no período durante os ruídos. Houve significância importante para a variável da pressão arterial (p-valor igual a 0,008) em relação ao IMC. Para os demais dados não houve correlação.

Tabela 5 - Comparação entre o IMC dos participantes com a pressão arterial e os índices da VFC através do Teste de correlação de Pearson ou *Teste de correlação de Spearman

Variáveis	Coefficiente de correlação (R)	p-valor
PAS	0,529	0,008
Mean R-R (pré-ruídos)	-0,178	0,406
Mean R-R (durante ruídos)	-0,090	0,676
SDNN (pré-ruídos)*	-0,094	0,662
SDNN (durante ruídos)	0,203	0,341
RMSSD (pré-ruídos)	-0,025	0,909
RMSSD (durante ruídos)*	0,112	0,603
pNN50 (pré-ruídos)*	-0,151	0,480

pNN50 (durante ruídos)*	0,140	0,514
LF/HF (pré-ruídos)*	0,256	0,227
LF/HF (durante ruídos)*	-0,107	0,617

Mean R-R: média dos intervalos R-R (ms)

SDNN: desvio padrão de todos intervalos R-R (ms)

RMSSD: raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre intervalos NN adjacentes (ms)

pNN50: percentual dos intervalos R-R adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms (%)

LF/HF: razão entre baixa frequência e alta frequência

IMC: índice de massa corporal

PAS: pressão arterial sistólica (mmHg)

Fonte: O autor, 2021

A Tabela 6 mostra os dados estatísticos para os índices das VFC na etapa pré-ruídos e etapa durante os ruídos, observados através do teste t de Student pareado e do teste de Wilcoxon. Houve significância extrema para o índice da Mean R-R (p-valor menor que 0,001) e significância para o índice de LF/HF (p-valor igual a 0,023) da VFC.

Tabela 6 - Comparação dos índices de VFC na etapa pré-ruídos e durante ruídos através do *Teste t de Student pareado ou Teste de Wilcoxon

Variáveis	Classe	Média	Desvio-padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo	p-valor
*Mean R-R	Pré ruídos	939.8	180.0	465.0	862.0	961.5	1080.0	1220.0	<0,001
	Durante ruídos	769.0	127.6	498.0	685.0	782.5	857.5	1034.0	
SDNN	Pré ruídos	52.2	29.1	13.6	31.5	40.8	87.0	104.7	0.160
	Durante ruídos	63.4	28.5	26.2	39.3	57.1	83.6	126.9	
RMSSD	Pré ruídos	57.4	30.9	14.1	34.0	48.9	80.2	128.3	0.768
	Durante ruídos	59.9	34.5	20.3	29.8	46.8	94.5	120.0	
pNN50	Pré ruídos	28.5	20.3	0.2	13.8	25.9	40.5	68.7	0.375
	Durante ruídos	25.9	21.3	2.5	8.9	19.1	35.0	67.1	
LF/HF	Pré ruídos	1.3	0.9	0.3	0.6	1.1	1.8	3.4	0.023
	Durante ruídos	2.6	2.7	0.3	0.9	1.9	3.7	13.2	

Mean R-R: média dos intervalos R-R (ms)

SDNN: desvio padrão de todos intervalos R-R (ms)

RMSSD: raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre intervalos NN adjacentes (ms)

pNN50: percentual dos intervalos R-R adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms (%)

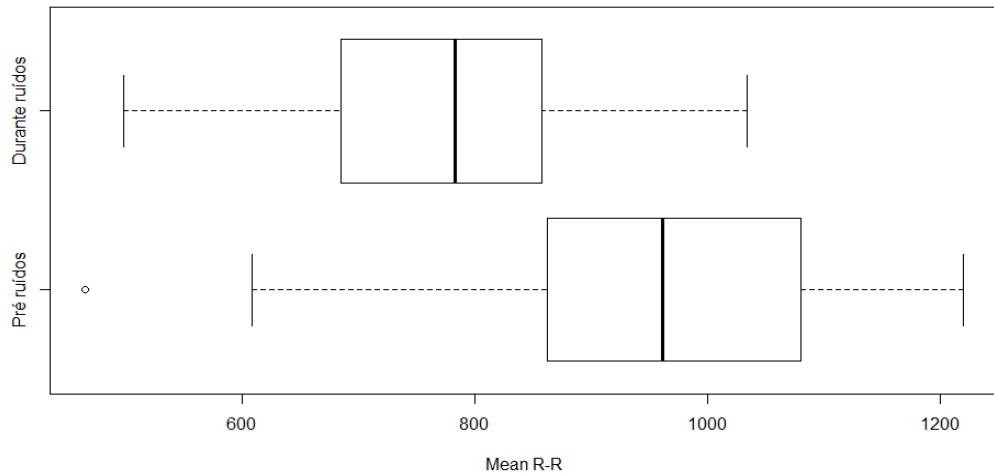
LF/HF: razão entre baixa frequência e alta frequência

Fonte: O autor, 2021

Na sequência, apresenta-se os gráficos com o comportamento da mediana da média dos intervalos R-R e do índice LF/HF da VFC nas etapas pré-ruídos e durante

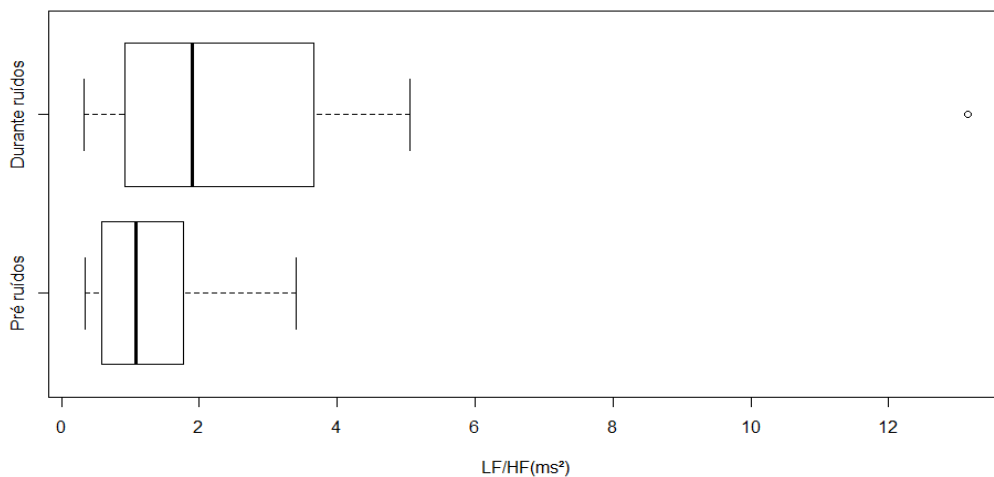
os ruídos. Percebe-se claramente a diminuição do tempo de intervalo dos batimentos cardíacos com a ocorrência dos ruídos e uma intensificação da atividade do SNS.

Gráfico 1 - Índice Mean R-R da VFC na coleta pré-ruídos e durante ruídos



Fonte: O autor, 2021

Gráfico 2 - Índice LF/HF da VFC na coleta pré-ruídos e durante ruídos



Fonte: O autor, 2021

A Tabela 7 evidencia que os ruídos aferidos nos equipamentos serra circular e martetele tiveram uma significância considerável (p -valor menor que 0,001), avaliados através do teste t de Student pareado, onde foi verificado o valor do nível máximo de

115 dB (A) para a serra circular. Da mesma forma pode-se verificar o comportamento de cada equipamento no Gráfico 3.

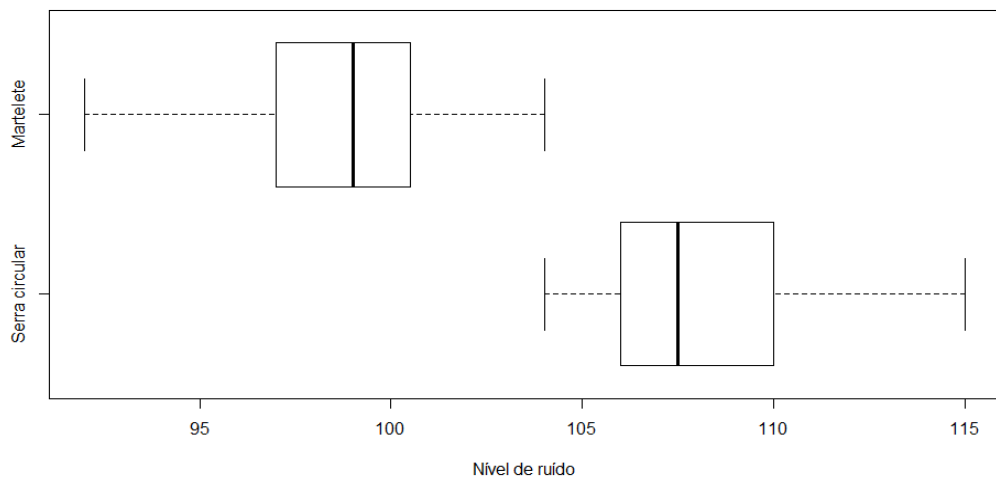
Tabela 7 - Comparação dos dados estatísticos do nível de ruído em dB entre os equipamentos através do Teste t de Student Pareado

Variável	Equipamento	Média	Desvio-padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo	p-valor
Nível de ruído	Serra circular	108.43	3.08	104	106	107.5	110	115	<0,001
	Martelete	98.79	2.65	92	97	99	100.5	104	

dB: decibéis

Fonte: O autor, 2021

Gráfico 3 - Nível de ruídos dos equipamentos



Fonte: O autor, 2021

5. DISCUSSÃO

Apesar de encontrar até a presente data uma carência de estudos na área da construção civil, em relação a pesquisas com o objetivo avaliar o estresse gerado pelos ruídos no canteiro de obra através do método da VFC, levou-se em consideração as informações do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED) do Ministério do Trabalho e Emprego; onde o Brasil tinha em ago/2019, período antes da pandemia do novo Coronavírus, um total de 2,072 milhões de trabalhadores na construção civil com carteira assinada (BRASIL, 2019), um dado expressivo que corrobora a importância de se estudar este setor produtivo, dada a sua dimensão.

Neste estudo, foi verificado através dos dados antropométricos dos participantes da pesquisa, que a média do IMC foi de $27,49 \pm 4,18 \text{ kg/m}^2$, revelando uma predisposição de sobrepeso e chegando até obesidade Grau I. De acordo com as projeções da *World Health Organization* (WHO) para 2030, o excesso de peso já considerado com um status de epidemia, é estimado para 38 % da população mundial e a obesidade em 20 % dela (SMITH, K.B.; SMITH, M.S.,2016).

Segundo a ABESO (2016), tem-se de 18,6 a 24,9 kg/m^2 os valores para indivíduos normais, de 25,0 a 29,9 kg/m^2 para indivíduos com sobrepeso e de 30,0 a 34,9 kg/m^2 , para indivíduos com obesidade grau I. Cabe ressaltar que a avaliação do IMC deve ser considerada com prudência, pois é pouco considerável para pessoas ativas (AVELAR, *et al.*, 2008). Porém nesta amostra encontrou-se valores que indicam uma tendência de sobrepeso e obesidade para os participantes acima de 45 anos de idade.

Como ferramenta de diagnóstico organizacional com requisitos psicométricos, foi utilizada a EET (PASCHOAL; TAMAYO, 2004), tendo em vista que aspectos organizacionais, administrativos, sistemas de trabalho e da qualidade das relações humanas, são os principais estressores ocupacionais (SCHMIDT, *et al.*, 2009).

Obteve-se um indicador geral médio de $1,96 \pm 1,09$ (Quadro 2). As médias por participante variaram de 1,0 a 5,0, sendo que, segundo Paschoal e Tamayo (2004), 17 % dos participantes da pesquisa atingiram índices acima de 2,50, indicador de estresse expressivo.

Para o índice de estresse por equipes de trabalho (Quadro 3), notou-se que a função de encarregado ou de líder como nas equipes de pintura, pedreiros e gesso tiveram seus indicadores de 5,0, 3,8 e 2,9 nessa ordem, mostrando estresse grave.

Diferente dos achados, Fontes, *et al.*, (2010) citam que os trabalhadores mais velhos aprendem a desenvolver melhor o controle interno sobre os fatores estressores, apesar dos problemas e das perdas significativas relacionadas à idade. Cabe ressaltar que o indicador de 4,6 ocorrido para um dos participantes se deve, provavelmente, por ser o seu primeiro dia de trabalho na referida obra.

O valor máximo de ruídos (Tabela 1) coletado durante a utilização dos equipamentos pelos participantes da pesquisa foi de 115 dB (A) para a serra circular.

A norma que regulamenta as atividades e operações insalubres do Ministério do Trabalho – NR 15 adota o valor máximo aceitável de 115 dB (A) para um tempo de exposição diário de 7 minutos na operação (BRASIL, 2020). Com este fato, fez-se

necessário adotar o tempo de coleta da VFC em 7 minutos, para não ocorrer danos aos trabalhadores, implicando em perda auditiva irreversível.

Um estudo nos Estados Unidos revelou que trabalhadores têm duas a três vezes mais possibilidade de gerar doenças cardíacas, quando expostos a ruído ocupacional excessivo, em relação a trabalhadores que não estão submetidos (OSHA, 2011).

Na coleta dos índices da VFC realizada na etapa pré-ruídos e na etapa durante os ruídos (Tabela 2), obtida pelos métodos lineares (BRUNETTO, *et al.*, 2005), percebeu-se mediante os dados estatísticos um comportamento importante para os seguintes índices: o valor de Mean R-R diminuiu cerca de 18 %, indo de $939,79 \pm 180,04$ ms para $769,00 \pm 127,61$ ms (Gráfico 1), demonstrando uma diminuição da média dos intervalos R-R, conseqüentemente um aumento dos batimentos cardíacos; e um aumento em torno de 21 % no valor do SDNN, variando de $52,20 \pm 29,10$ ms para $63,41 \pm 28,54$ ms. O estresse crônico e as alterações emocionais no trabalho estão vinculados aos desequilíbrios na função autonômica (UUSITALO, 2011).

Já para a razão LF/HF, o valor modificou de $1,27 \pm 0,85$ na coleta pré-ruídos para $2,59 \pm 2,66$ (Gráfico 2) na coleta durante os ruídos, tendo uma alteração de aproximadamente 104 %, onde observou-se uma atividade crescente significativa do sistema nervoso simpático. Estímulos externos causadores de estresse estão normalmente relacionados com um acréscimo na atividade do SNS (BERNTSON; CACIOPPO, 2000).

Faz-se necessário citar que este valor coletado durante os ruídos para o índice LF/HF ficou acima do valor normal de referência do protocolo TASK FORCE de 1996, que varia de 1,5 a 2,0.

Os índices RMSSD e pNN50, vinculados ao sistema vagal (MALIK, 1996), não apresentaram uma interação considerável.

Inicialmente, esta variação de resultado sugere que a ocorrência de ruídos no canteiro de obra ocasionou uma alteração dos índices da VFC destas equipes de trabalhadores em particular. Efeitos agudos como o aumento da PA, alteração da FC e a liberação de hormônios relacionados ao estresse são conseqüências nocivas do ruído (BABISCH, 2011).

Todas as variáveis coletadas na pesquisa (Tabela 3) foram tratadas estatisticamente pelo teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade de cada dado.

A Variabilidade da Frequência Cardíaca foi testada para os períodos pré-ruídos e durante os ruídos. Foi identificado um p-valor significativo para os seguintes dados: a massa corporal (0,013), o IMC (0,028) e a razão LF/HF (0,014) na coleta pré-ruídos e um p-valor muito significativo para o índice SDNN (0,004) no momento pré-ruídos, o índice RMSSD (0,003) no período durante os ruídos e o índice pNN50 (0,005) também durante os ruídos.

Para a razão LF/HF ($<0,001$) na coleta durante os ruídos e a EET ($<0,001$), constatou-se um p-valor extremamente significativo, propondo uma associação do estresse com o índice LF/HF que ratificou a atividade da modulação simpática (AUBERT; SEPS; BECKERS, 2003).

A ativação do sistema nervoso simpático sucede em cenários de estresse, movimentação física e situações de doença sendo responsável pelo aumento da frequência cardíaca (ACHARYA, *et al.*, 2006).

Foram correlacionados os dados da idade dos participantes da pesquisa com a pressão arterial e os índices da VFC nos períodos pré e durante os ruídos. (Tabela 4). Estes dados foram tratados pelo teste de Pearson no caso dos dados normais e pelo teste de Spearman para os dados não-paramétricos, mediante o comparativo entre o coeficiente de correlação (R) e o p-valor.

Observou-se que os índices contínuos como PA e LF/HF, tiveram um coeficiente de correlação (R) de 0,491 e de -0,522, indicando uma associação moderada entre a idade e estas variáveis.

Houve significância considerável para a variável da pressão arterial (p-valor igual a 0,015) e o índice de LF/HF (p-valor igual a 0,009) no período durante os ruídos, sugerindo uma associação dos dados de idade com a PA e o índice LF/HF da VFC, demonstrando a ação danosa do envelhecimento na atividade cardíaca autônoma (SILVA, 2009).

Da mesma forma, foram confrontados o IMC com a pressão arterial e os índices da VFC (Tabela 5) nas etapas pré e durante os ruídos. O comparativo apontou para estas variáveis um coeficiente de correlação (R) de média associação (0,529) e o p-valor (0,008) com significância importante para a associação da variável do IMC com a PA. Ao contrário de Costa, *et al.*, 2019, que cita que o sobrepeso está associado à redução da VFC indicando o descontrole do sistema nervoso autônomo, os resultados mostraram que somente a PA foi responsável por alterar a modulação autonômica dos participantes da pesquisa, independentemente dos índices da VFC.

Os índices das VFC coletados na etapa pré-ruídos e etapa durante os ruídos (RIBEIRO, 2005), foram também interpretados através do teste t de Student pareado e do teste de Wilcoxon (Tabela 6), quanto às suas normalidades.

Esta comparação apresentou extrema significância para o índice da Mean R-R (p-valor menor que 0,001) e significância para o índice de LF/HF (p-valor igual a 0,023) da VFC, confirmando mais uma vez os resultados de uma condição de simpaticotonia, ou seja, a diminuição da média dos valores dos intervalos R-R de 939,8 ms para 769,0 ms (Gráfico 1), indicaram o predomínio do tono simpático causado pelos ruídos; e o aumento do valor do índice LF/HF de 1,3 para 2,6 (Gráfico 2) apontaram a predominância do SNS (GUYTON, 2008).

A comparação feita entre os equipamentos serra circular e marteleto (Gráfico 3) mostra que os ruídos verificados tiveram uma significância extrema (p-valor menor que 0,001) (Tabela 7).

Comumente se esperava que o marteleto demonstrasse maior nível de ruído, porém com a medição constatou-se que o ruído da serra circular teve uma intensidade maior, com alta frequência, chegando a atingir o limite diário permissível de 115 dB (A) para um tempo de exposição de 7 minutos, de acordo com a NR 15 (BRASIL, 2019).

Ising e Kruppa (2004), afirmam que o ruído naturalmente provoca o estresse.

Os resultados foram plausíveis com os achados na literatura e as análises apresentaram valores de significância estatística expressivas, principalmente para o índice LF/HF da VFC que indica o equilíbrio do balanço simpato-vagal (NOVAIS, *et al.*, 2004).

À vista disto, deduziu-se que os dados levantados neste experimento com a VFC sugeriram ser indicativos para uma associação à ocorrência dos ruídos no canteiro de obras da construção civil.

6. CONCLUSÃO

De maneira pragmática, pode-se admitir que a investigação da correlação da Variabilidade da Frequência Cardíaca e o nível de estresse, sinalizou que quanto maior foram os níveis de estresse gerado pelos ruídos no canteiro de obras, maior foi a alteração fisiológica sofrida pelos funcionários da construção civil, justificando a hipótese inicial (H0) de forma matemática e fisiológica.

Com as evidências encontradas na alteração da atividade autonômica dos participantes da pesquisa, eleva-se a importância de implementar medidas preventivas em relação aos ruídos ocupacionais, visando melhorias na qualidade de vida dos trabalhadores da construção civil nos canteiros de obras.

O estudo teve como limitações, o fato de ter sido realizado no canteiro de obras de apenas uma empresa da construção civil, ficando restrito à realidade empresarial investigada e ao número pequeno de participantes da pesquisa devido às restrições da pandemia.

Para pesquisas futuras, sugere-se o número de participantes maior e que a realização do estudo seja planejada em condições mais adequadas, o que poderá encaminhar a estudos complementares.

REFERÊNCIAS

- ACHARYA, U.R.; JOSEPH, K.F.; KANNATHAL, N.; LIM, C.M.; SURI, J.S. **Heart rate variability: a review**. Medical & Biological Engineering & Computing. v. 44, n. 12, p. 1031 – 1051, 2006. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17111118>. Acesso em: 19 mar. 2021.
- ALBORNOZ, S. **O que a palavra trabalho significa**. In: _____. O que é trabalho. 6. ed. São Paulo: Brasiliense, 2008. p. 7-14.
- ALVAREZ, B.R.; PAVAN, A.L. Alturas e comprimentos. In: Petroski E.L. (Org). **Antropometria: técnicas e padronizações**. Porto Alegre: Palotti, 2003. p. 29-51.
- ANDRADE, S.M.M. **Metodologia para Avaliação de Impacto Ambiental Sonoro da Construção Civil no Meio Urbano**. 2004. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.coc.ufrj.br/teses/doutorado/inter/2004/Teses>. Acesso em: 11 jun. 2020.
- ARAÚJO, S.A. **Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica**. Rev. Bras. Otorrinolaringol., 2002. 68(1): 47-52.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA (ABESO). **Diretrizes brasileiras de obesidade**. 4. ed. São Paulo, 2016. v. 4, p. 1-188.
- AUBERT, A.E.; SEPS, B.; BECKERS, F. **Heart rate variability in athletes**. Sports Medicine, 2003. v. 33, n. 12, p. 889-919.
- AVELAR, A.; SANTOS, K.M.; CYRINO, E.S.; CARVALHO, F.O.; DIAS, R.M.R.; ALTIMARI, L.R.; GOBBO, L.A. **Perfil antropométrico e de desempenho motor de atletas paranaenses de futsal de elite**. Rev. Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. v. 10, n. 1, p. 76-80, 2008. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/EDUCACA_O_FISICA/artigos/Perfil-antropometrico.pdf. Acesso em: 15 fev. 2021.
- AZEVEDO, A.P. Ruído – um problema na saúde pública? (Outros agentes físicos). In: Rocha E.L. (Org). **Isto é trabalho de gente?** Vida, doença e trabalho no Brasil. Petrópolis: Vozes, 1993.
- BABISCH, W. Cardiovascular effects of noise. In: Nriagu J.O., editor. **Encyclopedia of Environmental Health Burlington**. Elsevier, 2011. p. 532-542.

BERNTSON, G.G.; CACIOPPO, J.T. **Heart Rate Variability: Stress and Psychiatric Conditions**. In: Dynamic Electrocardiography. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2000. p. 57-64.

BERTAGNOLLI, D.D.O.; OTT, E.; DAMACENA, C. **Estudo sobre a influência dos investimentos sociais e ambientais no desempenho econômico das empresas**. In: Congresso USP, 6., 2006, São Paulo. Anais [...] São Paulo: FEA/USP, 2006.

BOM SUCESSO, E.P. **Trabalho e qualidade de vida**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

BRASIL, 2006. Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Perda auditiva induzida por ruído (PAIR)**. Brasília: Ed. do Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL, 2018. Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora nº 17 – Ergonomia**, 2018.

BRASIL, 2019. Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora nº 15 -Atividades e operações insalubres**, 2019.

BRASIL, 2019. Ministério do Trabalho e Emprego. Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED). **Pesquisa Anual da Indústria da Construção – PAIC/IBGE**. 2019.

BRASIL, 2020. Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora nº 09 - Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos**, 2020.

BRUNETTO, A.F.; ROSEQUINI, B.T.; SILVA, B.M.; HIRAI, D.M.; GUEDES, D.P. **Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes**. Rev. Bras. Med. Esporte, 2005. 11(1): 22-7.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas: e o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

COSTA, J.; MOREIRA, A.; MOREIRA, P.; DELGADO, L.; SILVA, D. **Effects of weight changes in the autonomic nervous system: a systematic review and meta-analysis**. Clin Nutr. 2019. 38(1):110-26.

COUTO, A. **Como os executivos podem acabar com o stress**. Tendência, n. 32, 1980.

DIAS, A.K.G.; XAVIER, M.S.; DODE, A.C. **O ruído na indústria da construção civil**. Rev. Pietra, 2016. 2(1): 56-71.

DONG, J.G. **The role of hearth rate variability in sports physiology**. Experimental and therapeutic medicine, 2016. v. 11, n. 5, p. 1531-1536.

FARAH, L.; RIBAS, M.R.; JUNIOR, N.W.; CENDON, R.V.; SALGUEIROSA, F.M.; BASSAN, J.C. **Use of Individual Devices for Measuring R-R Intervals and Heart Rate**. Journal of Exercise Physiology, 2017. v. 20, n. 4, p. 58-64.

FARIA, A.C.; NOBREGA, M.J.R. **Ruído ocupacional na Construção Civil**. Projectus, 2017. 1(3): 42-53.

FERREIRA, C.M.O. **Relação entre variáveis ocupacionais e o processo produtivo – Indústria extrativa a céu aberto**. 2011. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2011.

FONTES, A.P.; NERI, A.L.; YASSUDA, M.S. **Enfrentamento de estresse no trabalho: relações entre idade, experiência, auto eficácia e agência**. Psicologia, Ciência e Profissão, 2010. 30(3): 620-33.

FUNDACENTRO. **NHO 01 – Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. São Paulo: 2001. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/dominios/Publicacao/NHO01.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2020.

GIL, A.C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2017.

GUIDO, L.A. **Stress e coping entre enfermeiros de centro cirúrgico e recuperação anestésica**. Tese (Doutorado). Escola de enfermagem da USP. São Paulo, 2003.

GUYTON, A.C. **Fisiologia Humana**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. Rev. e Ampliada. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA – Unidade da Fundação Getúlio Vargas (FGV IBRE). **Revista digital de pesquisas econômicas**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://www.portalibre.fgv.br>. Acesso em: 11 jun. 2020.

INTERNATIONAL STRESS MANAGEMENT ASSOCIATION NO BRASIL (ISMA-BR). **Encontro Nacional de Qualidade no Serviço Público**. Porto Alegre: 2019.

ISING, H.; KRUPPA, B. **Health effects caused by noise: evidence in the literature from the past 25 years**. Noise Health, 2004. 6 (22): 5-13.

KOEPPEN, B.M.; STANTON, B.A. **Berne e Levy: Fisiologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

KRANZ, D.S.; MANUCK, S.B. **Acute psychophysiological reactivity and risk of cardiovascular disease**: A review and methodologic critique. *Psychol Bull*, 1984. 96: 435-64.

LAZARUS, R.S. Psychological stress in the workplace. *In*: R. Crandall, & P.L. Perrewe. (Org). **Occupational stress**: A Handbook. Washington: Taylor & Francis. 1995. p. 3-14.

LEVY, M.N.; SCHWARTZ, P.J. **Vagal control of the heart**: Experimental Basis and clinical implications. Armonk (NY): Futura, 1994.

LIMA, H.K.B. Qualidade de vida no trabalho e gestão de pessoas: limites e perspectivas. *In*: VII Congresso de Stress da ISMA-BR e IX Fórum Internacional de Qualidade de Vida no Trabalho. Porto Alegre. **Trabalho, Stress e Saúde**: gerenciamento eficaz – da teoria à ação. 2007.

LIPP, M. Stress: Conceitos Básicos. *In*: Lipp M. (Org). **Pesquisas Sobre Stress no Brasil**: saúde, ocupações e grupos de risco. São Paulo: Ed. Papyrus, 1996.

LONGHI, A. **Variabilidade da frequência cardíaca, estresse, ansiedade, e depressão em intensivistas**: um estudo nas unidades de terapia intensiva da cidade de Dourados, MS. 2009.

_____, MALAGRIS, L.N. O Stress Emocional e seu Tratamento. *In*: Range B. (Org). **Psicoterapias Cognitivo-comportamentais**: um diálogo com a psiquiatria. São Paulo: Artes Médicas, 2001.

MALIK, M. **Heart rate variability, Standarts of measurement, physiological interpretation, and clinica use**. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur. Hearth. J.*, 1996.17 (3) 354-381: PM 8737210.

MCARDLE, D.W.; KATCH, I.F.; KATCH, L.V. **Fisiologia do Exercício, Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. MENDES, E.G. **Conforme razões do coração**. *Estud. Av.*, 2001. v. 15, n. 41, p. 213-218.

MONAT, A.; LAZARUS, R.S.; GRETCHEN, R. **The Praeger handbook on stress and coping**. Westport: Praeger, 2007.

NETO, J.P.B. **Proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas da construção civil**. 1999. Tese (Doutorado em Administração). Faculdade de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

NETTO, A.V. **Construção Civil & Produtividade**: ganhe pontos contra o desperdício. São Paulo: Editora Pini, 1993.

NOVAIS, L.D.; SAKABE, D.I.; TAKAHASHI, A.C.M.; *et al.* **Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca em repouso em homens saudáveis e sedentários e de hipertensos e coronariopatas em treinamento físico**. Rev. Bras. Fisioterapia, 2004. 8(3): 207-13.

SEGURANÇA NO TRABALHO E ADMINISTRAÇÃO DE SAÚDE (OSHA). Agência Européia para a Segurança e Saúde no Trabalho. **Worker Safety Series, Protecting Yourself from Noise In Construction**. 2011. Disponível em: <http://www.osha.gov/Publications/3498noise-in-construction-pocket-guide.pdf>. Acesso em 07 mar.2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, **Departamento de Ações Programáticas Estratégicas**. Brasília: Ed. do Ministério da Saúde, 2006.

PASCHOAL, M.A.; PETRELLUZZI, K.F.S.; GONÇALVES, N.V.O. **Controle autonômico cardíaco durante a execução de atividade física dinâmica de baixa intensidade**. Rev. Soc. Cardiologia, 2003. 13 (5 supl A): 1-11.

PASCHOAL, T.; TAMAYO, A. **Escala de estresse no trabalho – EET**. Estudos de Psicologia, 2004. 9(1): 45-52.

PEIXOTO, N.H.; FERREIRA, L.S. **Higiene Ocupacional 1**. UFSM, CTISM. Santa Maria: Rede e-Tech Brasil, 2012.

POMMEREHN, J.; FILHA, V.A.V.S.; MIOLO, S.B.; FEDOSSE, E. **O ruído e a qualidade de vida na perspectiva de trabalhadores de postos de combustíveis**. Rev. CEFAC, 2016. 18(2): 377-384.

RAMOS, F.E.A.L.O.; LACERDA, A.B.M.; ALBIZU, E.J. **Trabalhadores do setor de manutenção hospitalar: proteção, sintomas auditivos e exposição à ruído**. Rev. CEFAC, 2018. 20(4): 503-514.

REIS, M.S.; DEUS, A.P.; SIMÕES, R.P.; ANICETO, I.A.V.; CATAI, A.M.; BORGHI-SILVA, A. **Autonomic control of heart rate in patients with chronic cardiorespiratory disease and in healthy participants at rest and during a respiratory sinus arrhythmia maneuver**. São Carlos (SP): Rev. Bras. de fisioterapia, 2010. v. 14, n. 2, p. 106-13.

REIS, R.S.; PETROSKI, E.L.; LOPES, A.S. **Medidas da atividade física**: Revisão de Métodos, 2000. v. 2, n. 1, p. 89-96.

RIBEIRO, J.P. **Heart rate variability as a tool for the investigation of the autonomic nervous system**. Rev. Bras. Hipertensão, 2005. 12 (1):14-20.

ROBBINS, S.P. **Comportamento organizacional**. São Paulo: Pearson Prendice Hall, 2005. p. 21.

RODRIGUES, M.V. **Qualidade de vida no trabalho: evolução e análise no nível gerencial**. 9. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

RODRIGUES, P.F.; ALVARO, A.L.T.; RONDINA, R. **Sofrimento no Trabalho na visão de Dejours**. Revista Científica Eletrônica de Psicologia, n. 4/7, 2006.

ROSSI, A.M. **Autocontrole: nova maneira de controlar o estresse**. Rio de Janeiro: Ed. Rosa dos Tempos, 1994.

SCHMIDT, D.R.C; *et al.* **Estresse ocupacional entre profissionais de enfermagem do bloco cirúrgico**. Texto & Contexto Enfermagem, 2009. 18(2): 330-7.

SELYE, H. **A syndrome produced by diverse nocuous agents**. Nature, n.138,32. 1936.

SILVA, J.L.L.; COSTA, F.S.; SOUZA, R.F.; SOUSA, J.L.S.; OLIVEIRA, R.S. **O ruído causando danos e estresse: possibilidade de atuação para a enfermagem do trabalho**. Avances en Enferm, 2014. 32(1): 124-138.

SILVA, L.P. **Efeitos do treinamento resistivo, isolado e após treinamento aeróbio, sobre a variabilidade da frequência cardíaca e a pressão arterial de homens com idades entre 40 e 60 anos**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SMITH, K.B.; SMITH, M.S. **Obesity Statistics**. Prim Care, 2016. 43(1):121-135.

STANLEY, R.; & BURROWS, G. Varieties and functions of human emotion. *In*: R.L. Payne; & C.L. Cooper. (Org). **Emotions at work: Theory, research and applications for management**. Chichester: John Wiley and Sons. 2001. p. 3-19.

SZTAJZEL, J. **Heart rate variability: A noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system**. Swiss Medical Weekly, 2004. v. 134, n. 35-36, p. 514-522.

TAMAYO, A.; *et al.* **Cultura e Saúde nas Organizações**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. **Heart Rate**

Variability Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. European Heart Journal, 1996. v. 17, p. 354-381.

UUSITALO, A.; METS, T.; MARTINMAKI, K.; MAUNO, S.; KINNUNEN, U.; *et al.* **Heart rate variability related to effort at work.** Appl. Ergon, 2011. 42(6): 830–8.

VANDERLEI, L.C.M.; PASTRE, C.M.; HOSHI, R.A.; CARVALHO, T.D.; GODOY, M. F. **Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica.** Rev. Brasileira de Cirurgia Cardiovascular, 2009. v. 24, n. 2, p. 205-217.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: MENSURAÇÃO DO ESTRESSE GERADO PELOS RUÍDOS NO CANTEIRO DE OBRAS EM TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Pesquisador: SERGIO LUIS HERNANDEZ MAYER. Endereço: Rua Bona Busnello, 54 – Bairro Jardim das Américas – Curitiba/PR. Fone: (041) 99192 7660

Orientador: PROF. DR. JULIO CESAR BASSAN

Local de realização da Pesquisa: Av. Kennedy, 1013 – Parolin – Curitiba/Pr.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE DA PESQUISA

1. Apresentação da pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa transversal, quali-quantitativa e descritiva. A identificação da amostra será feita com base na idade, peso, estatura e IMC. Serão avaliados 30 trabalhadores da construção civil do sexo masculino com faixa etária de 18 a 59 anos, onde 5% de erro amostral e 95% de nível de confiança.

2. Objetivos da pesquisa:

Avaliar o estresse durante a jornada de trabalho.

3. Participação na pesquisa:

Você fará parte de uma pesquisa sobre o estresse físico e emocional por meio de um questionário e da mensuração da variabilidade da frequência cardíaca, além da influência do ruído durante a jornada de trabalho.

4. Confidencialidade:

Os pesquisadores garantem manter sigilo sobre todos os dados da pesquisa que possam identificar o participante da pesquisa, estando os mesmos codificados durante todo o processo da pesquisa. A privacidade dos participantes da pesquisa será respeitada.

5. Desconfortos, riscos e benefícios:

5.1) Desconfortos e/ou riscos: Haverá condições mínimas de constrangimento. Vale ressaltar que se trata de uma intervenção não invasiva, onde não haverá nenhum risco para o participante da pesquisa, pois não possuirá interferência na atividade profissional e o risco está relacionado a dinâmica de trabalho.

5.2) Benefícios: O benefício está em poder realizar o levantamento da condição do ruído e o risco à saúde do trabalhador no ambiente de trabalho, podendo contribuir para a integridade dos profissionais e fornecer subsídios aos empregadores para melhores condições de trabalho.

6. Critérios de inclusão e exclusão:

6.1) Inclusão: Qualquer trabalhador que esteja devidamente efetivado na empresa e manifeste o interesse em participar da pesquisa.

6.2) Exclusão: Qualquer trabalhador que manifeste o desejo de abandonar o projeto ou que apresente desconforto ou, ainda, tenha restrição médica quanto a participação.

7. Direito de sair da pesquisa e esclarecimentos durante o processo:

Você tem o direito de sair da pesquisa em qualquer momento desejado, tanto quanto o direito de obter informações sobre a pesquisa, assim como todos os procedimentos da mesma.

8. Ressarcimento ou indenização:

As leis de nosso país não permitem pagamento ou remuneração para participar de estudos científicos, porém caso ocorra alguma situação durante a coleta de dados que

gere custo ao participante da pesquisa, este será de responsabilidade do pesquisador como as demais despesas.

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____

RG: _____ Data de nascimento
____/____/____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Telefone: _____

Assinatura: _____ Data:
____/____/____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas e o cumprimento das exigências contidas na Resolução 466/2012.

Assinatura pesquisador: _____ Data:
____/____/____

Nome completo: _____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com _____, via email: _____ ou por telefone: _____

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do participante da pesquisa:

CEP – Comitê de Ética e Pesquisa Av. Presidente Wenceslau Braz, 1172 - Guaíra – Curitiba/PR - Fone (41) 3213-5200 cep@dombosco.sebsa.com.br

OBS: este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao participante da pesquisa.

Assinatura do pesquisador

Assinatura do participante da pesquisa

APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO

1. DADOS PESSOAIS

NOME:		
IDADE:		
DATA DE NASCIMENTO:		
SEXO:		
GRAU ESCOLARIDADE:		
MÉDIA DE SONO DIÁRIO:		
PRÁTICA EXERCÍCIO FÍSICO	() SIM	() NÃO
QUANTAS HORAS POR SEMANA:		
QUANTO BEBE DE ÁGUA POR DIA:		

2. DADOS LABORAIS

FUNÇÃO ATUAL:		
TEMPO DE SERVIÇO:		
JÁ REALIZOU TESTE AUDIOMÉTRICO	() SIM	() NÃO
TEVE ALGUMA ALTERAÇÃO	() SIM	() NÃO
USA PROTETOR AURICULAR NO TRABALHO	() SIM	() NÃO

3. AGRAVO DE SAÚDE

DOR DE CABEÇA FREQUENTE	() SIM	() NÃO
ZUMBIDO	() SIM	() NÃO
IRRITAÇÃO COM SOM ALTO	() SIM	() NÃO
DOR DE OUVIDO	() SIM	() NÃO
NECESSIDADE AUMENTAR VOLUME TV E OUTROS	() SIM	() NÃO
DIFICULDADE COMPREENSÃO FALA COM OUTROS	() SIM	() NÃO
PROBLEMAS GÁSTRICOS	() SIM	() NÃO
COMPLICAÇÃO NO SONO	() SIM	() NÃO
PRESSÃO ARTERIAL ALTERADA	() SIM	() NÃO

4. DADOS PARTICIPANTE DA PESQUISA

PESO (Kg)	
ALTURA (M)	
ÍNDICE DE MASSA CORPORAL (IMC)	
PA SISTÓLICA (mmHg)	
PA DIASTÓLICA (mmHg)	
FCR (BPM)	

5. DADOS AMBIENTE

TEMPERATURA AMBIENTE (graus C)	
UMIDADE AMBIENTE (g/Kg)	
RUÍDO AMBIENTE (dB)	

APÊNDICE C - AUTORIZAÇÃO DA EMPRESA

Curitiba, 15 de Junho de 2020.

AUTORIZAÇÃO

A/C

Sr. Sergio Luís Hernandez Mayer

Curitiba – Paraná

Prezados Senhores,

Concordamos plenamente com o desenvolvimento do Projeto de Mensuração de Estresse em nossos canteiros de obras, bem como os ensaios de amostragem a serem realizados junto aos nossos colaboradores. A referida coleta de dados se realizará através do Sr. Sergio Luís Hernandez Mayer, o qual terá total liberdade de nossa parte para desenvolver a pesquisa.

Faz-se necessário citar que os resultados deste Projeto, são do maior interesse para nossa Empresa, bem como, um avanço para se criar melhores condições ambientais de trabalho na Construção Civil.

Cordialmente,

DH CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES LTDA

Eng. João Gualberto D'Agnoluzzo

ANEXO A

ESCALA DE ESTRESSE NO TRABALHO

Abaixo estão listadas várias situações que podem ocorrer no dia a dia de seu trabalho. Leia com atenção cada afirmativa e utilize a escala apresentada a seguir para dar sua opinião sobre cada uma delas.

1	2	3	4	5
Discordo Totalmente	Discordo	Concordo em parte	Concordo	Concordo Totalmente

Para cada item, marque o número que melhor corresponde à sua resposta.

- Ao marcar o número 1 você indica discordar totalmente da afirmativa
- Assinalando o número 5 você indica concordar totalmente com a afirmativa
- Observe que quanto **menor** o número, mais você **discorda** da afirmativa e quanto **maior** o número, mais você **concorda** com a afirmativa

A forma como as tarefas são distribuídas em minha área tem me deixado nervoso	1	2	3	4	5
O tipo de controle existente em meu trabalho me irrita	1	2	3	4	5
A falta de autonomia na execução do meu trabalho tem sido desgastante	1	2	3	4	5
Tenho me sentido incomodado com a falta de confiança de meu superior sobre o meu trabalho	1	2	3	4	5
Sinto-me irritado com a deficiência na divulgação de informações sobre decisões organizacionais	1	2	3	4	5
Sinto-me incomodado com a falta de informações sobre minhas tarefas no trabalho	1	2	3	4	5
A falta de comunicação entre mim e meus colegas de trabalho deixa-me irritado	1	2	3	4	5
Sinto-me incomodado por meu superior tratar-me mal na frente de colegas de trabalho	1	2	3	4	5
Sinto-me incomodado por ter que realizar tarefas que estão além de minha capacidade	1	2	3	4	5
Fico de mau humor por ter que trabalhar durante muitas horas seguidas	1	2	3	4	5
Fico irritado com discriminação/favoritismo no meu ambiente de trabalho	1	2	3	4	5
Tenho me sentido incomodado com a deficiência nos treinamentos para capacitação profissional	1	2	3	4	5
Fico de mau humor por me sentir isolado na organização	1	2	3	4	5
Fico irritado por ser pouco valorizado por meus superiores	1	2	3	4	5
As poucas perspectivas de crescimento na carreira tem me deixado angustiado	1	2	3	4	5
Tenho me sentido incomodado por trabalhar em tarefas abaixo do meu nível de habilidade	1	2	3	4	5
A competição no meu ambiente de trabalho tem me deixado de mau humor	1	2	3	4	5

A falta de compreensão sobre quais são minhas responsabilidades neste trabalho tem causado irritação	1	2	3	4	5
Tenho estado nervoso por meu superior me dar ordens contraditórias	1	2	3	4	5
Sinto-me irritado por meu superior encobrir meu trabalho bem feito diante de outras pessoas	1	2	3	4	5
O tempo insuficiente para realizar meu volume de trabalho deixa-me nervoso	1	2	3	4	5
Fico incomodado por meu superior evitar me incumbir de responsabilidades importantes	1	2	3	4	5

Fonte: Paschoal; Tamayo (2004)

ANEXO B

Tabela da máxima exposição diária de ruídos permissíveis

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

Fonte: Norma Regulamentadora NR 15

ANEXO C



1/1

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO NÚMERO: I2511/2020

Ordem de serviço número: 0751/2020 Item: 01
 Período de calibração: 14/10/2020 a 14/10/2020
 Data de emissão do certificado: 15/10/2020

Contratante: SÉRGIO LUIS HERNANDEZ MAYER
 Rua Dr. Goulart, 649 - Curitiba / PR

Características do instrumento sob calibração

Instrumento: Medidor multifunções Fabricante: Instrutherm
 Modelo: THDL-400 N° de série: 09042525 (09122200559800)
 TAG: 091191

Norma de referência: *
 Tipo: *
 Ponderação temporal: Slow
 Ponderação em frequência: A
 Faixa de medição: 35 a 130 dB

Procedimentos de calibração

IC-45

Método utilizado

Comparação contra calibrador acústico

Padrões utilizados

TAG	Descrição	Certificado	Validade
ITF-05	CONTADOR E GERADOR DE FREQUÊNCIA COM BASE DE TEMPO CALIBRADA	LE262515	07/2022
IAC-03	CALIBRADOR DE NÍVEL SONORO	5501-2019	09/2021

Observações

Os resultados estão contidos nas tabelas a seguir, que relacionam os valores indicados pelo instrumento sob calibração com os valores obtidos por meio de comparação com os padrões em 3 ciclos de medição, bem como as incertezas de medição estimadas (U).

A incerteza expandida de medição relatada (U) é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência (k), para uma distribuição de probabilidade t-student, com graus de liberdade efetivos (Veff) correspondentes a um nível de confiança de aproximadamente 95%. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com o "Guia para Expressão da Incerteza de Medição".

Legendas

VR = Valor de referência indicado pelo padrão
 VT = Média dos valores indicados pelo instrumento sob calibração
 Erro = Erro de indicação do instrumento sob calibração (VT-VR)

U = Incerteza expandida de medição
 k = Fator de abrangência

Temperatura durante a calibração

23±2 °C

Umidade relativa durante a calibração

50±20 %

Calibração executada por:

André de Almeida Prado

Resultados - Acústica - Nível de sensibilidade

Faixa	Amplitude	Frequência	VR (dB)	VT (dB)	Erro (dB)	U (dB)	k
35 - 100 dB	94 dB	1000 Hz	93,93	93,4	-0,5	0,2	2,07
			93,93	93,5	-0,4	0,2	2,07
65 - 130 dB	114 dB		114,15	114,7	0,5	0,2	2,07

Resultados - Elétrica - Resposta em frequência (65 a 130 dB)

Amplitude	Frequência	VR (dB)	VT (dB)	Erro (dB)	U (dB)	k
94 dB	125 Hz	77,9	81,9	4,0	0,2	2,16
	250 Hz	85,4	89,2	3,8	0,2	2,16
	500 Hz	90,8	92,8	2,0	0,2	2,03
	1000 Hz	94,0	94,0	0,0	0,2	2,00
	2000 Hz	95,2	94,0	-1,2	0,2	2,03
	4000 Hz	95,0	92,9	-2,1	0,2	2,03
	8000 Hz	92,9	89,0	-3,9	0,2	2,03
	12500 Hz	89,7	78,8	-10,9	0,3	2,52

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item calibrado.
 A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

ANEXO D



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º 1313

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o N.º CAL0383.

Emissão: 16/10/2020

Instrumento: TERMO-HIGRO DECIBELÍMETRO
 Solicitante: Sergio Luis Hernandez Mayer
 Endereço: Rua Bona Busnelo 54 - Curitiba - PR
 Interesse: O mesmo
 Endereço: O mesmo
 Fabricante: Instrutherm
 Código: 1313
 Faixa de Medição: -20°C a 200°C / 25%ur a 95%ur
 Menor divisão: 0,1°C / 0,1%ur
 Local de Calibração: Laboratório de Temperatura e Umidade - Centro de Calibração Pensu Exactu

Nº do Processo: 1313
 Data Entrada: 07/10/20
 Data calibração: 08/10/20

Procedimento:

A calibração foi realizada conforme procedimento PET - 033 Rev.06, em cinco ciclos de medição pelo método da comparação direta.

Rastreabilidade:

Padrão	Nº do Certificado	Validade
Termohigrômetro de referência - EPE-115	178390/19_15 (CAL0056)	10/2020

Condições ambientais do laboratório: Temperatura (23 ± 5) °C e Umidade (45 a 70) % ur

Resultados:

TEMPERATURA OUT (°C)							
Ponto de Calibração	VALOR INDICADO	VALOR DE REFERÊNCIA	ERRO MÉDIO	INCERTEZA DE MEDIÇÃO	K	V _{eff}	
15	14,80	15,24	-0,44	0,42	2,00	>1000	
20	18,64	20,29	-1,65	0,41	2,00	>1000	
30	29,94	29,57	0,37	0,41	2,00	>1000	
UMIDADE RELATIVA SENSOR IN (% ur)							
Temperatura de referência	Ponto de Calibração	VALOR INDICADO	VALOR DE REFERÊNCIA	ERRO MÉDIO	INCERTEZA DE MEDIÇÃO	K	V _{eff}
15°C	30	35,20	30,65	4,55	2,7	2,00	>1000
20°C	55	62,64	54,56	8,08	2,7	2,00	>1000
30°C	80	87,02	80,42	6,60	3,1	2,00	>1000

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

Henrique Moll Mayer
 Signatário Autorizado

Este certificado é válido exclusivamente para objeto calibrado descrito nas condições especificadas, não sendo extensivo a quaisquer lotes, mesmo que similares. Não é permitida a reprodução parcial deste certificado.