

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

KALINE ARAUJO DE OLIVEIRA

**IMPACTO DO TRABALHO NA FORÇA E FADIGA
MUSCULOESQUELÉTICA DE PEDREIROS: UMA ANÁLISE
ELETROMIOGRÁFICA**

DISSERTAÇÃO

**PONTA GROSSA
2019**

KALINE ARAUJO DE OLIVEIRA

**IMPACTO DO TRABALHO NA FORÇA E FADIGA
MUSCULOESQUELÉTICA DE PEDREIROS: UMA ANÁLISE
ELETROMIOGRÁFICA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Ponta Grossa-PR.

Orientador: Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski

Co-orientador: Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula Xavier

**PONTA GROSSA
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa
n.43/2019

O48 Oliveira, Kaline Araujo de

Impacto do trabalho na força e fadiga musculoesquelética de pedreiros : uma
análise eletromiográfica / Kaline Araujo de Oliveira. – 2019.
145 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski
Coorientador: Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula Xavier

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, Ponta Grossa, 2019.

1. Ergonomia. 2. Fadiga. 3. Eletromiografia. 4. Tijolos - Assentamento. 5.
Construção civil. I. Michaloski, Ariel Orlei. II. Xavier, Antonio Augusto de Paula. III.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Título.

CDD 670.42



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº 337/2019

IMPACTO DO TRABALHO NA FORÇA E FADIGA MUSCULOESQUELÉTICA DE PEDREIROS: UMA ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA

por

Kaline Araujo de Oliveira

Esta dissertação foi apresentada às **16h00** de **27 de março de 2019** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, com área de concentração em Gestão Industrial, linha de pesquisa em Ergonomia em Processos Produtivos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Sergio Okida (UTFPR)

Prof. Dr. Aldo Braghini Junior (UTFPR)

Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco
(UTFPR)

Prof. Dr. Ariel Orlei Micholoski (UTFPR)
Orientador e Presidente da Banca

Prof. Dr. Antônio Carlos de Francisco
Coordenador do PPGEP
UTFPR - Campus Ponta Grossa

A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO DE REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR – CÂMPUS PONTA GROSSA

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais, irmão e avó, pelos momentos de ausência, mas principalmente pelos momentos que eles foram rocha em minha vida, acreditando que ao final tudo daria certo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ouvir todas as minhas orações e uma a uma responder em Seu tempo certo, aumentando minha fé. Obrigada Senhor meu Deus, por não me abandonar e fazer parte da minha vida.

À minha família, especialmente a duas grandes mulheres, base de educação, perseverança e fé, minha avó Hermelinda e tia Vanilda. Agradeço ao meu irmão, Felipe, por comemorar cada vitória e acreditar em mim sempre. Obrigada a todos por entenderem todo o tempo longe de casa e mesmo assim se fizerem presentes.

Aos meus pais, Marisa e Evacir, por tudo que fizeram e ainda fazem por mim. Obrigada por me ensinarem a caminhar e assim poder seguir meus próprios passos, pela educação que me deram e por sempre estarem ao meu lado, tanto nas alegrias como nos momentos difíceis. Tenho muito orgulho de ser filha de vocês e muita admiração pelos pais que tenho. Amo muito vocês!

Ao meu orientador, Ariel e ao meu coorientador Antonio Xavier, por todo auxílio, paciência, confiança, discussões e reflexões que foram fundamentais ao longo de todo o percurso de desenvolvimento da dissertação.

Ao LabErgo, pela troca de informações, auxílio em momentos de dúvidas, pelos cafés e almoços diários e a cada alegria compartilhada. Em especial agradeço aos mais chegados, Bianca, Ana Cristina e André, obrigada por tudo!

Aos meus amigos, os de longe e aqueles que estão sempre presentes. Obrigada por serem minha família, por cada risada e cada ensinamento. Em especial agradeço aos de longe Mayara, Arielly e Carolina, e aos de perto, Camila, Bethânia, Vitor, Reginaldo, Luís e Maria Carolina. Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa e desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas que podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Aos professores do PPGEF e aos servidores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR e por fim, deixo meus agradecimentos a Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior - CAPES pelo subsídio financeiro (Código de Financiamento 001) para o desenvolvimento desta pesquisa e a todos que ainda não foram citados, mas que em algum momento colaboraram para a potencialização deste trabalho.

“Eu gosto do impossível porque lá a
concorrência é menor.”
(DISNEY, Walt, 1965)

RESUMO

OLIVEIRA, Kaline Araujo de. **Impacto do trabalho na força e fadiga musculoesquelética de pedreiros: uma análise eletromiográfica.** 2019. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

Com os avanços tecnológicos o estudo da fisiologia humana e as análises ergonômicas dos meios ambientes laborais vem ganhando notoriedade, principalmente em trabalhos que necessitam de um esforço físico mais intenso. Diante deste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a alteração de força e a atividade eletromiográfica dos músculos (flexor superficial dos dedos, flexor radial do carpo, bíceps braquial) de pedreiros que realizam o assentamento de tijolos, antes e após a jornada de trabalho. O método de pesquisa caracterizou-se como exploratório baseada na abordagem quantitativa, desenvolvida por meio de entrevistas, teste de aferição de força, avaliação eletromiográfica de superfície e mensuração da produção. Os participantes foram escolhidos de forma aleatória nas empresas de construção civil, sendo que os mesmos deveriam estar executando a atividade de assentamento de tijolos. A coleta de dados foi dividida em quatro etapas: aplicação do protocolo de coleta de dados; aferição da força pelo dinamômetro; realização de eletromiografia de superfície; e mensuração da produção diária da mão de obra da alvenaria. Participaram 32 trabalhadores que foram submetidos a entrevistas e questionários, dinamometria lombar, avaliação eletromiográfica de superfície e mensuração da produção. Os resultados mostraram que, os valores da dinamometria lombar apresentaram uma queda após a jornada de trabalho e a eletromiografia de superfície permitiu elucidar a tendência à fadiga mioelétrica nos trabalhadores e a diminuição da frequência de ativação das fibras musculares ao longo da tarefa, sendo que, a maior demanda durante a tarefa foi o flexor radial do carpo direito e o bíceps braquial direito, embora o flexor superficial dos dedos esquerdo mostrou uma tendência a fadiga. Deste modo, este estudo contribuiu para a temática de utilizar a tecnologia de análises eletromiográficas para buscar um indicativo de fadiga muscular em pedreiros.

Palavras-chave: Utilização muscular. Capacidade para o trabalho. Assentamento de tijolos.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Kaline Araujo de. **Impact of work on strength and musculoskeletal fatigue of masons: an electromyographic analysis.** 2019. 145 p. Dissertation (Masters in Production Engineering) - Federal University of Technology - Paraná, Ponta Grossa, 2019.

With technological advances, human physiology study and ergonomic analysis of the work environment has been gaining notoriety, especially in jobs that require intense physical effort. Based on this context, this study aimed to evaluate the change in strength and electromyographic activity of the muscles (flexor digitorum superficialis, flexor carpi radialis, biceps brachii) of builders who perform brick laying, before and after the workday. The research method was characterized as exploratory based on the quantitative approach, developed through interviews, strength-testing, surface electromyographic evaluation and production measurement. Participants were chosen randomly in construction companies, and the builders needed to be working with masonry activities. The data collection was divided in four steps: data collection protocol application; strength measurement by dynamometer; performing surface electromyography; and daily production masonry labor measurement. Thirty-two workers were submitted to interviews and questionnaires, lumbar dynamometry, surface electromyographic evaluation and production measurement. The results have shown that the values of the lumbar dynamometry decreased after the workday and the surface electromyography allowed to elucidate the tendency to the myoelectric fatigue in the workers and the decrease of the muscular fibers activation frequency throughout the task, the greatest demand during the task was the right flexor of the right carpus and the right biceps brachii, although the left fingers superficial flexor has shown a tendency to fatigue. Thus, this study contributed to the thematic of using electromyographic analysis technology to search for an muscle fatigue indicative in builders.

Keywords: Muscle utilization. Ability to work. Masonry work.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Divisão dos músculos do braço em vista anterior e vista posterior	24
Figura 2 - Divisão dos músculos do antebraço em vista anterior e vista posterior	25
Figura 3 - Representação do processo de propagação de PA e registro de PAUMs por meio da superfície da pele	32
Figura 4 - Etapas de aquisição e pré-processamento do sinal de EMGs	34
Figura 5 - Processo de Transformação	44
Figura 6 - Planejamento da Pesquisa.....	48
Figura 7 - Movimentos de torção de tronco na tarefa de assentamento de tijolos	52
Figura 8 - Dinamômetro e posicionamento de flexão de tronco na coleta com dinamômetro	53
Figura 9 - Equipamento eletromiográfico.....	54
Figura 10 - Eletrodo descartável utilizado	54
Figura 11 - Posicionamento dos eletrodos no flexor superficial dos dedos esquerdo, no flexor radial do carpo direito e bíceps braquial direito ...	55
Figura 12 - Posicionamento dos eletrodos de referência no cotovelo esquerdo e direito.....	55
Figura 13 - Demonstração da pega da anilha de 5kg.....	56
Figura 14 - Sustentação do peso de 5 kg.....	56
Figura 15 - Nível de exaustão física dos participantes	60
Figura 16 - Nível de exaustão mental dos participantes.....	61
Figura 17 - Nível de prevalência de cansaço antes do trabalho	61
Figura 18 - Relação de noites bem dormidas.....	62
Figura 19 - Tempo de horas para recuperação	62
Figura 20 - Escala Borg - antes da jornada de trabalho	63
Figura 21 - Escala Borg - após a jornada de trabalho	63
Figura 22 - Comparação Escala Borg antes e após jornada de trabalho	64
Figura 23 - Resultado final do ICT da amostra.....	66
Figura 24 - Comparação das médias dos valores da dinamometria antes e após a realização da tarefa	69
Figura 25 - Valores médios de RMS e da percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho	75
Figura 26 - Relação entre FM antes e após jornada	76
Figura 27 - Valores médios de RMS e da percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho	81
Figura 28 - Relação de FM antes e após o trabalho.....	81
Figura 29 - Valores médios de RMS e da percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho	85
Figura 30 - Relação entre FM antes e após o trabalho	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Avaliação subjetiva do esforço físico percebido por meio da escala de Borg.....	26
Quadro 2 - Escore final das respostas, nível de capacidade e medidas necessárias	42
Quadro 3 - Itens abrangidos pelo ICT, número de questões e escore das respostas.....	42
Quadro 4 - Avaliação subjetiva do Esforço percebido através da escala Borg.....	50
Quadro 5 - Itens do ICT e seus respectivos números de questões e escore de respostas.....	51
Quadro 6 - Escore final das respostas e nível de capacidade, respectivamente.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise do teste de postos - Escala Borg	65
Tabela 2 - Análise da comparação entre as médias.....	65
Tabela 3 - Resultado final do ICT da amostra	66
Tabela 4 - Correlações entre as variáveis	67
Tabela 5 - Valores médios e desvio padrão da força aplicada no dinamômetro antes e após a jornada de trabalho	68
Tabela 6 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	69
Tabela 7 - Teste de amostras emparelhadas - Dina 1 e Dina 2	70
Tabela 8 - Valores da mediana e intervalos interquartis da amplitude RMS do sinal eletromiográfico antes e após jornada de trabalho.....	71
Tabela 9 - Valores da mediana e intervalos interquartis da percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após jornada de trabalho.....	72
Tabela 10 - Valores da mediana e intervalos interquartis da frequência mediana do sinal eletromiográfico antes e após jornada de trabalho.....	72
Tabela 11 - Valores dos tamanhos de efeito e significâncias dos músculos	73
Tabela 12 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra (Perc_RMS_final e Perc_RMS_inicial).....	73
Tabela 13 - Análise de teste de postos (Perc_RMS_final e Perc_RMS_inicial)	74
Tabela 14 - Comparação das variáveis por meio da média.....	75
Tabela 15 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	76
Tabela 16 - Teste amostras emparelhadas - Superficial dos dedos.....	77
Tabela 17 - Valores médios e desvio padrão da frequência mediana do sinal eletromiográfico antes e após a jornada de trabalho.....	78
Tabela 18 - Valores do ajuste do modelo de regressão, significâncias da ANOVA e dos coeficientes no músculo Superficial dos Dedos esquerdo	78
Tabela 19 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	79
Tabela 20 - Teste de amostras emparelhadas	79
Tabela 21 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	81
Tabela 22 - Teste de amostras emparelhadas	82
Tabela 23 - Valores médios e desvio padrão da frequência mediana do sinal eletromiográfico antes e após a jornada de trabalho.....	82
Tabela 24 - Valores do ajuste do modelo de regressão, significâncias da ANOVA e dos coeficientes no músculo Flexor Radial do Carpo direito	83
Tabela 25 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	83
Tabela 26 - Teste de amostras emparelhadas	84
Tabela 27 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	85
Tabela 28 - Teste de amostras emparelhadas	87
Tabela 29 - Valores médios e desvio padrão da frequência mediana do sinal eletromiográfico antes e após a jornada de trabalho.....	87
Tabela 30 - Valores do ajuste do modelo de regressão, significâncias da ANOVA e dos coeficientes no músculo Bíceps Braquial direito	87

LISTA DE ACRÔNIMOS

ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
CNI	Confederação Nacional da Indústria
EEC	Eletroencefalografia
EMG	Eletromiografia
EMGs	Eletromiografia de Superfície
FC	Frequência Cardíaca
HLQ	<i>Health and Labor Questionnaire</i>
ICT	Índice da Capacidade para o Trabalho
IEA	<i>International Ergonomics Association</i>
IEMG	Eletromiografia Integrado
NASATLX	Índice de Carga <i>NASATask</i>
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
NR	Norma Regulamentadora
PIB	Produto Interno Bruto
QC	<i>Quantity and Quality Instrument</i>
SELF	<i>Société d'Ergonomie de Langue Française</i>
SENIAM	<i>Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles</i>
SWAT	Avaliação da Carga de Trabalho
WAI	<i>Work Ability Index</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

μV	Microvolts
AAC	Amplitude Média
ACh	Acetilcolina
Ca^{++}	Íons de Cálcio
CVM	Contração Voluntária Máxima
FC	Frequência Cardíaca
Hh	Homem.hora
Hz	<i>Hertz</i>
kgf	Quilograma-força
m^2	Metro quadrado
MAV	Média do Valor Absoluto
MF	Frequência Mediana
MN	Frequência Média
MNP	Potência Média
MO	Mão de obra
MUAP	<i>Motor Unity Action Potential</i>
mV	Milivolts
PAs	Potenciais de Ação
PAUMs	Potenciais de Ação de Unidade Motora
PKF	Frequência de Pico
RMS	<i>Root Mean Square</i>
SSI	Integral Simples Quadrada
TTP	Potência Total
UMs	Unidades Motoras
VAR	Variância da Eletromiografia
WL	Comprimento de Onda

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 JUSTIFICATIVA.....	17
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	18
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 ERGONOMIA	20
2.2 TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
2.2.1 Tarefa de Alvenaria	23
2.2.2 Membros Superiores	24
2.3 ALTERAÇÃO MUSCULAR	25
2.3.1 Eletromiografia	29
2.3.1.1 Eletromiografia na construção civil	37
2.4 CAPACIDADE DO TRABALHO	39
2.4.1 <i>Work Ability Index</i>	40
2.5 PRODUTIVIDADE	44
3 METODOLOGIA	47
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	47
3.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA.....	47
3.3 COLETA DE DADOS	49
3.3.1 Perfil da Amostra	49
3.3.2 Aferição da Força	52
3.3.3 Avaliação Eletromiográfica de Superfície	53
3.3.4 Mensuração da Produção Diária da Mão de Obra da Alvenaria	57
3.4 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS	58
4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS	60
4.1 PERFIL DA AMOSTRA.....	60
4.2 AFERIÇÃO DA FORÇA	68
4.3 AVALIAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA DE SUPERFÍCIE	70
4.3.1 EMGs: Resultados Gerais das Análises	71
4.3.2 EMGs: Resultados Detalhados, Músculo a Músculo	73

4.4 MENSURAÇÃO DA PRODUÇÃO DIÁRIA DA MÃO DE OBRA DA ALVENARIA	88
5 DISCUSSÕES	89
5.1 PERFIL DA AMOSTRA	89
5.2 AFERIÇÃO DE FORÇA	91
5.3 AVALIAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA DE SUPERFÍCIE	91
5.4 PRODUÇÃO DIÁRIA	93
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
REFERÊNCIAS	95
APÊNDICE A – Construção do Portfólio Bibliográfico	105
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Consentimento para uso de Imagem e Som de Voz (TCUISV)	108
APÊNDICE C – Perfil da Amostra – Bloco I	114
APÊNDICE D – Análise Detalhada – Bloco I – Perfil do Trabalhador	116
APÊNDICE E – Bloco II – Respostas Escala Borg	120
APÊNDICE F – Bloco III – Respostas do Questionário de Índice da Capacidade de Trabalho – Tuomi et. al (2010) – Análise Detalhada	123
APÊNDICE G – Aferição de Força – Detalhamento Dados	128
APÊNDICE H – Valores do Músculo Flexor Superficial dos Dedos Esquerdo	130
APÊNDICE I – Valores do Músculo Flexor Radial do Carpo Direito	133
APÊNDICE J – Valores do Músculo Bíceps Braquial Direito	136
APÊNDICE K – Mensuração da Produtividade da Mão de Obra	139
ANEXO A – Perfil da Amostra – Bloco II – Escala Borg	141
ANEXO B – Perfil da Amostra – BLOCO III – Questionário Índice de Capacidade para o Trabalho – Tuomi et. al (2010)	143

1 INTRODUÇÃO

A atividade no canteiro de obras exige movimentos repetitivos e manuseio de cargas, caracterizando-a como um trabalho pesado que dificulta padrões posturais corretos, exigindo assim, o uso excessivo da musculatura do trabalhador.

De acordo com ZHANG *et al.* (2015), o uso excessivo da musculatura pode acarretar distúrbios musculoesqueléticos e alterar a capacidade física natural destes trabalhadores. Complementando a ideia, Meerding *et al.* (2005) afirmam que estes distúrbios são uma das principais causas de perda de produtividade no trabalho.

Embora o foco seja os distúrbios musculoesqueléticos, alguns estudos destacam que deveriam existir análises diferentes destes trabalhadores. Exemplos disso são as abordagens voltadas aos horários de turnos, efeitos de hora extras, necessidade de recuperação, esgotamento emocional, insatisfação do trabalho e alteração fisiológica (BOSCHMAN *et al.*, 2010; BOSCHMAN *et al.*, 2012; BOSCHMAN *et al.*, 2014; SEBASTIANO *et al.*, 2017).

Segundo Joshi, Sharma e Rastogi (2012), os riscos associados ao desempenho da função, sejam eles por motivos de altura, disposição de material e equipamentos, repetitividade ou até mesmo por torção de tronco e entre outros, podem afetar a fisiologia dos trabalhadores, sua distribuição anatômica e o aumento do nível de fadiga muscular.

Estudos voltados à avaliação da fisiologia dos trabalhadores vem sendo aprofundados e compenetrados a utilizar os avanços tecnológicos ao seu favor (PHINYOMARK; PHUKPATTARANONT; LIMSAKUL, 2012).

A principal motivação deste trabalho foi utilizar a tecnologia de análises eletromiográficas para buscar um indicativo de fadiga muscular de pedreiros que estavam realizando a tarefa de assentamento de tijolos.

A compreensão do trabalho dentro do contexto da gestão industrial, a partir das necessidades locais e segundo as exigências legais é uma maneira de colaborar para equacionar os problemas ergonômicos que afetam os trabalhadores da construção civil.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Como a eletromiografia de superfície contribui para análise de alteração de força e fadiga muscular na atividade de assentamento de tijolos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a alteração de força e a atividade eletromiográfica dos músculos (flexor superficial dos dedos, flexor radial do carpo, bíceps braquial) de pedreiros que realizam o assentamento de tijolos, antes e após a jornada de trabalho.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Quantificar a força de membros superiores ao longo da jornada de trabalho;
- Determinar a fadiga muscular dos membros superiores ao longo da jornada de trabalho;
- Verificar o esforço subjetivo ao longo da jornada de trabalho;
- Mensurar produtividade e a capacidade do trabalho que possam interferir na jornada de trabalho;

1.3 JUSTIFICATIVA

Os primeiros artigos que envolveram análises eletromiográficas foram datados na década de 1940 e um crescimento desta literatura mostra que a compreensão dos procedimentos usados para gravar o sinal eletromiográfico e dos métodos de análise precisam ser ampliados para a compreensão dos estudos de fisiologia humana e análises ergonômicas (CIFREK *et al.*, 2009; KAMEN; GRABRIEL, 2015).

A utilização dos avanços da tecnologia de eletromiografia de superfície tem notoriedade para a área da construção civil, devido a existência das alterações musculares dos trabalhadores, motivo este que fortalece a relevância acadêmica deste estudo (HABES; GRANT, 1997; LI, 2003; ANTON *et al.*, 2005; ANDERSON *et al.*, 2007; DAVIS *et al.*, 2010; TRASK *et al.*, 2010; JIA, KIM; NUSSBAUM, 2011;

ANTON; MIZNER; HESS; 2013; UMER *et al.*, 2017; BRANDT *et al.*, 2018; EILERTSEN; MERRYWEATHER; ROUNDY, 2018).

Além disto, de acordo com a NR 17 (2018), as análises das cargas internas e as estimativas das alterações musculares em trabalhadores que estão expostos à riscos ergonômicos são importantes para os estudos de saúde e segurança dos trabalhadores.

O trabalho realizado em construções, devido à sua natureza física, geralmente tem consequências para a saúde e as doenças musculoesqueléticas são as patologias mais comuns neste setor (ROJA *et al.*, 2016; VONDRÁČKOVÁ, VOĽTOVÁ; NÝVLT 2016). Em conformidade a isto, o Ministério do Trabalho (2017) afirmou que o setor da construção civil apresentou em 2016 uma frequência de 3.773 afastamentos. Neste sentido, este trabalho fundamenta-se na relevância social direcionada para a medicina preventiva e ocupacional que ajuda as pessoas a compreender as suas capacidades e limitações, resultando em um ambiente laboral saudável sem expor o colaborador a altos riscos.

Tendo em vista que o bem-estar dos funcionários e a relação das estratégias de gestão da capacidade são relevantes e pouco discutidas de forma a integrar estes dois tópicos, a compreensão dentro do contexto e relevância industrial poderá minimizar a lacuna existente, dependendo das tratativas dos resultados físicos e psicológicos produzidos. Alghadir e Anwer (2015), afirmam que as avaliações entre repetitividade, velocidade de contração e relaxamento muscular, fadiga e força devem ser desenvolvidas para beneficiar o ambiente laboral dos trabalhadores.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho limita-se a construção civil cujo estudo foi realizado na cidade de Andradina no Estado de São Paulo, sendo os dados da análise eletromiográfica, dinamometria e outras variáveis foram obtidos nas empresas existentes na região.

A realização de um trabalho sobre a temática proposta, objeto de pesquisa, tem como foco, a tarefa de assentamento de tijolos.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo apresenta a contextualização do tema, trazendo o problema de pesquisa, os objetivos, geral e específicos, a justificativa do estudo e a delimitação da pesquisa.

No segundo, a fundamentação teórica é tratada para que no terceiro capítulo, a metodologia, fosse exposta substancialmente, as etapas de coleta e análise dos dados.

O quarto capítulo refere-se à apresentação dos dados e análises dos resultados.

Diante disto, o quinto capítulo aborda as discussões dos resultados com artigos já publicados e o por fim, o sexto capítulo expressa as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo abordará o referencial teórico baseado em pesquisas publicadas em periódicos, dissertações, teses e livros descrevendo conceitos de ergonomia, o trabalho na construção civil e a tarefa de alvenaria, a alteração muscular, a capacidade do trabalho, produtividade e o ferramental utilizado para a coleta de dados.

A construção do portfólio bibliográfico foi por meio das bases *Scopus*, *Web of Science* e *Scielo*. Para a priorização da leitura dos artigos foi utilizado o *Methodi Ordinatio* de Pagani, Kovalski e Resende (2015) (APÊNDICE A).

2.1 ERGONOMIA

De acordo com Másculo (2011), o termo Ergonomia é derivado do grego *Ergon* [trabalho] e *nomos* [normas, regras, leis] e foi utilizado de forma mais específica pelo cientista polonês Wojciech Jastrzebowski. Este cientista afirmava que o trabalho era regido por leis que definiam o estudo das regras e normas do trabalho, visando sua humanização.

Em 1970 a *Société d'Ergonomie de Langue Française – SELF* definiu que a ergonomia é a adaptação do trabalho ao homem, ou mais precisamente, de que forma a aplicação de conhecimentos científicos referente ao homem pode estar presente na fabricação de ferramentas, máquinas e dispositivos que trazem consigo conforto, segurança e eficácia quando utilizados (FALZON, 2007).

A *International Ergonomics Association* (IEA, 2018) afirma que ergonomia (ou fatores humanos) é uma disciplina científica que investiga as interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, empregando teorias, princípios, dados e métodos em projetos a fim de intensificar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.

Em concordância, Abrahão *et al.* (2009) declaram que, a ergonomia busca projetar e/ou adaptar situações de trabalho compatíveis com as capacidades, respeitando os limites do ser humano, o que implica em reconhecer que o seu bem-estar deveria ser o objetivo maior da produção, uma vez que um dado trabalho pode adaptar-se ao ser humano.

Como apresentado anteriormente existem diferentes definições e exposições sobre o conceito de ergonomia, contudo todas procuram enaltecer a relação do sistema homem-máquina-ambiente e convergem para o bem-estar humano.

O conceito brasileiro de ergonomia, exposto pela Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO, 2018), é descrito como sendo o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente laboral, objetivando intervenções e projetos que visam melhorar, de forma integrada, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas.

Diante disto, a ergonomia se transformou em instrumento que pode ser apropriado pelos mais diferentes atores sociais (engenheiros, médicos, psicólogos, administradores, sociólogos, enfermeiros, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais e entre outros) e se tornou um instrumento para embasar ações de trabalhadores de organizações patronais e instituições do Estado, quando se busca transformar e adequar o trabalho (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Sebastiano *et al.* (2017), descrevem que mediante a interação de estudos em diferentes âmbitos sociais e técnicos permitiram com que as condições gerais de trabalho físico e ambiental melhorassem consideravelmente em comparação ao início do século XX.

Vondráčková, Voltová e Nývlt (2016) exploram que a partir do momento em que as empresas derem a devida importância à qualidade de vida ao seu trabalhador, além delas atingirem uma melhoria ao seu colaborador e à sociedade, irão alavancar um diferencial competitivo ao setor produtivo.

Portanto, observar a forma como os trabalhadores realizam suas tarefas em uma empresa de construção, por exemplo, acrescentará informações para programas de saúde e segurança com medidas preventivas para reduzir os danos aos trabalhadores (VONDRÁČKOVÁ; VOĽTOVÁ; NÝVLT, 2016; SEBASTIANO *et al.*, 2017).

2.2 TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo o relatório o *International Construction Market Survey* (TURNER; TOWNSEND, 2017) nos anos de 2016 e 2017 o continente asiático teve o maior crescimento no setor da construção civil, sendo seguido pelos EUA e países da zona

do euro. No Brasil, mesmo com a queda da atividade, este setor representou 66,2% do Produto Interno Bruto (PIB) em 2017, 6% a menos que em 2016.

O relatório da Sondagem Industrial da Construção (2017), realizado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) afirma que a demanda interna insuficiente foi apontada como o principal problema enfrentado pelos empresários da indústria da construção.

De acordo com o IBGE (2016), a empregabilidade deste setor no ano de 2016 foi cerca de 1.829.144 trabalhadores, sendo que 299.102 pertencem a região Sul e 106.474 trabalham no estado do Paraná. Contudo, este setor se destaca em uma outra escala: afastamentos trabalhistas.

O Ministério do Trabalho (2017), afirma que o setor da construção apresentou em 2016 uma frequência de 3.773 afastamentos que englobaram causas como dorsalgia (dores nas costas), fraturas de perna, tornozelo, punho e mão.

Em concordância, Roja *et al.* (2016), declaram que as tarefas que englobam a construção civil demandam muito do físico dos seus profissionais devido a fatores de riscos ergonômicos como, cargas pesadas, posturas inadequadas e tarefas altamente repetitivas. Esta demanda pode com o tempo de trabalho resultar em distúrbios musculoesqueléticos.

Os distúrbios musculoesqueléticos conforme Nath, Akhavian e Behzadan (2017), são um conjunto de distúrbios ou lesões nas partes internas do corpo de uma pessoa (por exemplo, nervos, tendões, articulações, músculos e discos espinhais) que apresentam deformações relativas enquanto há o movimento.

Estes distúrbios tendem a acarretar dores musculoesqueléticas e de acordo com Alghadir e Anwer (2015), independentemente de como e onde as dores surgem, o cuidado com exigência da tarefa, deve-se existir, pois, exceder a capacidade física incluem consequências como fadiga crônica e/ou muscular, distúrbios osteomusculares, produtividade estagnada e entre outras.

Somado a isto, Roja *et al.* (2016), afirmam que o comportamento dos trabalhadores ao executar várias tarefas ao mesmo tempo e/ou aumentar seu ritmo de trabalho devido ao atraso do cumprimento das metas também podem influenciar a alteração física deles. Por fim, outro aspecto relevante está em subestimar um risco ou um comportamento irresponsável, que é um exemplo da característica do ser humano e a maior causa dos acidentes de trabalho no setor da construção (VONDRÁČKOVÁ; VOĽTOVÁ; NÝVLT, 2016).

2.2.1 Tarefa de Alvenaria

Uma das tarefas da construção é a alvenaria, também conhecida como assentamento de tijolos. Esta tarefa é descrita por meio da realização da pega de tijolos, estando eles no chão ou entregues por assistentes, e o assentamento destes na fileira que está sendo construída, em que uma mão segura o tijolo e a outra a colher com a massa (LOOZE et. al., 2001)

Segundo Florez (2017), a alvenaria pode ser dividida em dois níveis de dificuldade e estes níveis ajudam a determinar o número total de pedreiros e suas características. O primeiro nível, chamado de normal é o tipo mais comum de paredes em um projeto de alvenaria, já o segundo nível é chamado de difícil, e é caracterizado por paredes que necessitam de um trabalho mais detalhado, como aberturas, cantos intrincados, detalhes, ligações e perfurações.

Ainda de acordo com Florez (2017), o levantamento de paredes refere-se ao aumento progressivo da altura da parede assentada. Após finalizada a parede em questão, o pedreiro reinicia o processo continuamente até que a fase da alvenaria esteja concluída.

Na alvenaria, os pedreiros são expostos a longas horas de demandas físicas, fator este que aumenta o risco de lesões musculoesqueléticas. Por dia, esses trabalhadores assentam em média, 1.000 tijolos realizando assim, em média, 1.000 flexões de torção de tronco (MITROPOULOS; MEMARIAN, 2013; BOSCHMAN *et al.*, 2014; ALWASEL *et al.*, 2017).

Esta necessidade de movimentos repetitivos, torções de tronco, o peso dos tijolos que variam em média de 4 a 7kg e outros fatores ambientais indicam uma elevada probabilidade de alteração de força e fadiga muscular, diminuição da capacidade do trabalhador e velocidade do movimento (ALGHADIR; ANWER, 2015; ALWASEL *et al.*, 2017).

Em seu estudo, Van der Molen *et al.* (2010) confirmam esse cenário, ao relatarem que a tarefa mais exigente para os pedreiros engloba o levantamento repetitivo de uma mão com tijolos com a parte inferior das costas dobrada por mais de 4horas/dia.

Os esforços excessivos e repetidos durante um elevado tempo, podem acarretar dores leves no início e gradativamente mais intensas nos músculos, articulações e tendões (KROEMER; GRANDJEAN, 2007; ANTWI-AFARI *et al.*, 2017).

Os músculos que mais se destacam em estudos ergonômicos em trabalhadores da construção civil são os dos membros superiores, mais precisamente em áreas do cotovelo, costas, pescoço, braço e pulso (BOSCHMAN *et al.*, 2010; BOSCHMAN *et al.*, 2012; BOSCHMAN *et al.*, 2014).

2.2.2 Membros Superiores

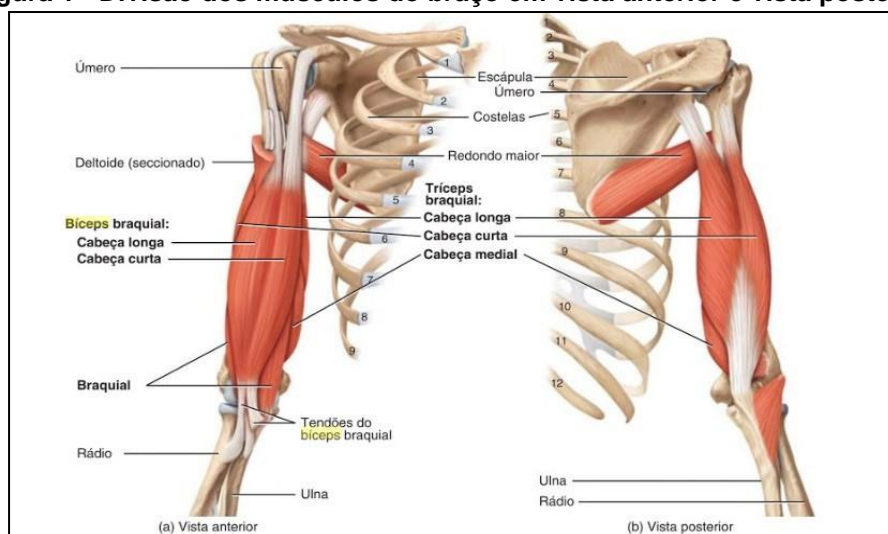
Segundo Tortora e Derrickson (2012), o corpo humano é dividido em várias regiões principais, identificadas externamente como cabeça, pescoço, membros superiores e membros inferiores.

A cabeça é sustentada pelo pescoço, unindo-a com o tronco. O tronco liga o ombro, axila, braço e antebraço (porção do membro, do cotovelo ao carpo), carpo (pulso) e mão (TORTORA; DERRICKSON, 2012).

Os músculos do braço estão divididos entre flexores e extensores. Os flexores são responsáveis pelo movimento de flexão, sendo eles, os músculos bíceps braquial (ou bíceps do braço), braquial e braquiorradial (Figura 1). O bíceps braquial flexiona o braço enquanto flete e supina o antebraço, já o braquiorradial e o braquial apenas fletem o antebraço (CRISWELL, 2011; TORTORA; DERRICKSON, 2012).

Como extensor, apenas há a ação do tríceps, que estende tanto o braço quanto o antebraço (CRISWELL, 2011; TORTORA; DERRICKSON, 2012).

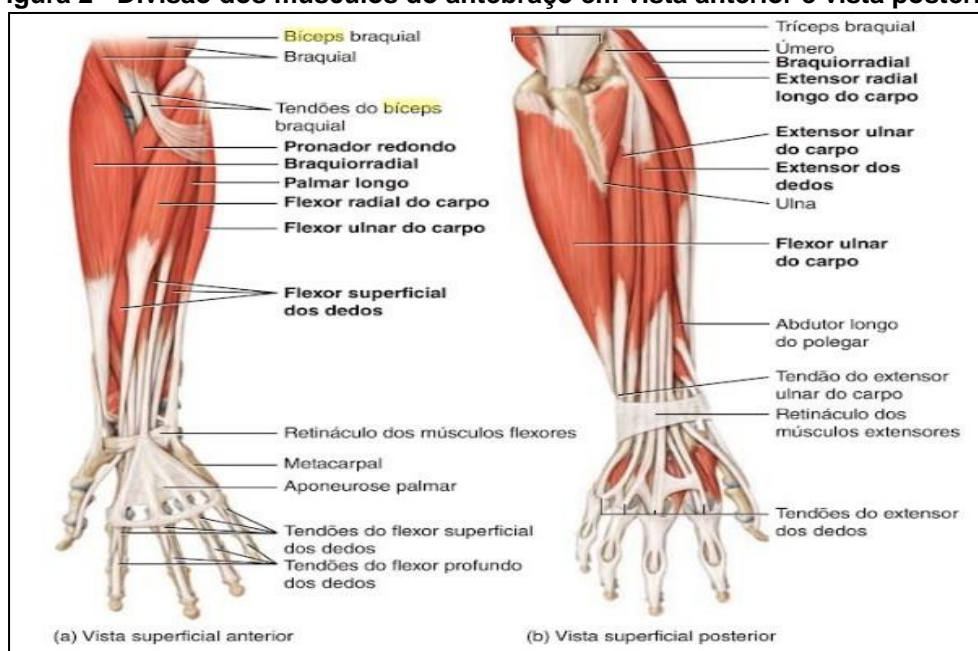
Figura 1 - Divisão dos músculos do braço em vista anterior e vista posterior



Fonte: Tortora e Derrickson (2012)

No antebraço estão dispostos no grupo dos flexores (Figura 2), o flexor radial do carpo (que flexiona e aduz a mão no punho), o flexor ulnar do carpo (que suavemente flexiona a mão na articulação do punho), o palmar longo (que flexiona a mão no punho e as falanges do segundo ao quinto dedo) e o flexor superficial dos dedos (que flexiona a articulação do punho e as falanges de cada dedo) (CRISWELL, 2011; TORTORA; DERRICKSON, 2012).

Figura 2 - Divisão dos músculos do antebraço em vista anterior e vista posterior



Fonte: Tortora e Derrickson (2012)

No grupo dos extensores (Figura 2) encontram-se o extensor radial longo do carpo e o extensor ulnar do carpo que estendem e abduzem a mão na articulação do punho, e o extensor dos dedos que estende a mão na articulação do punho e as falanges do segundo ao quinto dedo (CRISWELL, 2011; TORTORA; DERRICKSON, 2012).

2.3 ALTERAÇÃO MUSCULAR

Como exposto anteriormente, a exigência muscular em uma tarefa repetitiva resulta em uma alteração de força e ajuda no desenvolvimento da fadiga muscular dos trabalhadores (ZHANG *et al.*, 2015; LI *et al.*, 2017).

Sob o ponto de vista de Zhang *et al.* (2015), o trabalho na construção civil gera em seus trabalhadores uma alteração de força e fadiga muscular devido as pesadas cargas, posturas erradas e horas prolongadas de trabalho.

Colombini, Occhippinti e Fanti (2008) afirmam que a força representa mais diretamente o esforço biomecânico necessário para realizar uma determinada ação ou sequência de ações. Schlüssel, Anjos e Kac (2008), afirmam que o termo força muscular é utilizado para designar a habilidade de um determinado músculo, ou grupamento muscular, em produzir ou resistir a uma força; podendo ser classificada como isométrica, isocinética ou isotônica.

A estimativa semiquantitativa da força externa, de acordo com Colombini, Occhippinti e Fanti (2008), pode ser por meio do peso dos objetos manipulados e recursos de dinamômetros. Em contrapartida, a quantificação de forças internas, é sugerido normalmente o recurso de eletromiografia de superfície. Entretanto, todos estes métodos possuem lacunas e dificuldades de aplicação e com o intuito de suprir estas dificuldades pode ser sugerido o recurso da escala proposta por Borg (1982).

Em meados da década de 80 foi formulada pelo sueco Gunnar Borg uma escala capaz de descrever o esforço muscular percebido em um determinado segmento corporal (BORG, 1982). Esta escala vai de zero a 10 sendo que a pontuação e a avaliação subjetiva do esforço percebido é dividida da seguinte maneira, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Avaliação subjetiva do esforço físico percebido por meio da escala de Borg

Pontuação	Avaliação subjetiva
0	Ausência total de força/nenhum esforço real
0,5	Extremamente leve/fraco
1	Muito leve/fraco
2	Fraco/leve
3	Modesto
4	Moderado
5	Forte
6	Forte +
7	Muito forte
8	Muito forte +
9	Muito forte ++
10	Extremamente forte (praticamente máximo de esforço)

Fonte: Adaptado Escola OCRA Brasileira (2018)

O entrevistado normalmente deverá avaliar cada uma das ações que a atividade total desempenhada por ele engloba, contudo, em algumas pesquisas a pontuação do esforço subjetivo é por meio da atividade como um todo (CARVALHO, 2014).

Desde que foi criada, a escala de Borg é o instrumento mais usado para a mensuração da percepção da intensidade de esforço pela sua praticidade, baixo custo financeiro e sua relação com importantes variáveis fisiológicas, apesar de algumas contradições (COLOMBINI; OCCHIPPINTI; FANTI, 2008).

Outra forma de se quantificar a força, de acordo com Colombini, Occhippinti e Fanti (2008), é por meio do dinamômetro, que é o teste manual relativamente fácil, de baixo custo e pouco invasivo.

De acordo com Schlüssel, Anjos e Kac (2008), a aferição da força máxima voluntária de preensão manual, ou simplesmente dinamometria manual, consiste em um teste simples e objetivo que tem como princípio estimar a função do músculo esquelético.

A dinamometria manual envolve medida de força isométrica, que é o emprego de força sobre um objeto imóvel. O músculo se contrai, permanecendo sob tensão constante por um curto intervalo de tempo, porém, há pouca alteração em seu comprimento (SCHLÜSSEL; ANJOS; KAC, 2008).

Schlüssel, Anjos e Kac (2008), exploram que para a análise dos músculos superiores, os dinamômetros de aferição palmar, de força lombar e os *strain gauges* (ou células de carga) são bastante utilizados. Neste estudo será usado o dinamômetro de força lombar (ou, força de tronco).

Kendall (1998), afirma que para o teste de força lombar, o participante deve permanecer em pé, com pés apoiados e paralelos, joelhos estendidos e com coluna inicialmente fletida realiza a extensão da coluna segurando com os membros superiores a barra de alavanca para marcação no dinamômetro.

Kendall (1998), sugere que esse procedimento seja repetido de duas a três vezes com tempo de 5 segundos e intervalos de 1 minuto. Em contrapartida, Schlüssel, Anjos e Kac (2008), assume que o procedimento mais comum observado é o registro de três leituras de forças com um período de contração muscular contínua de 3 segundos e intervalos entre 2 a 5 segundos. Dianat, Nedaei e Nezami (2014), afirma que o avaliado deverá exercer sua força por 3 segundos repetidos por duas vezes com intervalo de descanso de 5 segundos.

Um período de descanso entre as aferições deve ser respeitado para evitar o efeito da fadiga muscular.

O resultado da leitura pode ser de apenas uma leitura, a escolha da maior entre as leituras ou média entre elas. Contudo, o importante é que seja desenvolvido um protocolo de teste padronizado, para que se obtenham medidas válidas. (SCHLÜSSEL; ANJOS; KAC, 2008).

A alteração da força atrelada aos efeitos sobre a musculatura e mudanças de velocidade de contração muscular pode resultar em fadiga. De acordo com Zijlstra, Cropley e Rydstedt (2014), fadiga é um estado psicofisiológico que é caracterizado por um baixo nível de energia, alto nível de irritabilidade e falta de motivação para exercer qualquer esforço adicional. Semelhantemente, para Zhang *et al.* (2015), a fadiga é uma exaustão mental e/ou física que resulta de um trabalho com esforço mental ou de peso corporal.

Conforme Zijlstra, Cropley e Rydstedt (2014), o termo fadiga física está associado à fadiga muscular após o trabalho físico pesado. Todavia, a fadiga mental é relacionada à atividade cognitiva intensa em que não se consegue fazer uma recuperação mental completa e benéfica para a saúde após o trabalho realizado.

De acordo com Hwang e Lee (2017) os resultados da fadiga física e mental na indústria da construção incluem desmotivação, falta de atenção, julgamento de baixa qualidade e satisfação, diminuição da produtividade e alto nível de acidentes e lesões.

Tendo como foco a fisiologia humana, a fadiga muscular é a incapacidade de um músculo realizar uma contração após uma atividade prolongada (TORTORA; DERRICKSON, 2012).

De acordo com Cifrek *et al.* (2009), a fadiga muscular representa um fenômeno complexo que abrange várias causas, mecanismos e formas de manifestação. Ela é resultado de uma cadeia de alterações metabólicas, estruturais e energéticas nos músculos devido ao suprimento insuficiente de oxigênio e substâncias nutritivas através da circulação sanguínea, bem como resultado de mudanças na eficiência do sistema nervoso.

Boccia *et al.* (2016) afirma que a fadiga muscular é definida como uma diminuição induzida pelo exercício da capacidade de geração de força, durante as contrações voluntárias máximas (CVM), ou uma falha em manter um nível esperado de força.

Já do ponto de vista fisiológico, Gawda *et al.* (2018) afirma que a fadiga é relativa ao esgotamento das reservas metabólicas e acumulação de subprodutos no músculo contraído, o que reduz as suas propriedades contrácteis.

Segundo Tortora e Derrickson (2012) um fator importante na fadiga muscular é a redução na liberação de íons de cálcio (Ca^{++}), a partir do retículo sarcoplasmático, resultando em um declínio do nível destes íons no sarcoplasma.

Outros fatores que contribuem para a fadiga muscular incluem redução de fosfato de creatina e glicogênio, oxigênio insuficiente, acúmulo de ácido láctico e de difosfato de adenosina e falha dos impulsos nervosos do neurônio motor para liberar acetilcolina (ACh) suficiente (TORTORA; DERRICKSON, 2012).

Os estudos que englobam a alteração de fadiga muscular geralmente utilizam a avaliação de tensão física por meio do monitoramento da frequência cardíaca (FC) (GATTI *et al.*, 2013).

Contudo, outros métodos de avaliação estão sendo destacados, como por exemplo, Davidson *et al.* (2009), Paillard *et al.* (2010) e Thongpanja *et al.* (2016), focaram na avaliação das contrações voluntárias máximas e o relaxamento muscular. Bisson *et al.* (2010) e Lion *et al.* (2010) interligaram as respostas de um músculo usando características relacionados à diferentes alterações posturais. Hiemstra, Lo e Fowler (2001) e Forestier, Teasdale e Nougier (2002) relacionaram fadiga com os sistemas sensoriais.

Uso de robótica, bem como a análise de sinais fisiológicos, a análise de Eletromiografia de Superfície (EMGs), a taxa de respiração e consumo de oxigênio, o rastreamento baseado em imagem ou medidas inerciais e entre outras também vem sendo destacadas em avaliações da fadiga muscular (CIFREK *et al.*, 2009; PAILLARD *et al.*, 2010; ZHOU *et al.*, 2011; PHINYOMARK; PHUKPATTARANONT ; LIMSAKUL, 2012; THONGPANJA *et al.*, 2016; ALWASEL *et al.*, 2017).

2.3.1 Eletromiografia

Segundo Cifrek *et al.* (2009), o desenvolvimento da análise da fadiga por meio de sinais elétricos começou por volta de 1950, onde relatou-se o aumento na amplitude do sinal durante o processo de fadiga.

A partir disto, em 1962, o monitoramento da fadiga deu-se pela análise de frequência dos sinais, onde se observou diminuição de frequências do espectro de potência do sinal mioelétrico (CIFREK *et al.*, 2009).

Em 1970, iniciou-se o processamento digital de sinais (*computer PDP-6*) para explorar as propriedades da densidade do espectro de potência, a partir disto, a frequência média foi adotada para determinar as diferenças antes e durante a fadiga. Em 1981, a frequência mediana passou-se a ser popular entre as análises (CIFREK *et al.*, 2009).

Em 1996 originou-se a *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM, 2018), que tem como objetivo obter um consenso em itens-chave de eletromiografia, como sensores e sua localização, processamento de sinais e modelagens. Desta forma, é permitido, a utilização conjunta dos dados e resultados das várias áreas de estudos (treinamento esportivo, cinesiologia, ergonomia e engenharias).

A *Electromyography* ou Eletromiografia (EMG) vem sendo utilizada para investigar a contribuição de cada músculo em condições estáticas e dinâmicas. Segundo Kamen e Gabriel (2015) a EMG é uma técnica valiosa para estudar o movimento humano, avaliar os mecanismos que envolvem a fisiologia neuromuscular e diagnosticar desordens neuromusculares.

O sinal de EMG é geralmente analisado para extrair informações relacionadas ao tempo da contração muscular e para caracterização de parâmetros como amplitude e frequência relacionadas a essas contrações (DUC *et al.*, 2014).

Resumidamente, o sinal da EMG representa a transformação linear dos tempos de descarga do neurônio motor pelo potencial de ação composto de fibras musculares inervados e é frequentemente utilizado como uma fonte de informações sobre a ativação neural do músculo (FARINA; MERLETTI; ENOKA, 2014).

De acordo com Cifrek *et al.* (2009), isto ocorre devido as alterações bioquímicas e fisiológicas nos músculos durante as contrações fatigantes. As vantagens deste método é que o monitoramento da fadiga muscular local é em tempo real, ou seja, durante a realização do trabalho definido (CIFREK *et al.*, 2009).

Contudo, mesmo sendo singularmente útil para investigar o envolvimento dos músculos ela não é um procedimento de fácil utilização (KROEMER; GRANDJEAN, 2007). A interpretação da EMG de contrações dinâmicas pode ser difícil porque o

movimento por si só introduz fatores adicionais que podem afetar suas características (LARSSON *et al*, 1999).

A EMG pode ser classificada em dois tipos, dependendo da posição dos eletrodos para captação de sinal: EMG intramuscular (eletrodos são inseridos no músculo) e EMG de superfície (eletrodos fixados sobre a pele) (GONZALEZ-IZAL *et al*, 2012).

A *Intramuscular Electromyography* ou Eletromiografia Intramuscular é uma técnica invasiva, ou seja, a coleta do sinal das fibras musculares é realizada por meio da perfuração da pele. Os eletrodos invasivos, como os eletrodos de agulha ou de fio, são usados em ambientes clínicos e em pesquisas com foco em contrações musculares estáticas e nas atividades e comportamento de Unidades Motoras (UMs) individuais (GONZALEZ-IZAL *et al*, 2012).

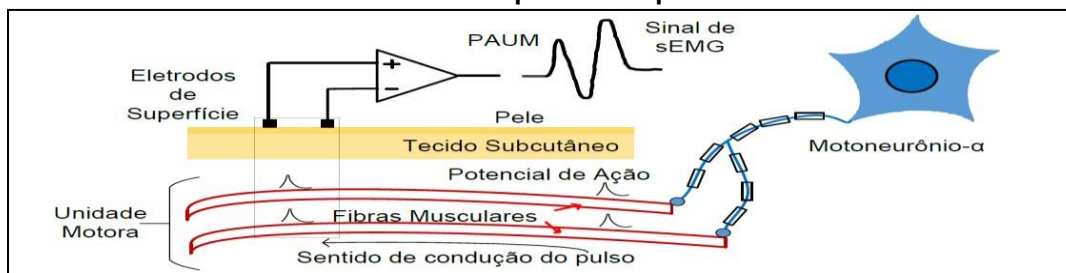
A *Surface Electromyography* ou Eletromiografia de Superfície (EMGs) mede o fenômeno bioelétrico que ocorre sobre a superfície da pele, em associação com a atividade muscular, ou seja, realiza a medição dos Potenciais de Ação de Unidade Motora (PAUMs) por meio de eletrodos localizados na superfície da pele (CRISWELL, 2011; ZHOU *et al.*, 2011).

Em ambas as técnicas, os eletrodos são feitos de metais condutores e são responsáveis por converter os sinais dos potenciais em um sinal elétrico (MERLETTI *et al.*, 2009; KAMEN; GABRIEL, 2015).

Em suma, a interpretação da EMGs se dá por meio do disparo de um motoneurônio que resulta em uma descarga de muitas fibras musculares de forma quase simultânea e que ao somar todas as atividades das fibras gera um Potencial de Ação de Unidade Motora (PAUM ou MUAP, do inglês, *Motor Unity Action Potential*) (MENDES JUNIOR *et al.*, 2016).

A Figura 3 apresenta como ocorre a formação do PAUM ao longo das fibras musculares.

Figura 3 - Representação do processo de propagação de PA e registro de PAUMs por meio da superfície da pele



Fonte: Mendes Júnior et al. (2016)

O PAUM nada mais é que um somatório espaço temporal dos Potenciais de Ação (PAs) gerados por um neurônio motor (motoneurônio-alfa ou motoneurônio- α) responsável pela condução do impulso até as fibras musculares esqueléticas (MENDES JUNIOR *et al.*, 2016).

Quase que a totalidade da eletricidade do PA provém do interior da fibra muscular, que faz com que o sarcoplasma libere uma alta concentração de íons de cálcio (MENDES JUNIOR *et al.*, 2016).

Estes íons de cálcio permitem que os filamentos de miosina e actina deslizem juntos, realizando o processo da contração. Em um instante de segundos, os íons de cálcio são bombeados para regressar ao sarcoplasma (por meio da bomba do íon de cálcio Ca^{++}), em que ficam armazenados até iniciar um novo PA. A remoção dos íons de cálcio das miofibrilas finaliza a contração muscular, fazendo com que a UM aguarde até a próxima realização do movimento (MENDES JUNIOR *et al.*, 2015).

Portanto, o sinal de EMG é a resultante da atividade elétrica das unidades motoras recrutadas em uma contração muscular (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985).

O ponto chave, antes da aquisição dos dados é saber a melhor disposição dos eletrodos e de acordo com a SENIAM (2018), é exatamente sob o músculo estudado, para isso, é necessário percepção palpável muscular.

A fixação do eletrodo sob o músculo deve ser somada a um eletrodo de referência posicionado em um local neutro e isto ocorre porque os PAs que atingem os eletrodos posicionados sobre a musculatura serão comparados ao eletrodo de referência (BASMAJIAN e DE LUCA, 1985).

Em relação ao eletrodo de referência a sua disposição em estruturas ósseas ou em lugares em que os sinais elétricos não estão relacionados com a região de interesse não é mais usual. De acordo com Guirro *et al.* (2018), o posicionamento do

eletrodo de referência não interfere nos parâmetros eletromiográficos nos domínios de tempo e frequência.

Desta maneira, alguns equipamentos eletromiográficos estão utilizando o sistema *armband*, ou seja, o eletrodo de referência fica ao lado dos eletrodos de captura de sinal eletromiográfico (COSTANZA *et al*, 2004; SAPONAS *et al*, 2010; CANNAN; HU, 2012; MENDES JUNIOR *et al.*, 2016).

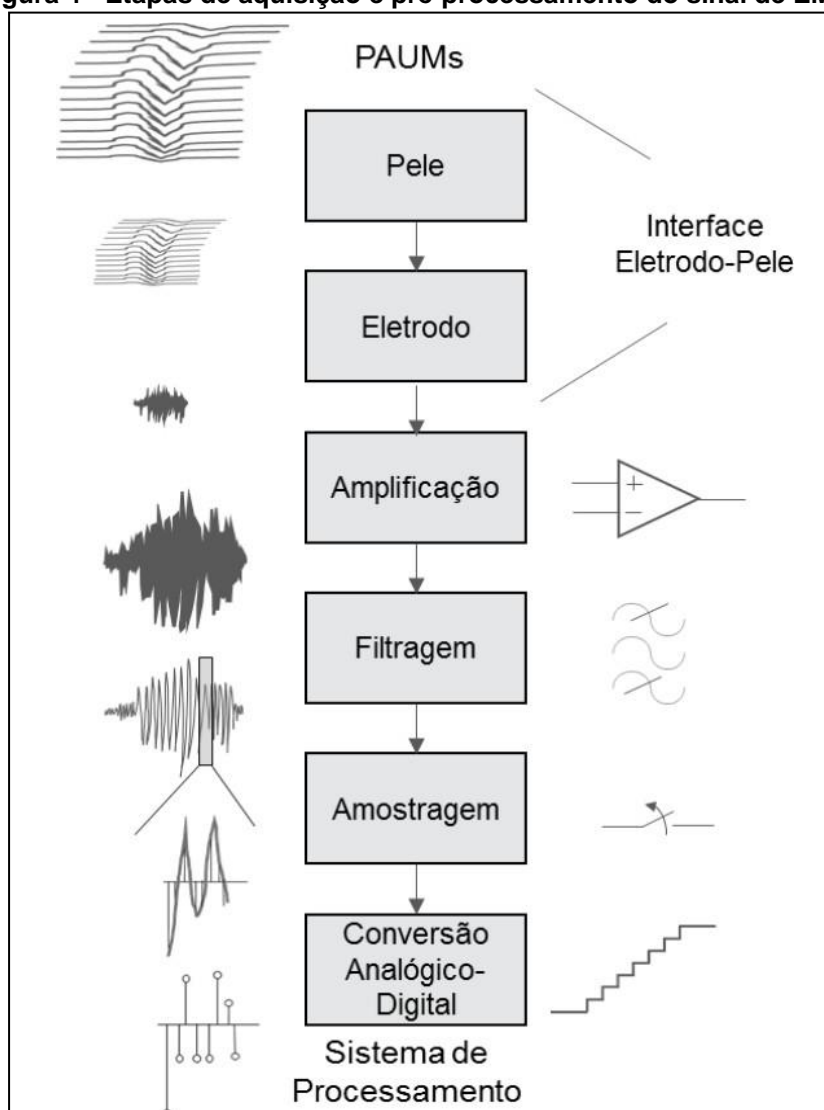
Para obter sucesso no reconhecimento dos sinais EMGs, três etapas principais devem ser cuidadosamente consideradas, sendo elas I) aquisição e pré-processamento de dados, II) extração de características e III) métodos de classificação que é a seleção de um vetor de característica ideal (PHINYOMARK; PHUKPATTARANONT; LIMSAKUL, 2012).

A primeira etapa que é a aquisição e pré-processamento de sinais (Figura 4).

A preparação da colocação dos eletrodos deve ser higienizada com álcool isopropílico e em alguns casos, é necessário a raspagem dos pelos existentes na pele (BROOKHAM; DICKERSON, 2014). Após a fixação dos eletrodos na pele, o processo de aquisição do sinal é iniciado.

O sinal captado pelos eletrodos contém amplitudes que variam de 50 μV até 5 mV com frequências entre 20 e 500 Hz (DE LUCA, 1997; MERLETTI *et al.*, 2009). Dentro desta faixa de frequência, a energia dominante do sinal se concentra entre 50 e 150 Hz (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985).

Figura 4 - Etapas de aquisição e pré-processamento do sinal de EMGs



Fonte: Mendes Júnior *et al.* (2016)

Segundo Mendes Junior *et al.* (2015) é necessário a ação do amplificador pois, este fornece um sinal de qualidade com nível de tensão adequado para o processamento já que os sinais de EMGs possuem baixas amplitudes.

Com a finalidade de limitar a banda do sinal analisado, faz-se necessário a utilização de filtros para suavizar interferências ruidosas (DE LUCA, 1997). Em sua maioria, os sistemas de filtragem situam-se entre faixas de passa-alta de 10Hz (suavizando baixas frequências) a passa-baixa de 500Hz (suavizando as altas frequências) (MENDES JUNIOR *et al.*, 2016).

Por fim, para o sistema de processamento, é necessário que haja uma interação com um sistema digital (tablets, microcontrolador e/ou computadores) (MENDES JUNIOR *et al.*, 2016).

A segunda etapa é a de extração de características, ou seja, o método de extrair a informação útil que é escondido no sinal EMG superfície e remover as partes e interferências indesejadas EMG (PHINYOMARK; PHUKPATTARANONT; LIMSAKUL, 2012).

A terceira etapa é a de classificação que é a seleção de um vetor de característica ideal. De acordo com Phinyomark, Phukpattaranont e Limsakul (2012) as análises eletromiográficas ocorrem por meio dos recursos baseados no domínio do tempo e da frequência.

Ainda segundo os autores Phinyomark, Phukpattaranont e Limsakul (2012) as características do domínio do tempo são geralmente de análise rápida e facilmente implementadas, porque esses recursos não precisam de qualquer transformação, já que são calculadas com base em séries temporais EMG.

Entretanto, as características do domínio da frequência, são calculadas com base em parâmetros estatísticos da densidade espectral de potência EMG e análise do recrutamento de UMs muscular, tornando-as mais concretas e certas em análise de fadiga (PHINYOMARK; PHUKPATTARANONT; LIMSAKUL, 2012).

Ao todo, são vinte e seis recursos que podem ser analisados no domínio do tempo, como por exemplo o EMG integrado (IEMG), a média do valor absoluto (MAV), modificadores do valor absoluto 1 e 2 (MAV1 e MAV2), integral simples quadrada (SSI), variância da EMG (VAR), a mais conhecida e utilizada *Root Mean Square* (RMS), log detector, comprimento da onda (WL), mudança de amplitude média (AAC), diferença valor do desvio padrão absoluto, entre outros (PHINYOMARK, PHUKPATTARANONT e LIMSAKUL, 2012).

O *Root Mean Square* (RMS) ou valor médio da raiz quadrada é uma característica popular na análise do sinal EMG PHINYOMARK, PHUKPATTARANONT e LIMSAKUL, 2012; THONGPANJA *et al.*, 2016). Sendo similar ao método do desvio padrão é definido pela Equação 1:

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2} \quad (1)$$

Gawda *et al.* (2018) afirma que uma possível tendência de fadiga muscular durante uma contração isométrica é o aumento do RMS, o que é interpretado como o recrutamento de unidades motoras adicionais.

O domínio da frequência possui onze características sendo alguns deles a frequência de pico (PKF), potência média (MNP), potência total (TTP) e as duas características frequentemente mais examinadas são a frequência média (MN) e a frequência mediana (MF) (PHINYOMARK; PHUKPATTARANONT; LIMSAKUL, 2012; THONGPANJA *et al.*, 2016).

A Frequência Média (MN), é calculada como a soma de produto do espectro de potência de EMG e a frequência dividida pela soma total da intensidade do espectro, sendo expressa como a Equação 2:

$$MN = \frac{\sum_{j=1}^M f_j P_j}{\sum_{j=1}^M P_j} \quad (2)$$

Onde, f_j é um valor de frequência em um intervalo de frequência j .

A Frequência Mediana (MF) é um valor de frequência em que o espectro de potência de EMG é dividido em duas regiões com uma energia integrada igual, ou seja, dividido em duas regiões com igual amplitude, ela pode ser expressa como a Equação 3:

$$\sum_{j=1}^{MF} P_j = \sum_{j=MF}^M P_j = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^M P_j \quad (3)$$

Onde, P é o espectro de potência de EMG em um intervalo de frequência j e M é o comprimento do intervalo de frequência.

Merino *et al.* (2019) afirma que os valores de MF dependem de processos fisiológicos relacionados à sincronização e frequência de disparo de unidades motoras, desta maneira, estes valores são melhores para a análise da fadiga, pois apresentam maior sensibilidade aos processos bioquímicos musculares.

Desta maneira, se houver a diminuição de valores da frequência, há então a tendência de fadiga muscular (GAWDA *et al.*, 2018; MERINO *et al.*, 2019; GUO *et al.* 2019).

Para facilitar a análise da avaliação eletromiográfica, o cálculo e o entendimento dos recursos utilizados, muitos softwares têm sido desenvolvidos, como

por exemplo o *Software AnyBody Technology* (Li *et al*, 2017), *Software MiotecSuite Desktop*® e entre outros.

2.3.1.1 Eletromiografia na construção civil

Os estudos fundamentados em análises eletromiográficas na construção civil vem tomando notoriedade no âmbito acadêmico, pois, como já citado anteriormente, os trabalhadores deste setor estão expostos à riscos ergonômicos e alterações musculares.

Habes e Grant (1997), realizaram uma avaliação eletromiográfica dos torques máximos e da atividade muscular dos membros superiores em tarefas simuladas de aparafusamento, desta maneira, analisaram atividade muscular do deltoide anterior, tríceps braquial, bíceps, extensor digital, flexor superficial dos dedos e flexor longo do polegar. Relações de EMG e torque em algumas situações aumentaram à medida que a altura foi aumentada e a distância de alcance e o diâmetro da alça foram reduzidos. Li (2003), analisou o uso de uma chave de fenda com um dispositivo especialmente projetado para fixar e torcer fios de metal foi introduzido. A EMG normalizada do músculo flexor superficial dos dedos e músculo flexor ulnar do braço direito foi significativamente reduzido ao usar as combinações de fixadores de driver acionados em comparação com o uso de um alicate e o número de posturas de punho inadequadas, incluindo extensão e desvio ulnar, também foi significativamente diminuído ao usar as combinações de driver-dispositivo elétrico.

Anton *et al.* (2005), avaliaram se o uso de blocos de concreto leve reduz as cargas fisiológicas em comparação com blocos de peso padrão e a EMG foi utilizada para analisar os músculos do braço e das costas. Os autores concluíram que para certos músculos, as amplitudes de EMG foram ligeiramente inferiores quando os pedreiros estavam assentando os blocos de concreto leves em comparação com os blocos de concreto padrão.

Anderson *et al.* (2007), exploraram a biomecânica da região lombar durante as tarefas de elevação, desta maneira, examinaram os efeitos da altura da carga e da velocidade de caminhada sobre a atividade muscular do tronco e a postura do tronco. Os níveis de atividade do músculo direito do reto abdominal, oblíquo externo, bíceps braquial, deltoide anterior e três níveis (T9, T12 e L3) dos eretores da espinha foram amostrados e por fim, os resultados mostraram um efeito significativo da velocidade

de caminhada e da altura de carga na postura do tronco e nos níveis de atividade muscular do tronco nos experimentos com barra e balde.

Davis *et al.* (2010), estudaram a eficácia do uso de sacos de metade do peso (21,4 kg) na redução da carga biomecânica, resposta fisiológica e esforços percebidos em pedreiros que realizavam a tarefa de alvenaria. O foco do estudo foi a coluna e a atividade muscular, cinemática do tronco, frequência cardíaca, pressão arterial e dados subjetivos de avaliação foram coletados. O estudo mostrou que o peso do saco, o tipo de levantamento, a altura do saco na origem e a assimetria no destino afetaram significativamente as cargas da coluna.

Trask *et al.* (2010), reuniram trabalhadores de cinco setores (construção, silvicultura, madeira, armazenagem e transporte) com o intuito de explorar o uso da eletromiografia com compressão normalizada para estimar a carga média, máxima e cumulativa da lombalgia, em relação a NIOSH. O músculo estudado foi eretor da espinha em aproximadamente o nível de L4. Como resultado, em geral, todos os setores estavam em uma faixa que seria considerada de "alto risco" quando comparada às diretrizes do NIOSH, contudo os trabalhadores dos setores da construção e silvicultura apresentaram maiores relações, enquanto que os trabalhadores do transporte tiveram menores medidas.

Jia, Kim e Nussbaum (2011), abordaram um modelo baseado em eletromiografia tridimensional livre dinâmica desenvolvido para fornecer as estimativas de carga na parte inferior das costas e risco de lesões durante a construção em painel. Tais estimativas, foram modificações de um modelo anterior, relativamente mais grosseiro e por fim, concluíram que a capacidade preditiva do modelo foi avaliada em uma ampla gama de tarefas de elevação de painel simuladas.

Anton, Mizner e Hess (2013) estudaram o efeito da utilização de equipes para o levantamento na cinemática do tronco e membros superiores (músculos trapézio superior, para-espinhal lombar e flexor do antebraço) e na atividade muscular entre pedreiros e concluíram que trabalhar em equipes de elevação pode ser uma intervenção benéfica para reduzir a flexão do tronco e a atividade para-espinhal lombar quando pedreiros trabalham em alturas entre os joelhos e a cintura.

Umer *et al.* (2017), comparou as diferenças na biomecânica lombar durante três típicas posturas de amarração do vergalhão e para isto utilizou análises de EMGs e cinemática do tronco (sensores de movimento). Os músculos estudados foram o eretor espinhal bilateral, torácica e coluna lombar, bem como nos músculos multífidos

bilaterais e como conclusão, nenhuma diferença significativa foi observada nas três posturas.

Brandt *et al.* (2018) realizaram um estudo controlado randomizado por conglomerado para investigar se uma intervenção de ergonomia participativa com medidas técnicas englobando a cinemática, EMGs, monitoração da frequência cardíaca e gravações em vídeo da carga de trabalho física poderiam reduzir o número de eventos com carga de trabalho física excessiva durante um dia de trabalho. Contudo, a utilização da ergonomia participativa não reduziu o número de eventos com carga de trabalho física excessiva durante o trabalho de construção, mas a intervenção levou a diminuição da fadiga geral nos músculos eretor da espinha e trapézio superiores.

Eilertsen, Merryweather e Roundy (2018), analisaram a redução de carga ao levantar o *drywall* (placa de gesso) usando um dispositivo de içamento de *drywall* não alimentado. A análise de EMGs foi realizada nos músculos eretores da espinha, latíssimo do dorso, reto abdominal e oblíquo externo para medir a ativação e dados de média, pico e esforço para os exercícios de levantamento foram extraídos e comparados com o levantamento não assistido. O dispositivo de auxílio de levantamento resultou em uma redução no sinal de EMG médio de 69% em média em ambos os grupos de elevação e muscular. O pico de EMG e o esforço foram reduzidos em 78% e 75%, respectivamente.

2.4 CAPACIDADE DO TRABALHO

Para lidar com a complexidade e desafios rotineiros, os pedreiros em determinadas situações são obrigados a exceder a sua capacidade física natural. Essa ação, comum nesse tipo de trabalho, pode resultar em lesões corporais que por sua vez, transmitem grandes perdas a eles mesmos e à indústria (NATH, AKHAVIAN e BEHZADAN, 2017).

De acordo com a NR 17 (2018), aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, mobiliário, equipamentos, às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho devem ser analisadas. Entretanto, esta norma também explora que as características

psicofisiológicas dos trabalhadores devem ser relevantes aos programas de ergonomia e saúde e segurança, tal como suas medidas preventivas.

Li *et al.* (2017), afirmam que a estimação das cargas internas aliadas as medidas preventivas podem resultar em um melhoramento do desempenho, pois, a carga de trabalho físico associada a posições erradas, prolongadas horas de serviço e ao manuseio manual de materiais pelos trabalhadores da construção civil pode causar várias dores e distúrbios musculoesqueléticos.

Estas dores e distúrbios, somadas aos aspectos como fatores individuais, podem causar uma maior probabilidade de diminuição da capacidade de trabalho (VONDRÁČKOVÁ; VOĽTOVÁ; NÝVLT, 2016). Somado a isto Sluiter *et al.* (2003), afirmam que a demasiada carga de trabalho e a tensão física excessiva podem resultar em aumento dos níveis de atividade neurofisiológica.

Diante disto, intervenções destinadas a melhorar a capacidade de trabalho podem ser direcionadas para fatores de risco. As intervenções destinadas entre os trabalhadores da construção civil têm como objetivo reduzir a carga de trabalho físico, qualificar o trabalhador em relação aos riscos que ele está envolvido, reduzir o peso corporal e/ou promover uma combinação desses fatores (BOSCHMAN *et al.*, 2014).

Segundo Tuomi e Ilmarinen (1997), a capacidade para o trabalho, atrelada à qualidade de vida é a base do bem-estar do indivíduo, pois, reconhecer o seu nível e promover a capacidade de trabalho requer ações versáteis tanto para fortalecer os recursos do indivíduo quanto para desenvolver o trabalho e seu ambiente.

As ferramentas de análise de capacidade e desempenho do trabalhador incluem a Avaliação da Carga de Trabalho (SWAT), o Índice de Carga *NASATask* (NASATLX), o *Health and Labor Questionnaire* (HLQ), o *Quantity and Quality Instrument* (QC) e o *Work Ability Index* (WAI) ou Índice da Capacidade no Trabalho (ICT).

2.4.1 *Work Ability Index*

Dentre os instrumentos existentes para mensurar a capacidade de trabalho, destaca-se o *Work Ability Index* (WAI), em português, Índice da Capacidade para o Trabalho (ICT), desenvolvido na década de 80, por um grupo multidisciplinar do *Finnish Institute of Occupational Health*, encabeçados por Kaija Tuomi e Juhani Ilmarinen (TUOMI *et al.*, 2010).

A sua criação ocorreu com o intuito de auxiliar a detecção precoce de possíveis alterações que os trabalhadores possam apresentar em sua funcionalidade e desempenho no ambiente de trabalho, prevenindo assim riscos de incapacidade em breve (RENOSTO; BIZ; HENNINGTON, 2009).

De acordo com Tuomi *et al*, (2010), o ICT é destinado ao uso em Serviços de Saúde Ocupacional e ele retrata a avaliação do próprio trabalhador sobre a sua capacidade. Além de ser fácil e de rápida devolutiva, pois, por ser reproduzível, os resultados são recebidos rapidamente e podem ser utilizados para acompanhamentos em nível individual ou grupal.

O índice busca indicar quão bem está, ou estará, um trabalhador no presente ou em breve. Para isso, ele atua de forma preventiva, avaliando a percepção do colaborador e a realização do seu trabalho em função das exigências de seu estado de saúde e capacidades físicas e mentais (TUOMI *et al.*, 2005).

A capacidade para o trabalho engloba as capacidades físicas, mentais e sociais do indivíduo em relação às exigências do trabalho, levando em consideração também aspectos da comunidade de trabalho, organização e ambiente de trabalho (ILMARINEN, 2001).

A exigência de concentração e o ritmo acelerado de trabalho também são aspectos psicológicos negativos frequentemente citados pelos trabalhadores. Assim, estar ou não satisfeito em relação ao trabalho incorre em consequências diversas, sejam elas no plano pessoal ou profissional, afetando diretamente o comportamento, a saúde e o bem-estar do trabalhador (MARTINEZ; LATORRE; FISCHER, 2009).

O ICT é determinado com base nas respostas de uma série de questões, as quais consideram além das exigências físicas e mentais do trabalho, o estado de saúde e os recursos do trabalhador.

Tuomi *et al*, (2010), especifica que o trabalhador deverá preencher o questionário e logo em seguida, o avaliador classifica as respostas de acordo com as instruções. O resultado atingirá um escore de 7 a 49 pontos, sendo que para cada escore existe um objetivo de medidas necessárias a serem tomadas, como ilustra a Quadro 2.

Quadro 2 – Escore final das respostas, nível de capacidade e medidas necessárias

Pontos	Capacidade para o trabalho	Objetivos das medidas
7 a 27	Baixa	Restaurar a capacidade para o trabalho
28 a 36	Moderada	Melhorar a capacidade para o trabalho
37 a 43	Boa	Apoiar a capacidade para o trabalho
44 a 49	Ótima	Manter a capacidade para o trabalho

Fonte: Tuomi et. al (2010)

Quando o somatório final apresenta uma baixa capacidade (de 7 a 27 pontos), são realizadas medidas de prevenção para restaurar a realização da tarefa. Para capacidade moderada (de 28 a 36 pontos) são recomendadas medidas de melhoria. Já para capacidade boa (entre 37 e 43 pontos) são recomendadas medidas para que esse índice seja mantido, enquanto para capacidade ótima (de 44 a 49 pontos) somente são passadas informações sobre fatores do trabalho que mantêm e enfraquecem essa capacidade (TUOMI et. al, 2010).

O questionário do ICT é formado por sete itens, sendo que cada item é avaliado por uma ou mais questões (Quadro 3).

Quadro 3 - Itens abrangidos pelo ICT, número de questões e escore das respostas

Item	Nº de questões	Escore de resposta
1. Capacidade atual para o trabalho comparada com a melhor de toda a vida	1	0 a 10 pontos (valor é assinalado no questionário);
2. Capacidade para o trabalho em relação às exigências do trabalho	2	Número de pontos ponderados de acordo com a natureza do trabalho (depende qual exigência é maior no caso estudado);
3. Número de doenças atuais diagnosticadas por médico (lista de 51 doenças)	1	5 doenças ou mais: 1 ponto; 4 doenças: 2 pontos; 3 doenças: 3 pontos; 2 doenças: 4 pontos; 1 doença: 5 pontos; Nenhuma doença: 7 pontos;
4. Perda estimada para o trabalho por causa de doenças	1	1 a 6 pontos (valor circulado no questionário; o pior valor será escolhido)

5. Faltas ao trabalho (por doenças) nos últimos 12 meses	1	1 a 5 pontos (valor circulado no questionário)
6. Prognóstico próprio da capacidade para o trabalho daqui 2 anos	1	1, 4 ou 7 pontos (valor circulado no questionário)
7. Recursos mentais	3	Os pontos das questões são somados e o resultado é contado da seguinte maneira: Soma 0-3 = 1 ponto; Soma 4-6 = 2 pontos; Soma 7-9 = 3 pontos; Soma 10-12 = 4 pontos

Fonte: Tuomi et. al (2010)

O item 1 vale de zero a 10 pontos e remete à capacidade atual comparada com a melhor de toda vida, ou seja, o trabalhador deverá dar uma nota em sua capacidade atual comparada com a época que ele tinha a melhor capacidade para o trabalho (TUOMI et. al, 2010).

O próximo item, refere-se à natureza física e mental do trabalho, ou seja, as notas variam de acordo com a natureza do trabalho. Quando a exigência mental for maior que a física, a ponderação será a quantidade de pontos da exigência física multiplicado por 0,5 somado a quantidade de pontos da exigência mental multiplicado por 1,5. Caso seja o inverso, a ponderação da física será 1,5 e mental 0,5 (TUOMI et. al, 2010).

O item 3, envolve o número de doenças que o avaliado apresenta. Quanto maior o número da existência de doenças e lesões, menor será a pontuação deste item. O item 4 pergunta o quanto essas doenças e lesões impedem a realização do trabalho. (TUOMI et. al, 2010).

No item 5, é investigado os afastamentos do trabalhador em um tempo de 12 meses. O penúltimo item, faz com que o trabalhador reflita sobre se daqui dois anos ele estará sendo capaz de efetuar o trabalho que realiza hoje (TUOMI et. al, 2010).

Por fim, o último item refere-se aos recursos mentais do pesquisado. Este item engloba três perguntas, sendo elas, de apreciação das atividades diárias, se o trabalhador é ou não ativo e está sempre alerta, e qual é a esperança para o futuro (TUOMI et. al, 2010).

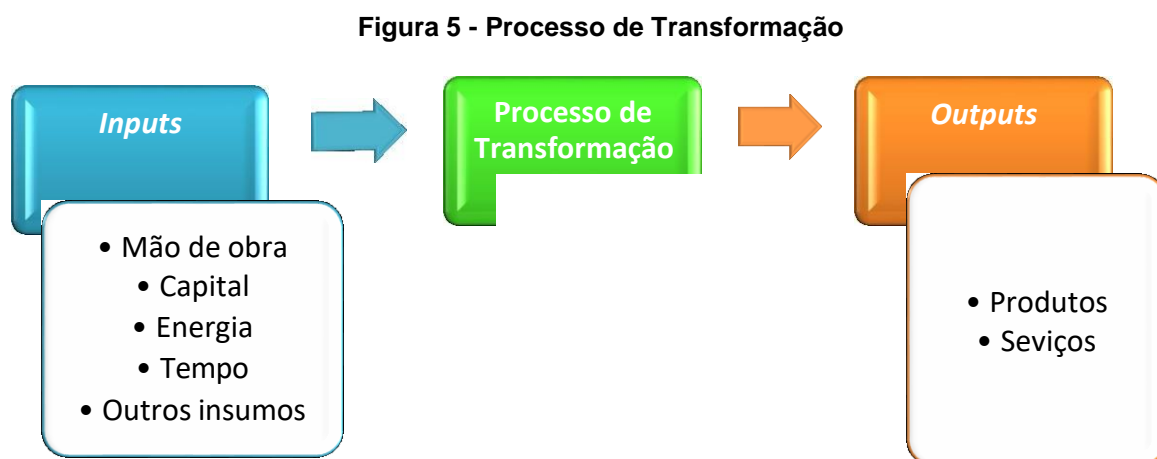
Os estudos que utilizaram o ICT como avaliação estão presentes em diversas áreas e aptidões, uma vez que a ferramenta não é específica para uma única

atividade. Exemplos dessas aplicações do ICT podem ser vistas nos trabalhos de Berria, Daronco e Bevilacqua (2011) que aplicou em policiais, Diniz (2010) aplicou em funcionários públicos, Hilleshein *et al.* (2011) aplicaram em enfermeiros, Cerqueira e Freitas (2013) utilizaram a ferramenta para avaliar a capacidade de trabalho na indústria serralheira e entre outros.

2.5 PRODUTIVIDADE

Segundo Slack *et al.* (2018), produção é um processo de transformação que converte entradas (materiais e informações) em saídas (produtos e serviços). A ocorrência desta conversão, necessita-se de uma série de recursos, que envolvem energia, trabalho, capital, instalações e pessoal.

A Figura 5 apresenta uma representação clássica desta conversão, também chamada de processo de transformação.



Fonte: Martins e Laugeni (2005)

Como demonstrado na Figura 5, são três os elementos básicos de um processo de transformação: a entrada (*inputs*); o processo em si de transformação; e as saídas (*outputs*) (MARTINS e LAUGENI, 2005; GATTI, 2013).

Os *inputs* englobam os insumos, ou seja, os recursos de entrada, tais como, instalações, capital, mão de obra, tecnologia, energia elétrica, informações e outros. Já os processos de transformação (ou etapa de execução) envolvem as decisões, processos, regras heurísticas, modelos de simulação, julgamento humano e por fim, os *outputs*, são os produtos manufaturados, serviços prestados e informações fornecidas (MARTINS E LAUGENI, 2005).

O termo produtividade se originou com as revoluções industriais, por meio de estudos envolvendo a administração da produção. Enquanto Ford, Taylor e Fayol focavam em uma indústria de elevados padrões de produção, Elton Mayo e o casal Gilbreth lidavam com a elaboração de padrões para a execução das tarefas visando minimizar a fadiga muscular do operário, proporcionando uma nova linha de estudos, o da escola humanista (PARANHOS FILHO, 2007).

Segundo Kisi *et al.* (2018), a definição de produtividade é diferente de autor para autor, e de circunstância para circunstância. Os autores atestam esta afirmação dando diferentes exemplos como, produtividade pode ser a razão entre a produção total do produto e a mão-de-obra total (Hanna *et al.* 2005), ou a razão entre a produção e o insumo (Rojas e Aramvareekul, 2003) ou a razão entre insumo e produto (Park, 2006).

Corroborando a isto, Crawford e Vogl (2006) definem que produtividade é o resultado entre as horas orçadas pelas horas reais trabalhadas.

A mensuração da produtividade, segundo, Paranhos Filho (2007), é expressa conforme a Equação 4.

$$Produtividade = \frac{output}{input} \quad (4)$$

Sendo que, *output* é o produto obtido no final do processo, ou seja, é o que a empresa produz e *input* são os recursos utilizados na produção, isto é, o que a empresa consome, a entrada. Em conformidade, Crawford e Vogl (2006) afirmam que o resultado da saída de um processo de transformação é condicionado às suas entradas.

Segundo Paranhos Filho (2007), a produtividade pode ser de um único fator ou multifatorial. Crawford e Vogl (2006) explicam que as medidas de produtividade de um único fator, ou produtividade média do trabalho, analisam o impacto de um fator de entrada (trabalho), enquanto que as medidas de produtividade total (multifatorial) levam em conta o impacto de todos os insumos na produção.

Gatti (2013), exemplifica que, a produtividade como fator único leva em consideração o número de trabalhadores ou de homem-horas, por exemplo, enquanto que a produtividade multifatorial considerará dois ou mais *inputs* (materiais, equipamentos, energia e capital).

Crawford e Vogl (2006), afirmam que ambas as medidas têm vantagens e desvantagens e são apropriadas para diferentes propósitos. As medidas de produtividade de fator único são assumidas como indicadores relativamente fáceis de medir e de uso comum. Contudo, quando for necessário identificar separadamente a contribuição de todos os fatores determinantes do crescimento usa-se a produtividade multifatorial.

A desvantagem da produtividade de um único fator, é que ela não é adequada para análise do desempenho da produtividade total de uma empresa, por exemplo, ela seria uma produtividade parcial da mão de obra.

As técnicas de medição de produtividade são divididas em duas categorias de observação de acordo com Chan e Kaka (2004), sendo estas, a de observação contínua (observação direta e realizada por estudo) e a observação intermitente (métodos audiovisuais, tempos de atraso e amostragem).

Dantas (2006) e Kisi *et al.* (2018) afirmam que quantificar a produtividade da mão-de-obra envolvida na construção civil é um desafio. Este fator ocorre porque na maior das vezes os gestores das obras não costumam ter conhecimento sobre a quantidade de mão-de-obra que se despense para produzir determinado serviço e com isso, não tem parâmetros corretivos em que possam se basear quando houver algum problema ou atraso.

Dai, Goodrum e Maloney (2009) reforçam que há inúmeros esforços para identificar e classificar os fatores que afetam a produtividade da construção. A exemplificação destes fatores avigora esta informação, sendo eles, disponibilidade de material, disponibilidade de ferramentas, trabalho refeito, área de trabalho superlotada, atrasos de inspeção, ineficiência do mestre de obra, interferência dos setores e rotatividade dos pedreiros.

Por fim, Dantas (2006) relata que em um cenário marcado pela necessidade de as empresas investirem em melhoria e qualidade da produtividade, entender a produtividade da mão-de-obra é importante para a minimização destes fatores.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo busca suporte no campo teórico, tendo por objetivo a compreensão da relação entre teoria e prática. À vista disto, Turrioni e Mello (2012) afirmam que, a classificação de uma pesquisa deve envolver aspectos relacionados à sua natureza, objetivos, abordagem e método.

Quanto à sua natureza, esta pesquisa é aplicada, pois segundo Turrioni e Mello (2012), os resultados serão aplicados ou utilizados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade.

No ponto de vista do objetivo a pesquisa é descritiva pois, “delineia o que é” e pretende descrever as características de determinada população, fenômeno ou relação de variáveis, neste caso, trabalhadores da construção civil que estavam realizando o assentamento de tijolos. Assim, inclui o uso de técnicas padronizadas de coleta dados: questionário e observação sistemática (TURRIONI; MELLO, 2012).

Quanto à abordagem do problema, a pesquisa é combinada, pois, ao mesmo tempo que é qualitativa ela é quantitativa. Na visão de Turrioni e Mello (2012) a abordagem qualitativa engloba “um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não se pode ser traduzida em números”, enquanto que a abordagem quantitativa, considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las utilizando recursos e técnicas estatísticas.

Por fim, o método é experimental, uma vez que é empregado quando se determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto (TURRIONI; MELLO, 2012).

3.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

Esta pesquisa teve início no ano de 2017, tendo dois anos para a sua execução. Em primeiro momento foi realizada a construção do portfólio bibliográfico para levantamento dos principais aspectos tratados na literatura acerca do tema definido, buscando assim, sua fundamentação teórica.

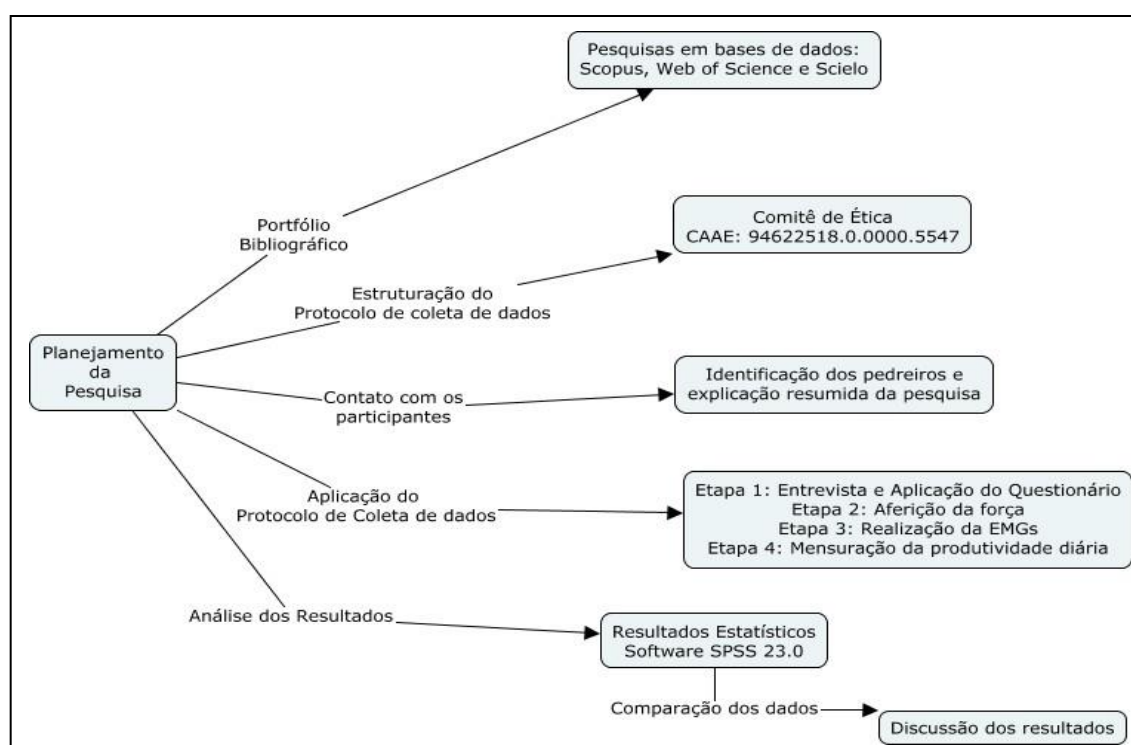
Frente a isso, a obtenção de dados foi dividida em quatro etapas atingindo assim o objetivo determinado para esta pesquisa, que era avaliar a alteração de força e a atividade eletromiográfica de pedreiros que realizam a tarefa de assentamento de tijolos. Estas etapas têm como base o referencial teórico do capítulo 2.

O estudo proposto possuiu uma interação com pedreiros que realizam o assentamento de tijolos por meio de fotos, vídeos, entrevistas, aplicação de questionário, análise de força muscular e testes de eletromiografia de superfície.

Diante desta interação e pela defesa dos interesses dos participantes este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos – UTFPR e obteve sua aprovação (CAAE: 94622518.0.0000.5547) (APÊNDICE B).

Após a liberação por parte dos engenheiros e arquitetos responsáveis e a identificação dos pedreiros que estavam realizando a tarefa de assentamento de tijolos foi iniciado a coleta de dados. O planejamento desta pesquisa foi exposto na Figura 6.

Figura 6 - Planejamento da Pesquisa



Fonte: Autoria própria

A fase da construção do portfólio bibliográfico foi detalhada no APÊNDICE A, como já citado anteriormente, enquanto que, as próximas etapas que inclui a coleta, análise e discussão dos dados, serão apresentados detalhadamente a seguir.

3.3 COLETA DE DADOS

Para a realização deste estudo participaram 32 colaboradores do sexo masculino, destros, idade superior a 18 anos, com características antropométricas distintas.

A amostra foi por conveniência e aleatória, sendo então seguida as condições afirmadas por Triola (2008) em que o número de pares de dados é grande ($n > 30$) ou apresentam pares que são provenientes de uma população com distribuição aproximadamente normal.

Os participantes foram escolhidos de forma aleatória em empresas da construção civil da cidade de Andradina, sendo que os mesmos deveriam estar executando a tarefa do assentamento de tijolos.

Todos os participantes foram submetidos aos protocolos de coleta de dados somente após assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido. A coleta de dados foi dividida em quatro etapas:

- 1) Perfil da amostra;
- 2) Aferição da força;
- 3) Avaliação eletromiográfica de superfície;
- 4) Mensuração da produção diária da mão de obra da alvenaria.

3.3.1 Perfil da Amostra

Esta pesquisa foi composta, na primeira etapa, por entrevistas e observação direta. A aquisição de dados foi por meio de um roteiro de entrevista estruturado, com perguntas mistas, elaboradas a partir do estudo proposto por Tuomi et. al (2010).

Para atingir os resultados, o mecanismo de coleta foi dividido em três blocos (perfil do trabalhador, Escala de Borg e o questionário de Índice da Capacidade do Trabalho (ICT)).

Desta maneira, segue a estrutura do mecanismo de coleta utilizado e a finalidade de cada bloco de questões:

- Bloco I – constituído por questões gerais, teve como objetivo conhecer o perfil de cada trabalhador (APÊNDICE C);
- Bloco II – constituído pela Escala de Borg, teve como objetivo identificar o esforço subjetivo ao longo da jornada de trabalho (ANEXO A);

- Bloco III – constituído pelo questionário de ICT, proposto por Tuomi et. al (2010), teve como objetivo analisar quão bem está o colaborador por meio da avaliação da sua percepção (ANEXO B).

O Bloco I envolveu questões como idade, tempo de serviço, tempo de jornada de trabalho, peso, altura, nível de exaustão físico e mental e a necessidade de recuperação diária.

O segundo bloco, utilizado para descrever o esforço muscular percebido nos membros superiores a escala utilizada foi a de Borg modificada para Escola OCRA Brasileira (Quadro 4).

Quadro 4 - Avaliação subjetiva do Esforço percebido através da escala Borg

Pontuação	Avaliação subjetiva
0	Ausência total de força/nenhum esforço real
0,5	Extremamente leve/fraco
1	Muito leve/fraco
2	Fraco/leve
3	Modesto
4	Moderado
5	Forte
6	Forte +
7	Muito forte
8	Muito forte +
9	Muito forte ++
10	Extremamente forte (praticamente máximo de esforço)

Fonte: Adaptada Escola OCRA Brasileira (2018)

Frente a isto, o participante ao iniciar a realização da tarefa assinalou qual era o esforço subjetivo sentido naquele momento.

A aplicação da escala Borg foi realizada também ao final da realização da tarefa e desta maneira, o participante novamente destacou qual foi o esforço subjetivo daquele fim de turno.

No Bloco III, o ICT foi determinado pelos escores das respostas das questões que o compõem, como explanado na Quadro 5.

Quadro 5 - Itens do ICT e seus respectivos números de questões e escore de respostas

Item	Nº de questões	Escore de resposta
1. Capacidade para o trabalho atual comparada com a melhor capacidade de toda a vida	1	0 a 10 pontos, sendo que o valor é assinalado no questionário;
2. Capacidade para o trabalho em relação às exigências do trabalho	2	0 a 5 pontos, ao final faz-se a ponderação de peso 1,5 para exigência física e 0,5 para exigência mental;
3. Número atual de doenças diagnosticadas pelo médico (lista com 10 doenças mais citadas em estudos que envolvem a análise de trabalhadores da construção civil) (BOSCHMAN <i>et al.</i> , 2010; BOSCHMAN <i>et al.</i> , 2012; BOSCHMAN <i>et al.</i> , 2014).	1	5 doenças ou mais: 1 ponto 4 doenças: 2 pontos 3 doenças: 3 pontos 2 doenças: 4 pontos 1 doenças: 5 pontos nenhuma doença: 7 pontos
4. Perda estimada do ritmo de trabalho devido às doenças	1	1 a 6 pontos, sendo que o valor é assinalado no questionário;
5. Faltas ao trabalho (por doenças) nos últimos 12 meses	1	1 a 5 pontos, sendo que o valor é assinalado no questionário;
6. Perspectiva sobre a própria capacidade para o trabalho para daqui dois anos	1	1, 4 ou 7 pontos, sendo que o valor é assinalado no questionário;
7. Questões pessoais	3	Os pontos das questões são somados e o resultado é contado da seguinte maneira: Soma 0-3 = 1 ponto; Soma 4-6 = 2 pontos; Soma 7-9 = 3 pontos; Soma 10-12 = 4 pontos

Fonte: Adaptado de Tuomi *et. al* (2010)

Após a soma de cada escore de respostas, foi destacado para cada um dos participantes um escore final que foi o índice da capacidade atual no trabalho, identificado por meio da separação ilustrado na Quadro 6.

Quadro 6 - Escore final das respostas e nível de capacidade, respectivamente

Pontos	Nível de capacidade no trabalho
7 a 27	Baixa capacidade
28 a 36	Moderada capacidade
37 a 43	Boa capacidade
44 a 49	Ótima capacidade

Fonte: Tuomi *et. al* (2010)

A partir destes níveis de capacidade no trabalho, de acordo com os autores são sugeridas medidas de prevenção, restauração ou de correção na realização da tarefa.

3.3.2 Aferição da Força

Após a entrevista e preenchimento do questionário, cada participante, foi submetido ao procedimento de aferição da força de tronco.

O equipamento utilizado foi o dinamômetro dorsal portátil da marca Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda com capacidade 200 kgf. Este equipamento está disponível no Laboratório de Ergonomia – PPGEF UTFPR.

Foi escolhido o dinamômetro dorsal devido aos vários movimentos de torção de tronco realizados pelos pedreiros, como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Movimentos de torção de tronco na tarefa de assentamento de tijolos



Fonte: Autorial própria

Para realizar o teste de força o participante ficou em cima do dinamômetro com pés apoiados ao chão e joelhos estendidos, sendo que a altura da alavanca do dinamômetro estava a nível do joelho deles (Figura 8). O mesmo exerceu sua força de levantamento por 5 segundos repetidos por duas vezes com intervalo de descanso de 3 minutos.

Figura 8 - Dinamômetro e posicionamento de flexão de tronco na coleta com dinamômetro



Fonte: Software MiotecSuite Desktop©

Foram realizadas duas medições, sendo que a primeira foi antes do início da tarefa e a segunda medição foi realizada quando os pedreiros terminaram a tarefa do dia.

3.3.3 Avaliação Eletromiográfica de Superfície

Por seguinte, os participantes foram instruídos a avaliação eletromiográfica de superfície que identificou as possíveis alterações musculares de fadiga.

As coletas foram feitas antes do pedreiro começar a sua tarefa diária (na parte da manhã) e ao final do turno do trabalho (final da tarde).

O equipamento eletromiográfico utilizado foi o modelo Miotool - 400®, da Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda que possui quatro canais (Figura 9), placa conversora analógico-digital de 14-bits de resolução e os sensores de superfície configurados para aquisição com uma frequência de 2000 amostras por segundo, o modo de rejeição comum de 100dB e os sinais amplificados com um ganho de 1000 vezes. Este equipamento está disponível no Laboratório de Ergonomia – PPGEPP UTFPR.

Figura 9 - Equipamento eletromiográfico

Fonte: Software MiotecSuite Desktop©

Além deste equipamento, foi necessário um computador portátil com o *software MiotecSuite Desktop*© instalado.

Em cada participante foram utilizados 16 eletrodos de superfície descartáveis e fixáveis em pele, sendo que oito eletrodos foram utilizados na primeira coleta de dados (pela manhã) e outros oito eletrodos na segunda coleta de dados (a tarde).

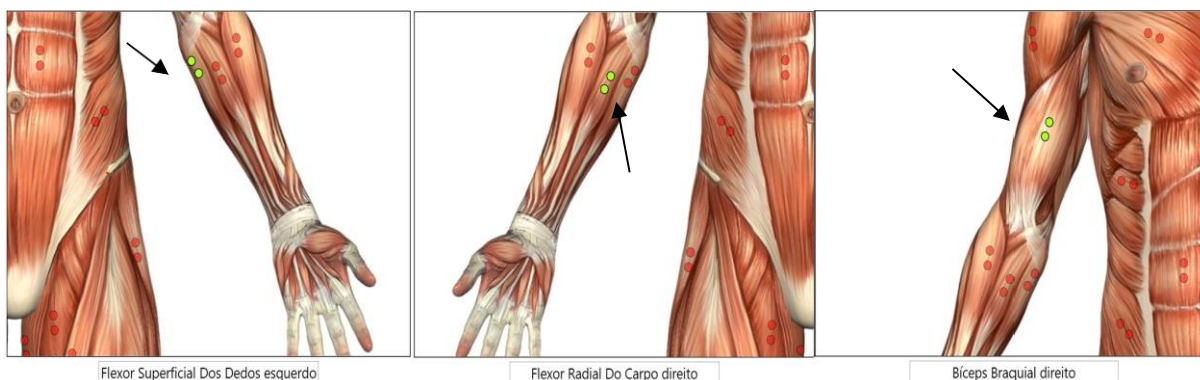
Os eletrodos utilizados foram do modelo Eletrodo Descartável ECG adulto da marca Solidor Ltda (Figura 10) para as áreas do flexor superficial dos dedos, flexor radial do carpo, bíceps braquial e cotovelos.

Figura 10 - Eletrodo descartável utilizado

Fonte: Autoria própria

A disposição exata dos eletrodos de superfície na pele foi nos músculos flexor superficial dos dedos esquerdo, no flexor radial do carpo direito e no bíceps braquial direito. Estes músculos estão destacados na Figura 11.

Figura 11 - Posicionamento dos eletrodos no flexor superficial dos dedos esquerdo, no flexor radial do carpo direito e bíceps braquial direito

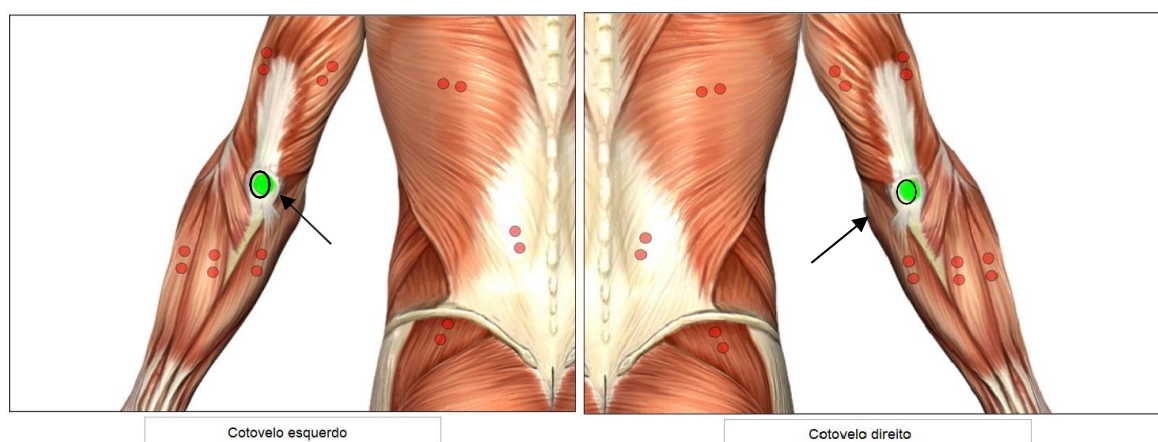


Fonte: Software MiotecSuite Desktop©

O eletrodo de referência, foi posicionado na área cotovelo esquerdo e direito, como é destacado na Figura 12.

A fixação dos eletrodos foi antecedida por percepção palpável do muscular, confirmação visual e limpeza da pele com álcool.

Figura 12 - Posicionamento dos eletrodos de referência no cotovelo esquerdo e direito



Fonte: Software MiotecSuite Desktop©

As coletas eletromiográficas foram realizadas por meio de dois esforços de 10 segundos cada, com 3 minutos de intervalo entre eles. Os esforços foram realizados com a anilha com peso de 5 kg deitada e a pega dela foi da mesma forma em que se pega um tijolo (FIGURA 13).

Figura 13 - Demonstração da pega da anilha de 5kg



Fonte: Autoria própria

O teste do músculo do flexor superficial dos dedos foi realizado com o pedreiro em pé, de modo que o participante realizou a sustentação do peso.

Para a avaliação do músculo do flexor radial do carpo e do músculo do bíceps braquial, o pedreiro permaneceu em pé, com o braço flexionado e antebraço virado para baixo (FIGURA 14).

Figura 14 - Sustentação do peso de 5 kg



Fonte: Autoria própria

Nesta avaliação, o participante também realizou a sustentação do peso e os eletrodos captaram em conjunto os sinais elétricos dos dois músculos analisados

Como já fundamentado na introdução teórica, a fadiga muscular foi definida com a presença de ao menos dois critérios:

- 1) Interrupção do teste por sintomas de fadiga muscular;
- 2) Mudança na porcentagem do uso de fibras musculares antes e após a tarefa e a observação de recrutamento de unidade motoras adicionais (RMS e %CVM-RMS);
- 3) Mudança de sentido com tendência à valores mais baixos da frequência mediana (FM);
- 4) Mudança do padrão de monitoramento das contrações ao longo do teste.

3.3.4 Mensuração da Produção Diária da Mão de Obra da Alvenaria

A mensuração da produção individual da mão de obra foi por meio de observação contínua, que envolveu fotos, vídeos e medições utilizando trena métrica.

Foi realizada uma coleta diária ao final do turno de trabalho. A partir do metro quadrado mensurado, foi realizado o cálculo da produtividade parcial (Equação 6), que é um índice parcial da análise da produtividade física do recurso mão de obra (MO).

$$Produtividade = \frac{saída}{entrada} \quad (6)$$

$$Produtividade (MO) = \frac{quantidade\ de\ serviço\ (medição\ física)}{quantidade\ MO\ x\ tempo\ dispendido}$$

Sendo que, a quantidade de serviço foi o metro quadrado produzido, a quantidade de MO foram os pedreiros necessários para a realização da tarefa e o tempo dispendido foi em horas.

3. 4 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS

Após a coleta de dados, a etapa de análise envolveu os resultados de cada uma das variáveis citadas anteriormente:

- Índice da Capacidade no Trabalho (nível);
- Sensação Subjetiva (Escala Borg);
- Força de tronco aferida pelo dinamômetro (kgf);
- Fadiga e recrutamento de unidades motoras adicionais por meio da EMGs;
- Produção diária (m²/Hh).

Para analisar as variáveis foi necessário o *Microsoft Office Excel* e o *Software Statistical Package for the Social Sciences IBM SPSS Statistics for Windows version 23.0*.

A análise estatística dos dados envolveu testes de normalidade, de correlação, inferências a partir de amostras emparelhadas e regressão.

Triola (2008) e Miot (2017) esclarecem que a avaliação da normalidade dos dados é primordial e adequada para a análise descritiva da amostra. Diante disto, para o tratamento estatístico dos dados, os mesmos foram submetidos a testes de normalidade, caso a caso.

Após a análise de normalidade dos dados, foi realizado testes de correlação entre as variáveis, para analisar o relacionamento e a intensidade entre os valores quantitativos emparelhados na amostra (TRIOLA, 2008). Somado ao teste de correlação, foram realizados testes de tamanho de efeito Cohen.

De acordo com Cohen (1988), o tamanho do efeito (*effect size*) é definido como o grau ou dimensão em que o fenômeno está presente na população e é uma análise voltada à dados clínicos, já que o tamanho do efeito é exclusivo da amostra coletada e representa a mensuração a qual o pesquisador pretende desenvolver que o teste de hipótese. Tamanhos de efeito (D de Cohen) são interpretados como: efeito pequeno > 0,2; efeito médio > 0,5; grande efeito > 0,8 em nível de significância.

O teste t para amostras relacionadas – teste t pareado foi utilizado para procurar o delineamento dentre os participantes (TRIOLA, 2008).

Segundo Triola (2008), duas amostras são dependentes (ou consistem em dados emparelhados) se os membros de uma amostra podem ser usados para se

determinarem os membros da outra amostra e para cada par de valores amostrais, encontra-se a diferença entre os dois valores.

Por fim, foi realizado a análise de regressão linear para descrever a relação entre variáveis por meio do gráfico e da equação da reta que melhor representa a equação (TRIOLA, 2008).

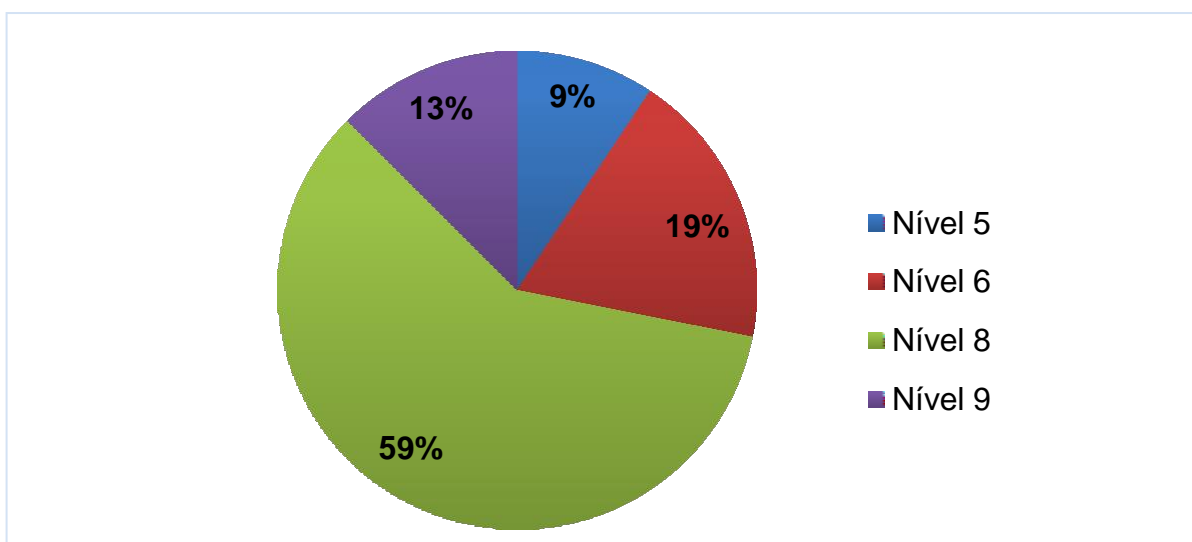
4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 PERFIL DA AMOSTRA

Os participantes, todos destros, do sexo masculino, tinham idade média de $40,28 \pm 13,25$ anos, massa corporal média de $77,94 \pm 13,14$ kg e estatura média de $1,72 \pm 0,08$ m. O tempo médio de experiência foi de $19,16 \pm 9,63$ anos, com uma carga horária média de $40,03 \pm 4,73$ h por semana.

Em relação ao nível de exaustão física após o trabalho, em uma escala de 0 a 10, 59% dos participantes afirmaram ter um nível 8 de exaustão, 19% apresentaram um nível 6, 13% um nível 9 e 9% um nível 5 de exaustão (FIGURA 15).

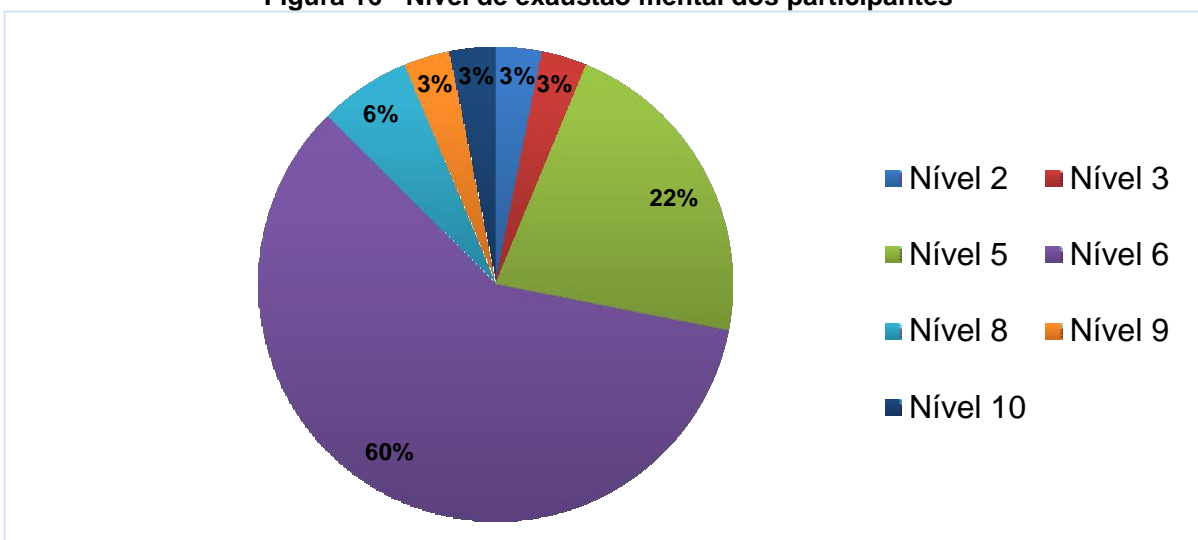
Figura 15 – Nível de exaustão física dos participantes



Fonte: Autoria própria

Todavia, em relação ao nível de exaustão mental, também em uma escala de 0 a 10, 60% dos participantes apresentaram um nível 6 de exaustão, 22% destacaram um nível 5, 6% apresentaram nível 8 e o restante (12%) somaram aos níveis 2, 3, 9 e 10 de exaustão mental (FIGURA 16).

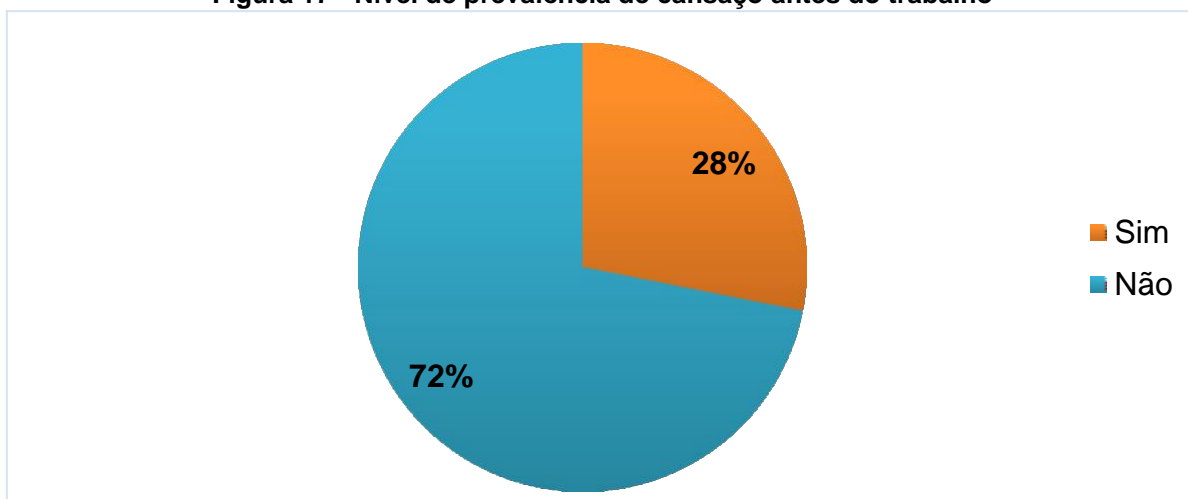
Figura 16 - Nível de exaustão mental dos participantes



Fonte: Autoria própria

Em conformidade a isto, 23 (72%) participantes afirmaram que não sentem cansaço antes do início do trabalho, enquanto que 9 (28%) já sentem um leve cansaço (FIGURA 17).

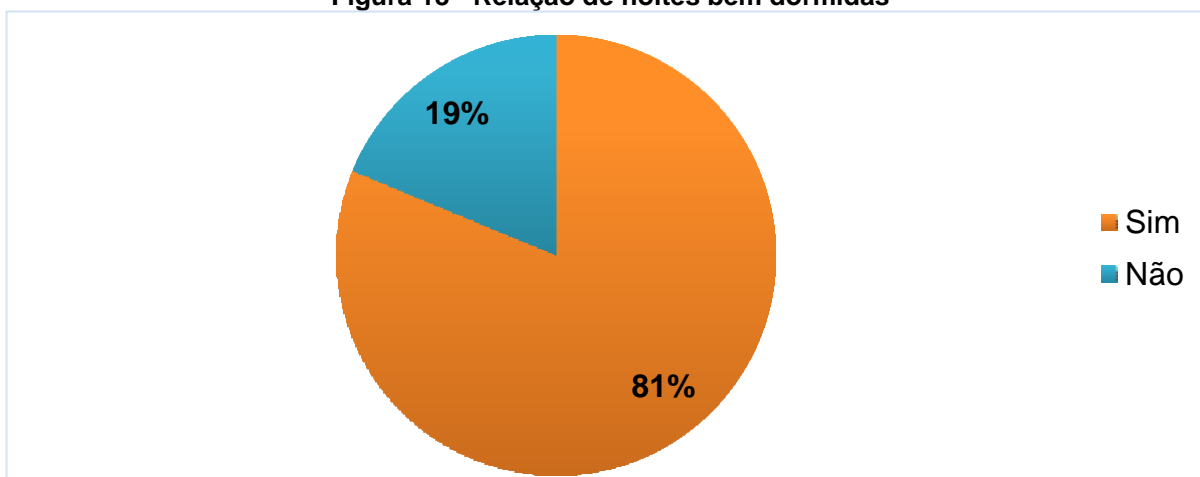
Figura 17 - Nível de prevalência de cansaço antes do trabalho



Fonte: Autoria própria

A média dos participantes, em relação ao dormir bem durante as duas últimas noites, apresentou que 26 (81%) dormiram bem e 6 (19%) não dormiram bem (FIGURA 18).

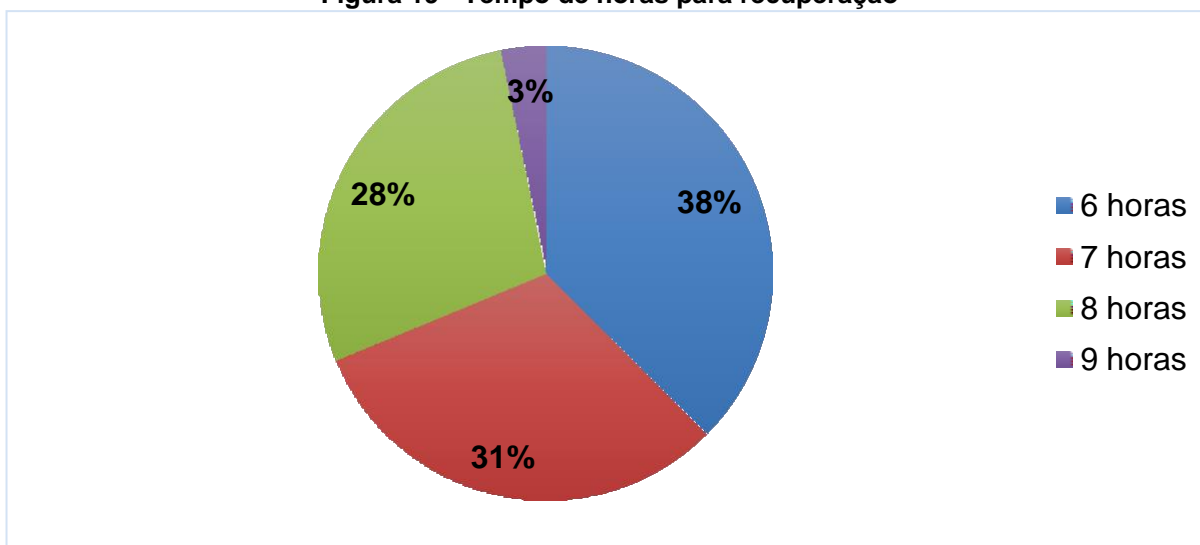
Figura 18 - Relação de noites bem dormidas



Fonte: Autoria própria

Desta maneira, 20 (62%) dos entrevistados afirmaram que precisam de 7 horas ou mais para se sentirem recuperados após o trabalho e os outros 12 (38%) destacaram que é necessárias apenas 6 horas de recuperação (FIGURA 19).

Figura 19 - Tempo de horas para recuperação



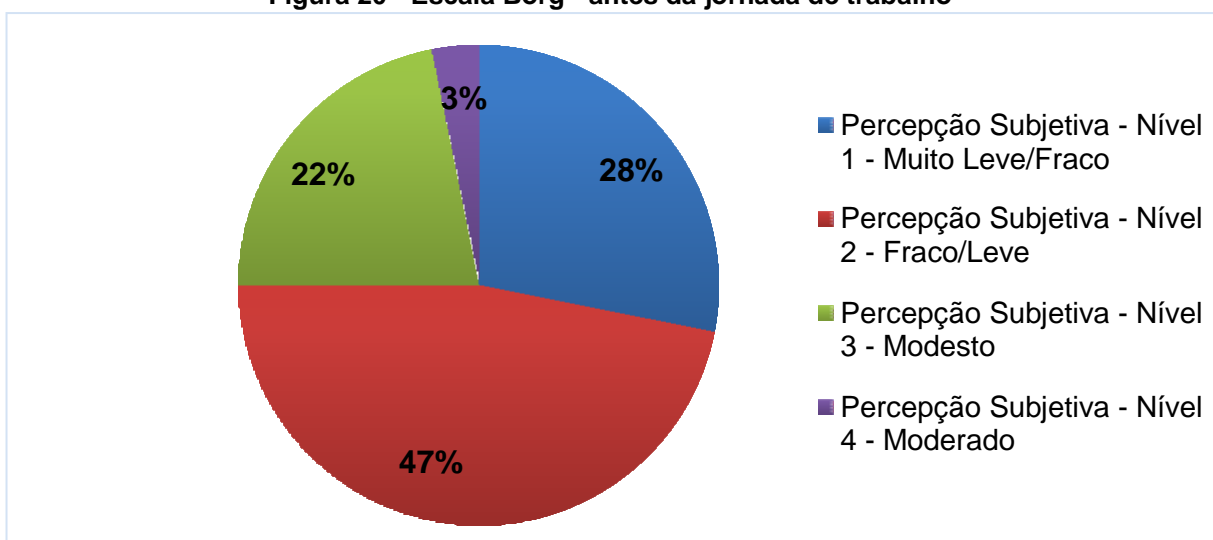
Fonte: Autoria própria

Quando perguntados sobre o que as pessoas pensavam do serviço que eles realizavam, 28 (88%) voluntários afirmaram que a percepção das pessoas era de um trabalho desgastante, 4 (12%) voluntários destacaram que é um trabalho normal, com alguns dias leves e outros pesados. Nenhum deles afirmaram que o trabalho é considerado tranquilo. O detalhamento desta parte está no APÊNDICE D.

Ao analisar a Escala de Borg (APÊNDICE E) aplicado antes e após a jornada de trabalho foi verificado que 15 (47%) pedreiros relataram um grau de esforço leve

(nível 2) ao realizar as primeiras atividades no canteiro de obras, 9 (28%) afirmaram que a atividade era muito leve/fraco (nível 1) naquele momento, 7 (22%) destacaram que o trabalho no início da jornada era modesto (nível 3) e 1 (3%) pedreiro afirmou um moderado esforço físico (nível 4), como é apresentado no (FIGURA 20).

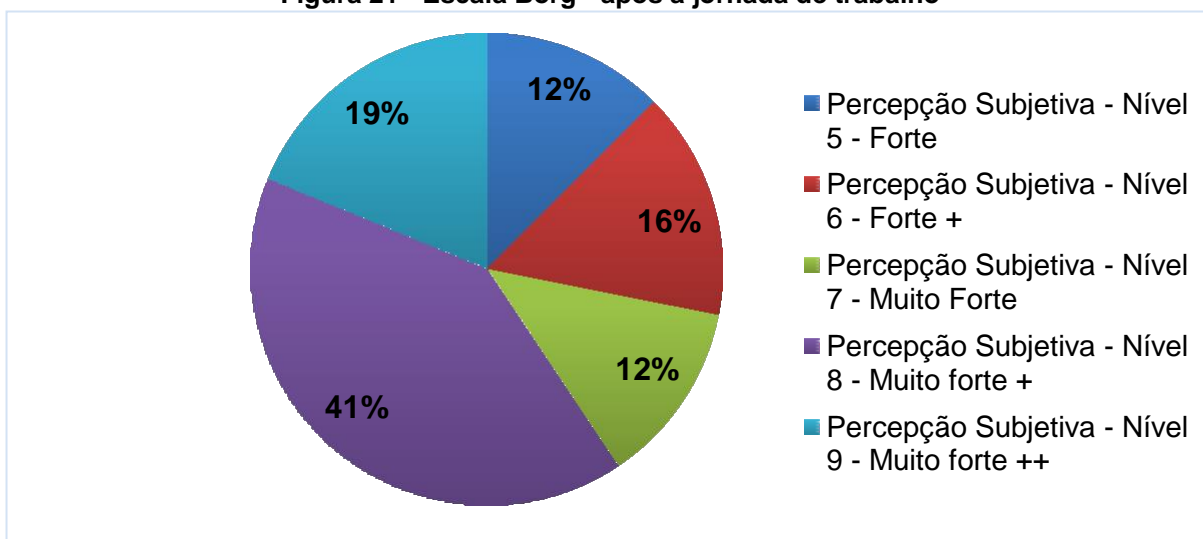
Figura 20 - Escala Borg - antes da jornada de trabalho



Fonte: Autoria própria

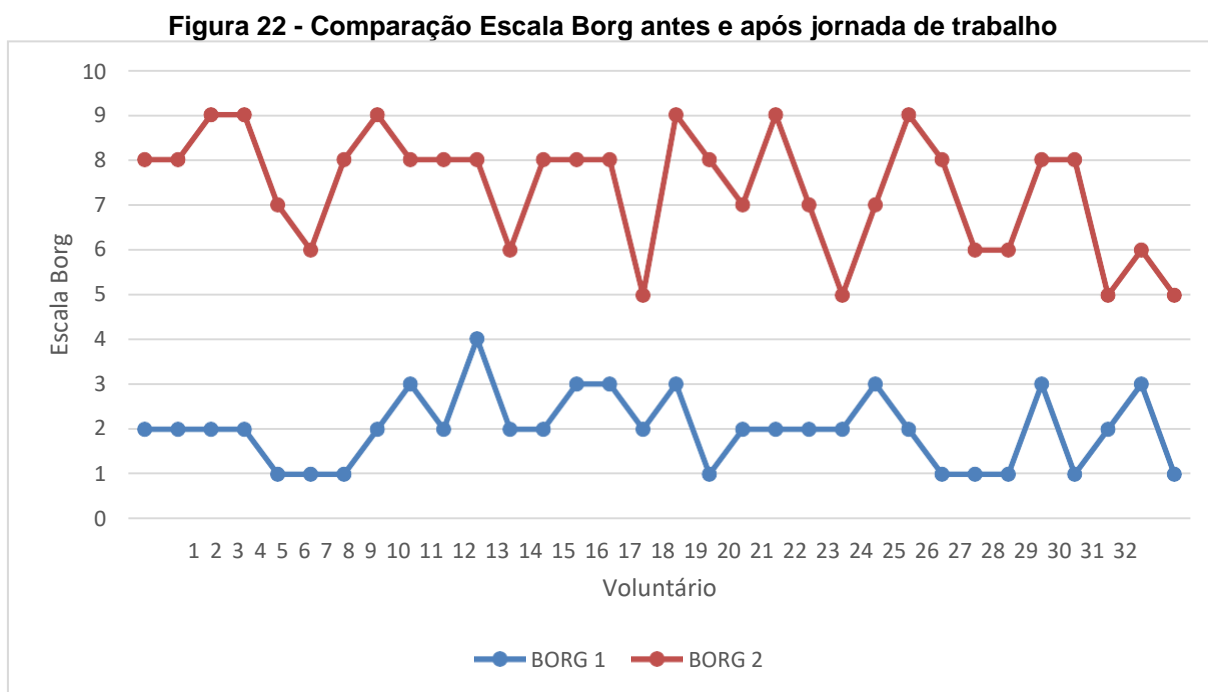
Ao final da jornada de trabalho, 13 (41%) pedreiros afirmaram um nível 8 (muito forte +) de esforço físico, 6 (19%) apontaram um nível 9 (muito forte ++), outros 5 (16%) destacaram um esforço nível 6 (forte +), 4 (12%) relataram uma forte exaustão física (nível 5), e por fim, 4 (2%) pedreiros afirmaram sentir uma exaustão muito forte (nível 7) (FIGURA 21).

Figura 21 - Escala Borg - após a jornada de trabalho



Fonte: Autoria própria

A Figura 22, elucida que para todos os voluntários, houve um aumento da percepção subjetiva de esforço muscular.



Fonte: Autoria própria

Para o tratamento estatístico dos dados, os mesmos foram submetidos a um teste de normalidade. Por se tratar de um conjunto de dados maior que 30 casos, foi adotado o Teste de *Kolmogorov-Smirnov* que resultou em dados não normais $P < 0,05$ ($P = 0,000$). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Para variáveis com distribuição não paramétrica (distribuição não normal) a comparação das variáveis antes e após a jornada de trabalho foi realizada pela estatística não paramétrica – Teste de Postos de *Wilcoxon* de duas amostras relacionadas.

Para isto, foram formuladas duas hipóteses:

- ✓ H0: há igualdade de médias entre a percepção subjetiva antes e após o trabalho;
- ✓ H1: não há igualdade de médias entre a percepção subjetiva antes e após o trabalho;

De acordo com a análise do teste de postos (Tabela 1), nenhum dos voluntários informou após a realização da tarefa uma avaliação subjetiva menor que

na avaliação antes da realização do trabalho, desta maneira, os 32 participantes, sentiram desgaste físico durante o dia de trabalho.

Tabela 1 - Análise do teste de postos - Escala Borg

	N	Posto Médio	Soma de Postos
Borg_final - Borg_inicial			
Postos Negativos	0 ^a	,00	,00
Postos Positivos	32 ^b	16,50	528,00
Empates	0 ^c		
Total	32		

a. Borg_final < Borg_inicial

b. Borg_final > Borg_inicial

c. Borg_final = Borg_inicial

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

A estatística do teste afirmou que, a significância do teste foi $p < 0,05$, ($p = 0,000$), desta maneira, a hipótese nula foi rejeitada, confirmando assim não há igualdade de médias entre a percepção subjetiva antes e após o trabalho.

A comparação, por meio da média (Tabela 2), comprovou que o dia de trabalho foi efetivo, de modo que todos os voluntários sofreram com o desgaste subjetivo, pois, o grupo, em primeiro momento, apresentou uma avaliação subjetiva leve (nível 2) e ao final do trabalho, a média apresentou um esforço muito forte (nível 7).

Tabela 2 - Análise da comparação entre as médias

	Borg inicial	Borg final
Média	2,00	7,38
N	32	32
Desvio Padrão	,803	1,314

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

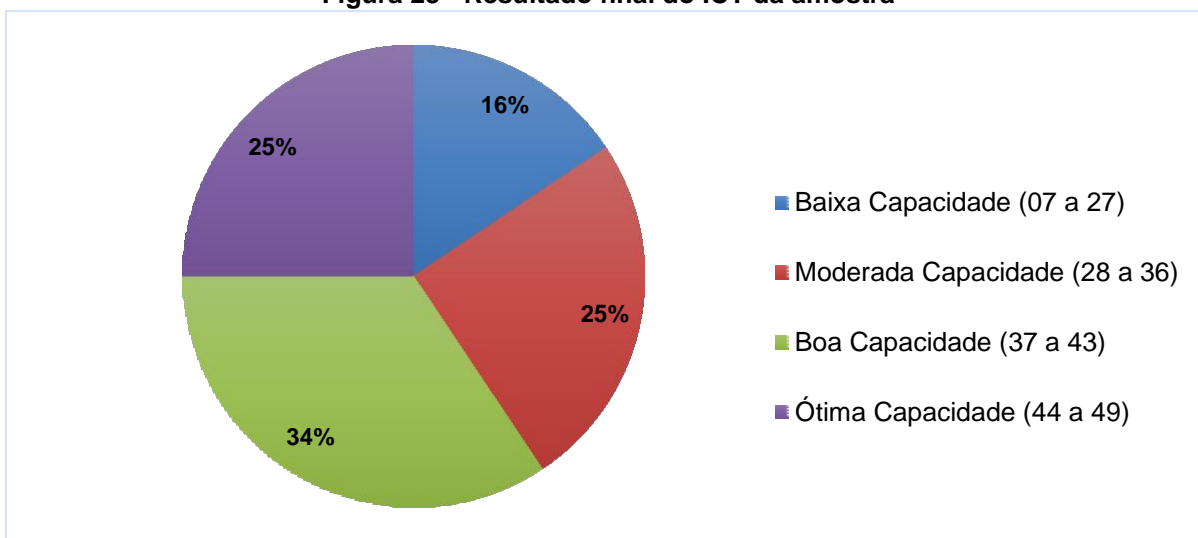
No que tange a capacidade para o trabalho da amostra, os resultados do questionário de ICT, após a somatória de toda pontuação das questões, constatou-se que 5 voluntários apresentaram baixa capacidade, 8 apresentaram uma capacidade moderada, 11 apresentaram boa capacidade e por fim, 8 voluntários apresentaram ótima capacidade (TABELA 3).

Tabela 3 - Resultado final do ICT da amostra

Nível de capacidade no trabalho	Número de voluntários
Baixa Capacidade (07 a 27)	5
Moderada Capacidade (28 a 36)	8
Boa Capacidade (37 a 43)	11
Ótima Capacidade (44 a 49)	8
Total	32

Fonte: Autoria própria

Deste modo, a amostra apresentou voluntários de 16% ICT baixo, 25% ICT moderado, 34% ICT bom e 25% ICT ótimo, como mostra a Figura 23.

Figura 23 - Resultado final do ICT da amostra

Fonte: Autoria própria

A análise detalhada de todas as questões do questionário é apresentada no APÊNDICE F.

Quando o ICT é relacionado à outras variáveis, por meio da correlação de *Pearson* ($n > 30$), pode-se inferir que ICT relacionado ao Borg_final a relação de ICT foi moderada e inversamente proporcional, com significância, desta maneira, evidencia-se que para este caso, voluntários que possuíam um elevado ICT ao final do trabalho destacaram uma avaliação subjetiva mais baixa.

Ao ser relacionado com o fator Idade, o ICT, houve uma relação forte e inversamente proporcional, com significância, o que indica uma tendência de voluntários com ICT maiores, possuem idades menores.

ICT em relação ao Tempo de Experiência apresentou relações moderadas e também inversamente proporcionais, sugerindo a tendência de voluntários com ICT altos, terem pouco tempo de experiência.

Em relação às variáveis Borg_inicial, Altura, Peso, Dinamômetro_Inicial e Dinamômetro_Final as relações foram fracas e sem significâncias.

Por fim, quando relacionado à Produção Diária dos voluntários, apresentou uma relação moderada, diretamente proporcional e com significância, demonstrando assim, neste caso, que voluntários com elevados ICT tem uma tendência maior de produzir mais (os valores de produção diária estão explicados na etapa 4.4). O resumo está na Tabela 4.

Tabela 4 - Correlações entre as variáveis

	BORG_ inicial	BORG_ final	Idade	Tempo Exp.	Altura	Peso	Dina_ 1	Dina_ 2	m ² /H.h	
I C T	Correlação de Pearson	-0,078	-0,602	-0,731	-0,681	0,290	0,327	0,184	0,345	0,540
	Sig. (bilateral)	0,671	0,000	0,000	0,000	0,107	0,067	0,314	0,053	0,001
	Soma dos quadrados cruzados	-2,000	-25,250	309,188	209,438	0,741	137,375	145,395	186,419	44,034
	Covariância	-0,065	-0,815	-9,974	-6,756	0,024	4,431	4,690	6,014	1,420

Fonte: Software IBM SPSSS Statistic v23

Pode-se inferir também, entre várias outras interpretações, relações de outras variáveis, como por exemplo:

- Idade x Tempo de Experiência: ICT ótimo tem uma tendência de caracterizar idades menores e com menor experiência;
- Idade x Tempo de Experiência: ICT baixo tem uma tendência de caracterizar idades maiores e com mais experiência;
- Idade x Borg_final: ICT ótimo tem uma tendência de caracterizar idades menores e Borg_final mais baixos;
- Idade x Borg_final: ICT baixo tem uma tendência de caracterizar idades maiores e Borg_final mais altos;
- Tempo de Experiência x Produção: ICT ótimo tem tendência de caracterizar menor tempo de experiência e maior produção, ou seja, voluntários mais novos desta amostra, produziram mais. Neste caso, uma outra variável também deveria ser estudada, sendo ela a qualidade do serviço;

- Tempo de Experiência x Produção: ICT baixo tem tendência de caracterizar maior tempo de experiência e menor produção, ou seja, voluntários mais antigos desta amostra, produziram menos. Neste caso, uma outra variável também deveria ser estudada, sendo ela a qualidade do serviço;
- Tempo de Experiência x Peso: ICT ótimo abrangeu menor tempo de experiência e menor peso, enquanto que ICT ruim, foi ao contrário.

4.2 AFERIÇÃO DA FORÇA

Após a entrevista e preenchimento do questionário, cada voluntário, foi submetido ao procedimento de aferição da força de tronco por meio do dinamômetro lombar.

A leitura da força foi realizada pelos picos das contrações, e como foram realizadas duas medições antes e após o trabalho, os resultados analisados foram entre média dos picos das contrações.

Ao analisar exclusivamente a força dos voluntários notou-se que eles possuíam um valor médio de força de $66,21 \pm 24,78$ Kgf antes de iniciar a jornada de trabalho e após o trabalho essa força reduziu para $46,36 \pm 16,93$ Kgf (redução de quase 30% da força média dos voluntários) (TABELA 5).

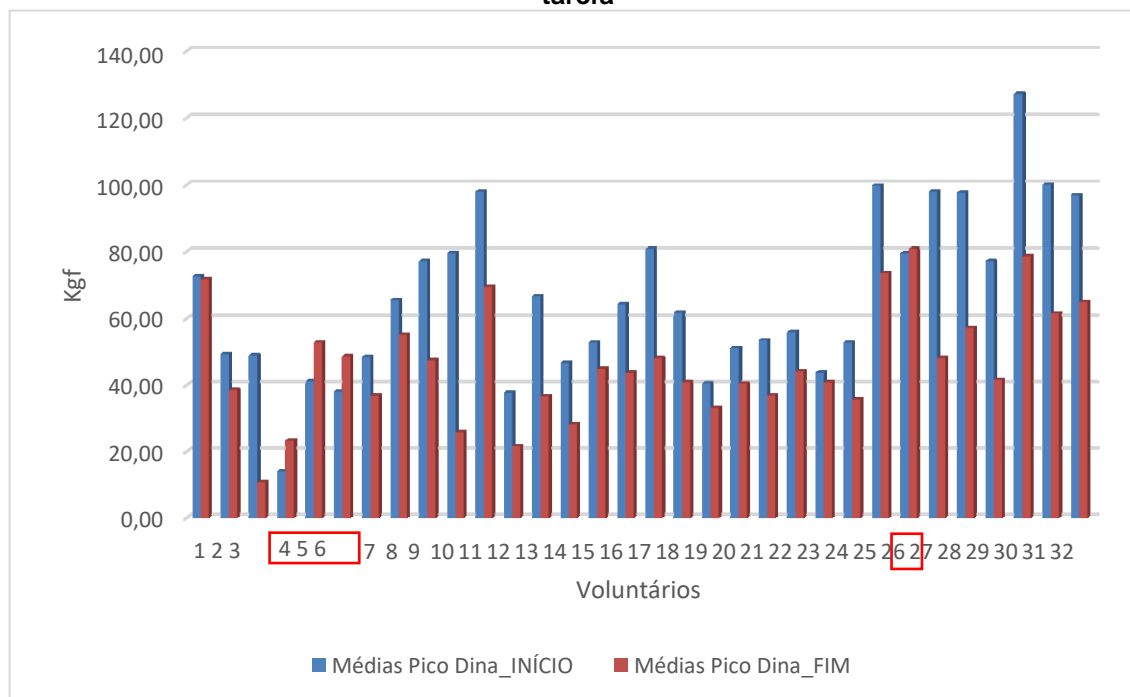
Tabela 5 - Valores médios e desvio padrão da força aplicada no dinamômetro antes e após a jornada de trabalho

N Voluntários	Força antes jornada de trabalho – Kgf	Força após a jornada de trabalho - Kgf	P valor
32	$66,21 \pm 24,78$	$46,36 \pm 16,93$	0,000

Fonte: *Software IBM SPSSS Statistic v23*

A Figura 24, elucida que a maioria dos voluntários, apresentaram uma diminuição da força após a realização da jornada de trabalho (menos os voluntários 4, 5, 6 e 26).

Figura 24 - Comparação das médias dos valores da dinamometria antes e após a realização da tarefa



Fonte: Autoria própria

O detalhamento dos dados está no APÊNDICE G. Este detalhamento inclui as duas coletas iniciais, as duas coletas finais e a média entre elas.

Para o tratamento estatístico dos dados, os mesmos foram submetidos a um teste de normalidade. Por se tratar de um conjunto de dados maior que 30 casos, foi adotado o Teste de *Kolmogorov-Smirnov* que resultou em dados normais $P > 0,05$ (TABELA 6). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Tabela 6 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra

		Dina_Inicial	Dina_Final
N		32	32
Parâmetros normais ^{a,b}	Média	66,2125	46,3659
	Desvio	24,78327	16,93340
Significância Assint. (Bilateral)		0,159	0,161

Fonte: Software IBM SPSSS *Statistic v23*

De acordo com correlação das amostras emparelhadas, entre as variáveis Dina_inicial e Dina_final, apresentou uma relação forte (0,711), diretamente proporcional e com significância ($P=0,000$).

Para variáveis com distribuição paramétrica (distribuição normal) a comparação das variáveis antes e após a jornada de trabalho foi feita pelo Teste *t* emparelhadas (*test t* pareada). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Para isto, foram formuladas duas hipóteses:

- ✓ H0: o trabalho diário de assentar tijolos não afeta na alteração de força muscular;
- ✓ H1: o trabalho diário de assentar tijolos afeta na alteração de força muscular (de tronco);

Tabela 7 - Teste de amostras emparelhadas - Dina 1 e Dina 2

	Diferenças emparelhadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média	95% Intervalo de Confiança da Diferença				
				Inferior	Superior			
Par 1 Dina1 - Dina2	19,84656	17,43799	3,08263	13,55950	26,13363	6,438	31	,000

Fonte: **Software IBM SPSSS *Statistic* v23**

A estatística do teste (TABELA 7) afirmou que, a significância do teste foi $P < 0,05$, ($p = 0,000$), desta maneira, a hipótese nula foi rejeitada, confirmando assim que houve a diferença de médias entre força antes e após o trabalho, ou seja, o trabalho diário de assentar tijolos afetou a força muscular dos voluntários, que neste caso, houve uma diminuição da força.

4.3 AVALIAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA DE SUPERFÍCIE

Por seguinte, os participantes foram instruídos ao teste eletromiográfico de superfície que foi utilizado para investigar a demanda fisiológica dos músculos e a tendência de fadiga muscular.

Foram escolhidos os músculos que estão envolvidos na tarefa de assentamento de tijolos: Flexor Superficial dos Dedos esquerdo, Flexor Radial do Carpo direito e o Bíceps Braquial direito. O eletrodo de referência foi colocado sobre o osso do cotovelo do braço direito e esquerdo. As normas da Sociedade Internacional de Eletrofisiologia e Cinesiologia para captura de sinais EMG foram estritamente observadas.

Inicialmente, o *Root Mean Square* (RMS) da EMG foi obtido a partir dos testes de CVM. Assim, os dados coletados de cada teste foram expressos em percentagem de CVM (%RMS-CVM), para cada músculo.

Dos testes de fadiga que duraram 20 segundos, os valores de RMS foram calculados em janelas consecutivas de 10 segundos, formando uma série temporal de 2 valores e de cada uma delas foi extraída a Frequência Mediana (MF), também formando uma série temporal de 2 valores.

Para melhor compreensão, esta etapa dos resultados foi dividida em duas partes. Primeiramente foram expostos os resultados gerais das análises realizadas em todos os músculos e em seguida cada análise eletromiográfica será explicada detalhadamente, músculo a músculo.

4.3.1 EMGs: Resultados Gerais das Análises

O músculo Flexor Superficial dos Dedos esquerdo apresentou valores de RMS (μV) de 44,64 (99,90 - 16,66) antes da jornada de trabalho e ao analisar este mesmo músculo após a jornada de trabalho notou-se um maior valor 94,52 (271,47-25,67) (TABELA 8).

O Flexor Radial do Carpo Direito expressou valores de RMS (μV) de 73,96 (163,68 - 24,61) antes da jornada de trabalho e após a jornada de trabalho notou-se um maior valor sobre o inicial 98,88 (303,21 - 43,12) (TABELA 8).

Já o Bíceps Braquial Direito demonstrou valores de RMS (μV) de 159,16 (819,89 - 42,48) antes da jornada de trabalho e 179,61 (708,62 - 46,02) após a jornada de trabalho, demonstrando também um valor final maior (TABELA 8).

Tabela 8 - Valores da mediana e intervalos interquartis da amplitude RMS do sinal eletromiográfico antes e após jornada de trabalho

Músculo	Antes jornada de trabalho RMS	Após jornada de trabalho RMS
Superficial dos Dedos esquerdo	44,64 (99,90 – 16,66)	94,52 (271,47 – 25,67)
Flexor Radial do Carpo direito	73,96 (163,68 – 24,61)	98,88 (303,21 – 43,12)
Bíceps Braquial direito	159,16 (819,89 – 42,48)	179,61 (708,62 – 46,02)

Fonte: **Software IBM SPSSS *Statistic* v23**

Os valores expressos em percentagem de CVM (%RMS-CVM), o Flexor Superficial dos Dedos esquerdo apresentou valor inicial de 13,14 (58,30 - 1,43) e ao

serem analisados ao final da jornada de trabalhos, os valores foram 27,83 (134,03 - 2,01) (TABELA 9).

Quanto aos valores expressos em percentagem de CVM (%RMS-CVM), o músculo Flexor Radial do Carpo Direito expressou valores de 41,29 (94,46 - 7,58) antes da jornada de trabalho e ao analisar este mesmo músculo após a jornada de trabalho notou-se um maior valor sobre o inicial 53,21 (99,59 - 11,32) (TABELA 9).

No músculo Bíceps Braquial Direito, os valores expressos em percentagem de CVM (%RMS-CVM) foram 50,80 (117,75 - 10,62) antes da jornada de trabalho e ao analisar este mesmo músculo após a jornada de trabalho notou-se também um maior valor sobre o inicial 57,08 (96,77 - 8,73) (TABELA 9).

Tabela 9 - Valores da mediana e intervalos interquartis da percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após jornada de trabalho

Músculo	Antes jornada de trabalho RMS	Após jornada de trabalho RMS
Superficial dos Dedos esquerdo	61,03 (60,55 - 76,90)	84,96 (72,26 - 93,01)
Flexor Radial do Carpo direito	60,55 (60,55 - 61,52)	63,48 (61,52 - 72,75)
Bíceps Braquial direito	60,55 (60,55 - 63,72)	61,03 (60,42 - 68,60)

Fonte: *Software IBM SPSSS Statistic v23*

Quanto à porcentagem média de uso muscular entre os 32 voluntários, a maior média foi no Bíceps Braquial (45,12%), sendo seguido do Flexor Radial do Carpo (37,73%) e Flexor Superficial dos Dedos (17,15%).

Os valores da Frequência Mediana (FM) do sinal eletromiográfico apresentaram diferenças estatisticamente significantes nos três músculos (Flexor Superficial dos Dedos esquerdo, Flexor Radial do Carpo direito e Bíceps Braquial direito) ($P < 0,05$). A FM após a jornada de trabalho apresentou valores menores em comparação ao início da jornada de trabalho (TABELA 10).

Tabela 10 - Valores da mediana e intervalos interquartis da frequência mediana do sinal eletromiográfico antes e após jornada de trabalho

Músculo	Antes jornada de trabalho Frequência mediana - Hz	Após jornada de trabalho Frequência mediana - Hz	P valor
Superficial dos Dedos esquerdo	46,53 (66,77 - 34,12)	44,94 (65,76 - 32,49)	0,034*
Flexor Radial do Carpo direito	118,40 (148,80 - 91,80)	63,48 (61,52 - 72,75)	0,000*
Bíceps Braquial direito	92,01 (116,09 - 69,40)	88,27 (111,58 - 69,34)	0,013*

* Diferença Significante

Fonte: *Software IBM SPSSS Statistic v23*

Por meio da análise de Tamanho de Efeito de Cohen D (TABELA 11), os músculos que apresentaram a tendência de fadiga foram, em ordem de efeito, Flexor Radial do Carpo direito, Bíceps Braquial e por fim, Flexor Superficial dos Dedos Esquerdo.

Tabela 11 - Valores dos tamanhos de efeito e significâncias dos músculos

Músculo	Tamanho do Efeito	P valor
Flexor Superficial dos Dedos esquerdo	0,391342104	0,034*
Flexor Radial do Carpo direito	1,258467242	0,000*
Bíceps Braquial direito	0,465727191	0,013*

* Diferença Significante

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

Deste modo, pode-se afirmar que, para a realização deste teste eletromiográfico, o músculo Flexor Radial do Carpo direito apresentou uma participação mais efetiva do que, em comparação com o Bíceps Braquial direito e o Flexor Superficial dos Dedos esquerdo.

4.3.2 EMGs: Resultados Detalhados, Músculo a Músculo

Em relação ao sinal eletromiográfico do músculo Flexor Superficial dos Dedos Esquerdo (APÊNDICE H) para o tratamento estatístico dos dados, os mesmos foram submetidos a um teste de normalidade.

Por se tratar de um conjunto de dados maior que 30 casos, foi adotado o Teste de *Kolmogorov-Smirnov* que resultou em dados não normais $P < 0,05$ ($P = 0,000$), ou seja, os valores percentagem de CVM (%RMS-CVM) apresentaram uma distribuição não normal (dados não paramétricos) $P < 0,05$ (TABELA 12). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Tabela 12 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra (Perc_RMS_final e Perc_RMS_inicial)

		Perc_RMS_final	Perc_RMS_inicial
N		32	32
Parâmetros normais ^{a,b}	Média	13,1419	27,8328
	Desvio	14,63939	30,87125
Significância Assint. (Bilateral)		0,000	0,000

a. A distribuição do teste é Normal. b. Calculado dos dados

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

Para variáveis com distribuição não paramétrica (distribuição não normal) a comparação das variáveis antes e após a jornada de trabalho foi realizada pela estatística não paramétrica – Teste de Postos de *Wilcoxon* de duas amostras relacionadas.

Para isto, foram formuladas duas hipóteses:

- ✓ H0: houve igualdade de médias entre os valores percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho;
- ✓ H1: não houve igualdade de médias entre os valores percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho;

De acordo com a análise do teste de postos (TABELA 13), apenas 1 voluntário (v. 9) apresentou após a realização da tarefa uma percentagem de CVM (%RMS-CVM) menor que no início da realização do trabalho, desta maneira, os outros 31 participantes, apresentaram um aumento da percentagem de CVM (%RMS-CVM), manifestando uma possível tendência de recrutamento de unidades motoras adicionais.

Tabela 13 - Análise de teste de postos (Perc_RMS_final e Perc_RMS_inicial)

		N	Posto Médio	Soma de Postos
Perc_RMS_final -	Postos Negativos	1 ^a	6,00	6,00
Perc_RMS_inicial	Postos Positivos	31 ^b	16,84	522,00
	Empates	0 ^c		
	Total	32		

a. Perc_RMS_final < Perc_RMS_inicial

b. Perc_RMS_final > Perc_RMS_inicial

c. Perc_RMS_final = Perc_RMS_inicial

Fonte: Software IBM SPSSS Statistic v23

A estatística do teste afirmou que, a significância do teste foi $p < 0,05$, ($p = 0,000$), desta maneira, a hipótese nula foi rejeitada, confirmando assim que não houve igualdade de médias entre os valores percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho.

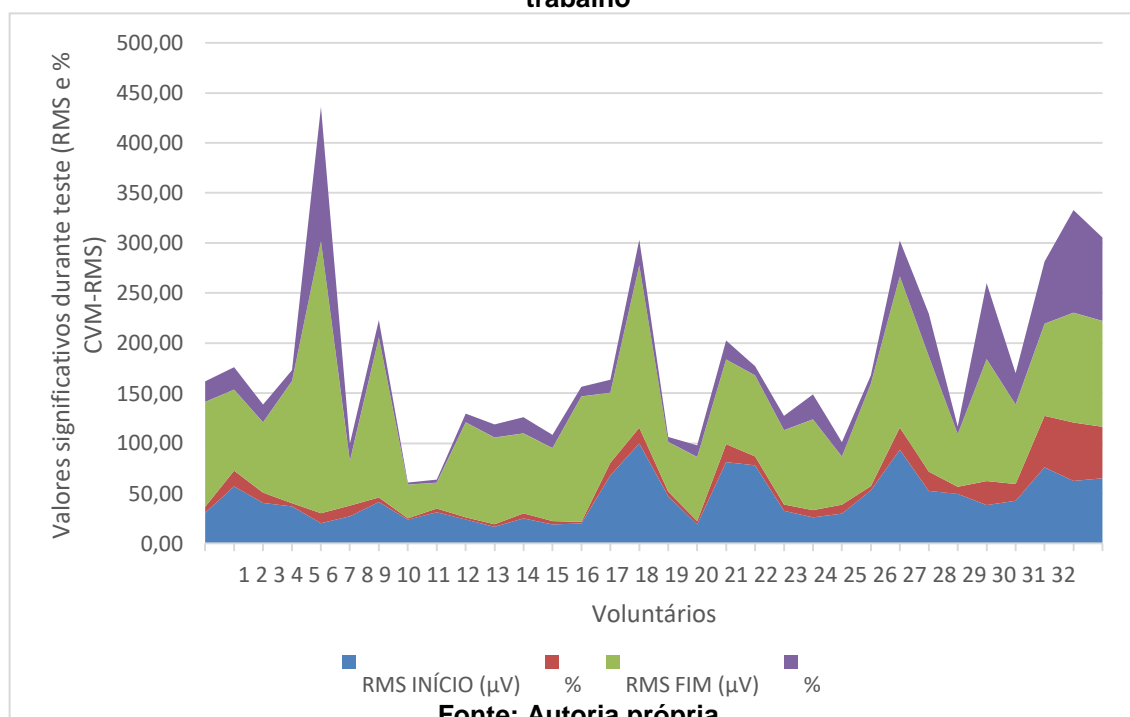
A comparação, por meio da média (TABELA 14), comprovou que houve a diferença de médias entre os valores percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho, desta maneira, a tendência de necessidade de unidades motoras adicionais, pode ser um indício que o musculo iria fadigar mas solicitou unidades motoras adicionais para continuar a realizar o teste.

Tabela 14 - Comparação das variáveis por meio da média

	Perc_RMS_inicial	Perc_RMS_final
Média	13,1419	27,8328
N	32	32
Desvio Padrão	14,63939	30,87125

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

Por meio do gráfico de área empilhada (FIGURA 25), entre os valores médios de RMS e da porcentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho, pode-se observar o relacionamento das partes como um todo ao longo do tempo, notar as alterações e apontar a tendência total para os valores, que neste caso, houve uma necessidade de unidades motoras adicionais.

Figura 25 – Valores médios de RMS e da porcentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho

Para os valores da frequência mediana (FM) do sinal eletromiográfico no músculo Flexor Superficial dos Dedos esquerdo, foi adotado o Teste de Normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* que resultou em dados normais ($P > 0,05$). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Tabela 15 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra

		Sup_Dedos_Inicial	Sup_Dedos_Final
N		32	32
Parâmetros normais ^{a,b}	Média	46,5359	44,9406
	Desvio	8,97396	9,67863
Significância Assint. (Bilateral)		0,118	0,077

a. A distribuição do teste é Normal.

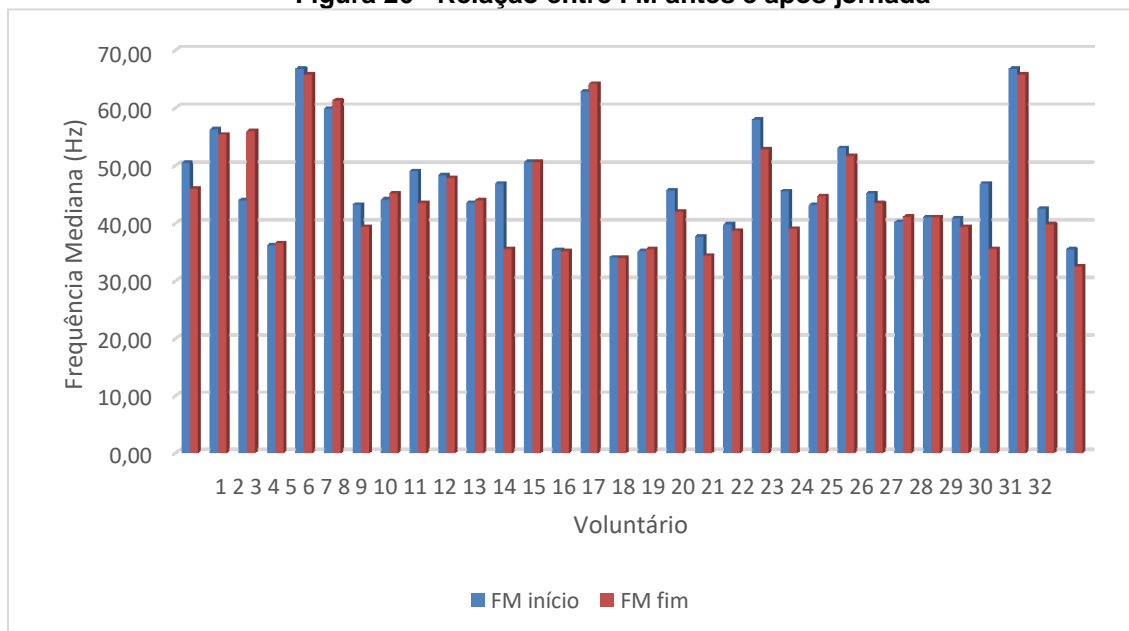
b. Calculado dos dados.

Fonte: *Software IBM SPSSS Statistic v23*

Os valores médios da FM (Hz) do sinal eletromiográfico podem ser vistos no APÊNDICE H. Este detalhamento inclui as duas coletas iniciais, as duas coletas finais e a média entre elas.

A Figura 26 elucida que a maioria dos voluntários, apresentaram uma diminuição da FM após a realização da jornada de trabalho (menos os voluntários 3, 4, 6, 8, 15 e 17 e o voluntário 13 apresentou a mesma FM em ambas as situações).

Figura 26 - Relação entre FM antes e após jornada



Fonte: *Autoria própria*

De acordo com correlação das amostras emparelhadas, entre as variáveis Sup_Dedos_Inicial e Sup_Dedos_Final, apresentou uma relação forte (0,907), diretamente proporcional e com significância ($P = 0,000$).

Como já descrito anteriormente, os valores da frequência mediana dependem de processos fisiológicos relacionados à sincronização e frequência de disparo de unidades motoras, desta forma, estes valores são melhores para a análise da fadiga, pois apresentam maior sensibilidade aos processos bioquímicos musculares (BASMAJIAN E DELUCA, 1985; HUNTER *et al.*, 2002; TRAJANO *et al.* 2015; GAWDA *et al.* 2018; GUO *et al.* 2019; MERINO *et al.* 2019).

De acordo com autores, se houver a diminuição de valores da frequência, há então a tendência de fadiga muscular.

Para variáveis com distribuição paramétrica (distribuição normal) a comparação das variáveis antes e após a jornada de trabalho foi feita pelo Teste t emparelhadas (*test t* pareada) (TABELA 16). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Para isto, foram formuladas duas hipóteses:

- ✓ H0: não houve alteração entre os valores de FM do músculo flexor superficial dos dedos esquerdo antes e após a jornada de trabalho;
- ✓ H1: houve alteração entre os valores de FM do músculo flexor superficial dos dedos esquerdo antes e após a jornada de trabalho;

Tabela 16 - Teste amostras emparelhadas - Superficial dos dedos

	Diferenças emparelhadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média	95% Intervalo de Confiança da Diferença				
				Inferior	Superior			
Par Sup_Dedos_Inicial 1 - Sup_Dedos_Final	1,59531	4,07651	,72063	,12557	3,06505	2,214	31	,034

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

A estatística do teste afirmou que, a significância do teste foi $P < 0,05$, ($p = 0,034$), desta maneira, a hipótese nula foi rejeitada, confirmando assim que houve alteração entre os valores de FM do músculo flexor superficial dos dedos esquerdo antes e após a jornada de trabalho.

A exibição de alteração entre as médias e uma diminuição entre os valores de FM (TABELA 17), revela que houve a tendência de fadiga muscular da amostra analisada.

Tabela 17 - Valores médios e desvio padrão da frequência mediana do sinal eletromiográfico antes e após a jornada de trabalho

N Voluntários	FM antes a jornada de trabalho - Hz	FM após a jornada de trabalho - Kgf	P valor
32	46,53 ± 8,97	44,94 ± 9,67	0,000

Fonte: *Software IBM SPSSS Statistic v23*

De acordo com a análise de regressão (TABELA 18), nenhuma destas variáveis (%RMS-CVM e FM) apresentam ter uma relação à produção final (m²) dos pedreiros avaliados.

Tabela 18 - Valores do ajuste do modelo de regressão, significâncias da ANOVA e dos coeficientes no músculo Superficial dos Dedos esquerdo

Variável dependente: Produção	R quadrado ajustado	ANOVA (Sig.)	COEFICIENTES (Sig.)
Preditores: (Constante),			
Sup_Dedos_RMS_2,	-0,026	0,552	Sup_Dedos_RMS_1 0,327
Sup_Dedos_RMS_1			Sup_Dedos_RMS_2 0,484
*Dados não lineares			
Preditores: (Constante),			
FM_Sup_dedos_2,	-0,049	0,763	FM_Sup_dedos_1 0,732
FM_Sup_dedos_1			FM_Sup_dedos_2 0,819

Fonte: *Software IBM SPSSS Statistic v23*

Deste modo, é necessário ampliar o leque de variáveis que possam explicar o que mais pode estar afetando à produção final dos trabalhadores.

Em relação ao sinal eletromiográfico do músculo Flexor Radial do Carpo Direito (APÊNDICE I) para o tratamento estatístico dos dados, os mesmos foram submetidos a um teste de normalidade. Foi adotado o Teste de *Kolmogorov-Smirnov* que resultou em dados normais $P > 0,05$, ou seja, os valores de percentagem de CVM (%RMS-CVM) apresentaram uma distribuição normal (dados paramétricos) $P > 0,05$ (TABELA 19). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Tabela 19 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra

		Perc_RMS_final	Perc_RMS_inicial
N		32	32
Parâmetros normais ^{a,b}	Média	41,2928	53,2125
	Desvio	22,80837	23,43312
Significância Assint. (Bilateral)		0,200	0,200

a. A distribuição do teste é Normal.

b. Calculado dos dados.

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

De acordo com a análise dos dados apenas 3 voluntários (v. 7, 16 e 23) apresentaram após a realização da tarefa uma percentagem de CVM (%RMS-CVM) menor que no início da realização do trabalho, enquanto que os outros 29 participantes, apresentaram um aumento da percentagem de CVM (%RMS-CVM). Este aumento caracterizou como um indício à tendência de recrutamento de unidades motoras adicionais.

Para variáveis com distribuição paramétrica (distribuição normal) a comparação das variáveis antes e após a jornada de trabalho foi feita pelo Teste t emparelhadas (*test t* pareada) (TABELA 20). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Para isto, foram formuladas duas hipóteses:

- ✓ H0: não houve diferença de médias entre os valores percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho;
- ✓ H1: houve diferença de médias entre os valores percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho;

Tabela 20 - Teste de amostras emparelhadas

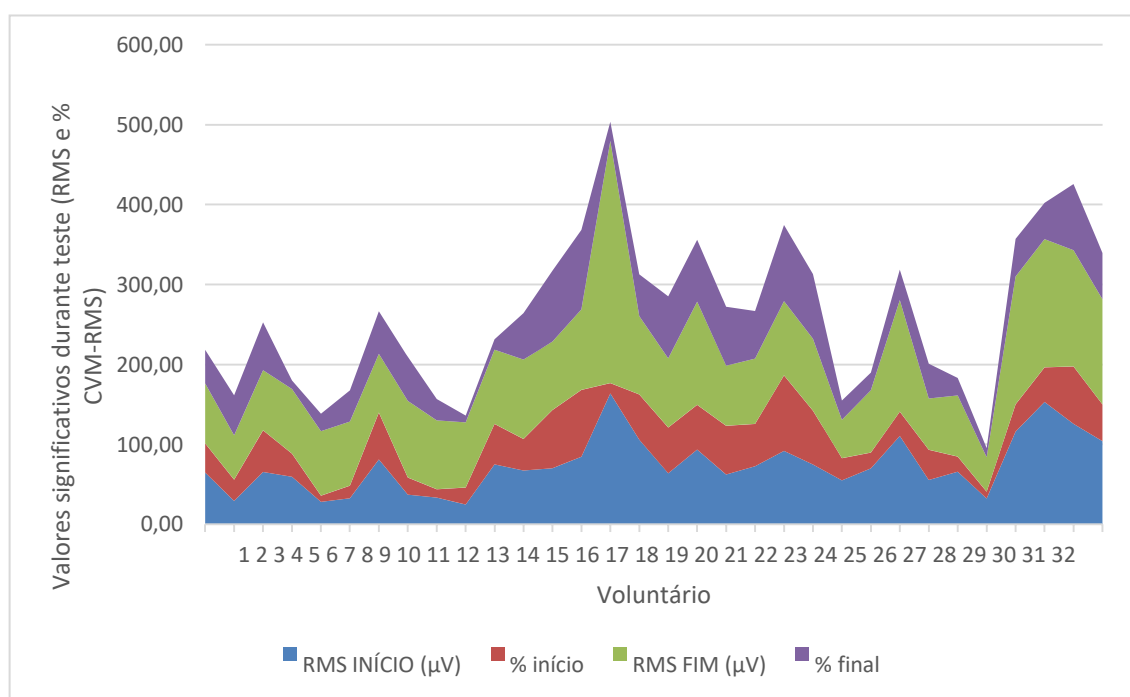
	Diferenças emparelhadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média	95% Intervalo de Confiança da Diferença				
				Inferior	Superior			
Par 1 RMS_1 - RMS_2	-11,91969	11,10752	1,96355	-15,92438	-7,91500	-6,070	31	,000

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

A estatística do teste (Tabela 20) afirmou que, a significância do teste foi $p < 0,05$, ($p = 0,000$), desta maneira, a hipótese nula foi rejeitada, confirmando assim que houve a diferença de médias entre os valores percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho.

Por meio do gráfico de área empilhada (Figura 27), entre os valores médios de RMS e da percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho, pode-se observar o relacionamento das partes como um todo ao longo do tempo, notar as alterações e apontar a tendência total para os valores, que neste caso, houve uma necessidade de unidades motoras adicionais ao final da jornada de trabalho.

Figura 27 - Valores médios de RMS e da percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho



Fonte: Autoria própria

Para os valores da frequência mediana (FM) do sinal eletromiográfico no músculo Flexor Radial do Carpo direito, foi adotado o Teste de Normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* que resultou em dados normais ($P > 0,05$) (TABELA 21). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Tabela 21 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra

		Rad_Carp_Inicial	Rad_Carpo_Final
N		32	32
Parâmetros normais ^{a,b}	Média	118,4019	111,6259
	Desvio	14,97515	15,44332
Significância Assint. (Bilateral)		0,063	0,200

a. A distribuição do teste é Normal.

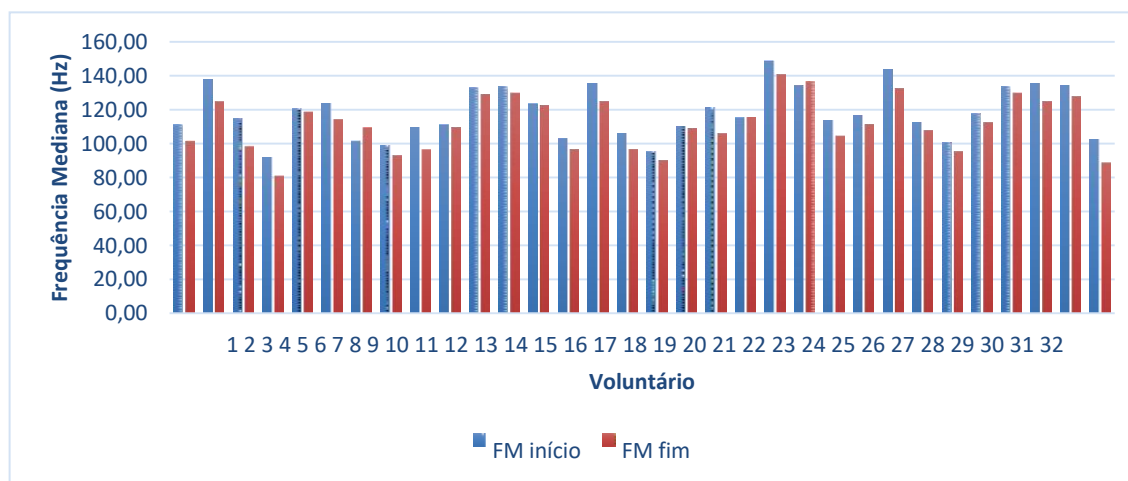
b. Calculado dos dados.

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

Os valores médios da FM (Hz) do sinal eletromiográfico podem ser vistos no Apêndice I. Este detalhamento inclui as duas coletas iniciais, as duas coletas finais e a média entre elas.

A Figura 28, elucida que a maioria dos voluntários, apresentaram uma diminuição da FM após a realização da jornada de trabalho (menos os voluntários 7, 20 e 22).

Figura 28 - Relação de FM antes e após o trabalho



Fonte: **Autoria própria**

De acordo com correlação das amostras emparelhadas, entre as variáveis Flexor_Rad_Inicio e Flexor_Rad_Fim, apresentou uma relação forte (0,938), diretamente proporcional e com significância ($P = 0,000$).

Para variáveis com distribuição paramétrica (distribuição normal) a comparação das variáveis antes e após a jornada de trabalho foi feita pelo Teste t emparelhadas (*test t* pareada). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Para isto, foram formuladas duas hipóteses:

- ✓ H0: não houve alteração entre os valores de FM do músculo flexor radial do carpo direito antes e após a jornada de trabalho;
- ✓ H1: houve alteração entre os valores de FM do músculo flexor do carpo direito antes e após a jornada de trabalho;

Tabela 22 - Teste de amostras emparelhadas

	Diferenças emparelhadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média	95% Intervalo de Confiança da Diferença				
				Inferior	Superior			
Par 1 Flexor_Rad_Inicio - Flexor_Rad_Fim	6,77594	5,38428	,95181	4,83470	8,71718	7,119	31	,000

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

A estatística do teste (TABELA 22) afirmou que, a significância do teste foi $P < 0,05$, ($p = 0,000$), desta maneira, a hipótese nula foi rejeitada, confirmando assim que houve alteração entre os valores de FM do músculo flexor superficial dos dedos esquerdo antes e após a jornada de trabalho.

A exposição de alteração entre as médias e a diminuição entre os valores de FM (TABELA 23), revela que houve a tendência de fadiga muscular da amostra analisada.

Tabela 23 - Valores médios e desvio padrão da frequência mediana do sinal eletromiográfico antes e após a jornada de trabalho

N Voluntários	FM antes a jornada de trabalho - Hz	FM após a jornada de trabalho - Kgf	P valor
32	118,40 ± 14,97	111,62 ± 15,44	0,000

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

De acordo com a análise de regressão (TABELA 24), nenhuma destas variáveis (%RMS-CVM e FM) apresentam ter uma relação à produção final (m²) dos pedreiros avaliados.

Tabela 24 - Valores do ajuste do modelo de regressão, significâncias da ANOVA e dos coeficientes no músculo Flexor Radial do Carpo direito

Variável dependente: Produção	R quadrado ajustado	ANOVA (Sig.)	COEFICIENTES (Sig.)	
Preditores: (Constante),				
Flx_radial_RMS_2,	-0,053	0,801	Flx_radial_RMS_1	0,838
Flx_radial_RMS_1			Flx_radial_RMS_2	0,682
Preditores: (Constante),				
FM_Flx_radial_2,	-0,008	0,426	FM_Flx_radial_1	0,288
FM_Flx_radial_1			FM_Flx_radial_2	0,605

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

Deste modo, é necessário ampliar o leque de variáveis que possam explicar o que mais pode estar afetando à produção final dos trabalhadores.

No que corresponde ao sinal eletromiográfico do músculo Bíceps Braquial Direito (APÊNDICE J) para o tratamento estatístico dos dados, os mesmos foram submetidos a um teste de normalidade. O teste escolhido foi o Teste de *Kolmogorov-Smirnov* que resultou em dados normais $P > 0,05$, ou seja, os valores de percentagem de CVM (%RMS-CVM) apresentaram uma distribuição normal (dados paramétricos) $P > 0,05$ (TABELA 25). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Tabela 25 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra

		Perc_RMS_final	Perc_RMS_inicial
N		32	32
Parâmetros normais ^{a,b}	Média	50,8066	57,0841
	Desvio	26,46350	26,22907
Significância Assint. (Bilateral)		0,200	0,200

a. A distribuição do teste é Normal. b. Calculado dos dados.

Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

De acordo com a análise dos dados 14 voluntários (v. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 28, 29, 30 31) apresentaram após a realização da tarefa uma percentagem de CVM (%RMS-CVM) menor que no início da realização do trabalho.

Os outros 18 participantes, apresentaram um aumento da percentagem de CVM (%RMS-CVM), o que caracterizou como uma possível tendência de recrutamento de unidades motoras adicionais.

Para variáveis com distribuição paramétrica (distribuição normal) a comparação das variáveis antes e após a jornada de trabalho foi feita pelo Teste t emparelhadas (*Test t* pareada) (TABELA 26). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Para isto, foram formuladas duas hipóteses:

- ✓ H0: não houve diferença de médias entre os valores percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho;
- ✓ H1: houve diferença de médias entre os valores percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho;

Tabela 26 - Teste de amostras emparelhadas

	Diferenças emparelhadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média	95% Intervalo de Confiança da Diferença				
				Inferior	Superior			
Par %RMS_CVM_antes 1 - %RMS_CVM_depois	-6,27750	15,9999 8	2,82842	-12,04611	-,50889	-2,219	31	,034

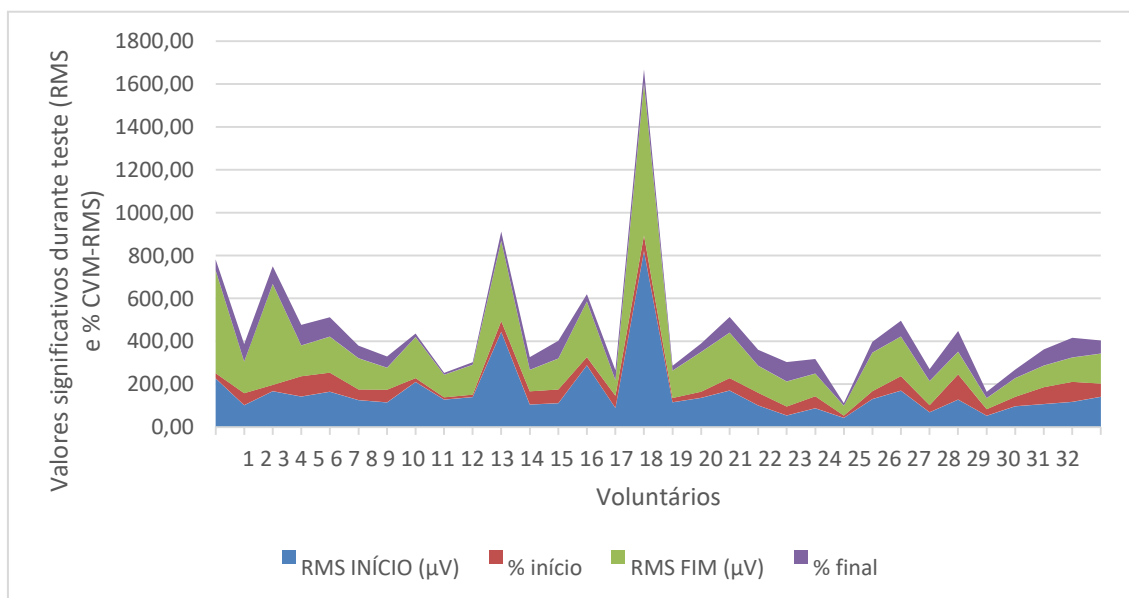
Fonte: **Software IBM SPSSS Statistic v23**

A estatística do teste afirmou que, a significância do teste foi $p < 0,05$, ($p = 0,034$), desta maneira, a hipótese nula foi rejeitada, confirmando assim que houve a diferença de médias entre os valores percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho.

Por meio do gráfico de área empilhada (FIGURA 29), entre os valores médios de RMS e da percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho, pode-se

observar que neste caso, houve uma menor necessidade de unidades motoras adicionais ao final do teste, contudo, mesmo sendo menor, é presencial.

Figura 29 - Valores médios de RMS e da percentagem de CVM (%RMS-CVM) antes e após o trabalho



Fonte: Autoria própria

Para os valores da FM do sinal eletromiográfico no músculo Bíceps Braquial direito, foi adotado o Teste de Normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* que resultou em dados normais ($P > 0,05$) (TABELA 27). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Tabela 27 - Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra

		Biceps_Início	Biceps_Final
N		32	32
Parâmetros normais ^{a,b}	Média	92,0138	88,2759
	Desvio	11,18413	12,55670
Significância Assint. (Bilateral)		0,200	0,118

a. A distribuição do teste é Normal.

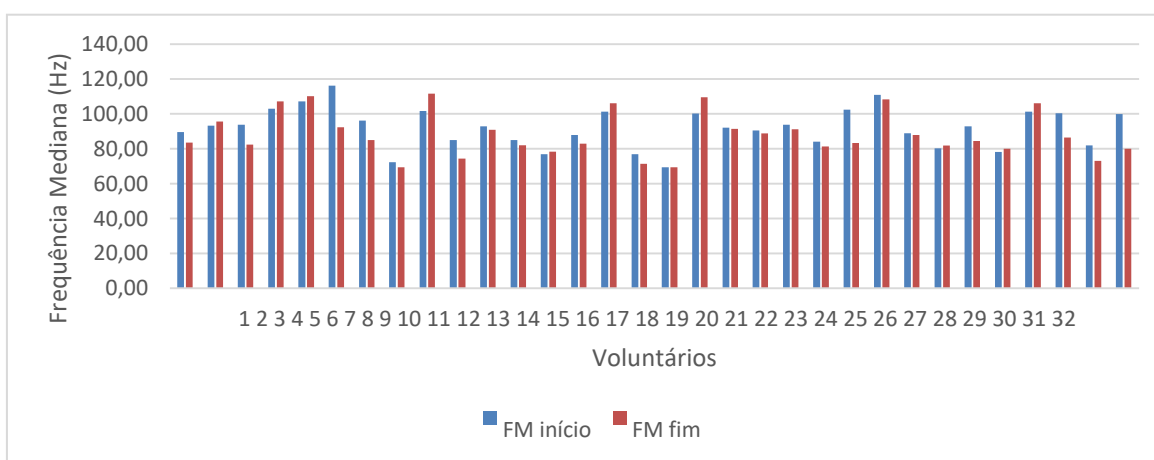
b. Calculado dos dados.

Fonte: Software IBM SPSSS *Statistic v23*

Os valores médios da FM (Hz) do sinal eletromiográfico podem ser vistos no APÊNDICE J. Este detalhamento inclui as duas coletas iniciais, as duas coletas finais e a média entre elas.

A Figura 30, manifesta que a maioria dos voluntários, apresentaram uma diminuição da FM após a realização da jornada de trabalho (menos os voluntários 2, 4, 5, 9, 13, 15, 18 e 29 que apresentaram uma FM maior e o v. 17 possuiu o mesmo valor em ambas a situações).

Figura 30 - Relação entre FM antes e após o trabalho



Fonte: Autoria própria

De acordo com correlação das amostras emparelhadas, entre as variáveis Flexor_Rad_Inicio e Flexor_Rad_Fim, apresentou uma relação forte (0,777), diretamente proporcional e com significância ($P = 0,000$).

Para variáveis com distribuição paramétrica (distribuição normal) a comparação das variáveis antes e após a jornada de trabalho foi feita pelo Teste t emparelhadas (*test t* pareada). O nível de significância estabelecida foi de 5%.

Para isto, foram formuladas duas hipóteses:

- ✓ H0: não houve alteração entre os valores de FM do músculo bíceps braquial direito antes e após a jornada de trabalho;
- ✓ H1: houve alteração entre os valores de FM do músculo bíceps braquial direito antes e após a jornada de trabalho;

Tabela 28 - Teste de amostras emparelhadas

	Diferenças emparelhadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média	95% Intervalo de Confiança da Diferença				
				Inferior	Superior			
Par 1 Biceps_Inicio - Biceps_Fim	3,73781	8,02575	1,41876	,84422	6,63140	2,635	31	,013

Fonte: *Software IBM SPSSS Statistic v23*

A estatística do teste (tabela 28) afirmou que, a significância do teste foi $P < 0,05$, ($p = 0,013$), desta maneira, a hipótese nula foi rejeitada, confirmando assim que houve alteração entre os valores de FM do músculo flexor superficial dos dedos esquerdo antes e após a jornada de trabalho.

A alteração entre as médias e a diminuição entre os valores de FM (TABELA 29) revela que houve a tendência de fadiga muscular da amostra analisada.

Tabela 29 - Valores médios e desvio padrão da frequência mediana do sinal eletromiográfico antes e após a jornada de trabalho

N Voluntários	FM antes a jornada de trabalho - Hz	FM após a jornada de trabalho - Kgf	P valor
32	92,01 ± 11,18	88,27 ± 12,55	0,000

Fonte: *Software IBM SPSSS Statistic v23*

De acordo com a análise de regressão (TABELA 30), nenhuma destas variáveis (%RMS-CVM e FM) apresentam ter uma relação à produção final (m^2) dos pedreiros avaliados.

Tabela 30 - Valores do ajuste do modelo de regressão, significâncias da ANOVA e dos coeficientes no músculo Bíceps Braquial direito

Variável dependente: Produção	R quadrado ajustado	ANOVA (Sig.)	COEFICIENTES (Sig.)	
Preditores: (Constante), Bíceps_RMS_2, Bíceps_RMS_1	0,050	0,180	Biceps_RMS_1	0,114
			Biceps_RMS_2	0,523
Preditores: (Constante), Bíceps_FM_2 Bíceps_FM_1	-0,050	0,767	FM_Biceps_1	0,471
			FM_Biceps_2	0,572

Fonte: *Software IBM SPSSS Statistic v23*

Deste modo, é necessário ampliar o leque de variáveis que possam explicar o que mais pode estar afetando à produção final dos trabalhadores.

4.4 MENSURAÇÃO DA PRODUÇÃO DIÁRIA DA MÃO DE OBRA DA ALVENARIA

No que diz respeito à a mensuração da produção individual da mão de obra, foram realizados fotos, vídeos e medições utilizando trena métrica.

A partir do metro quadrado mensurado, foi realizado o cálculo da produtividade parcial, já descrita na metodologia, que é um índice parcial da análise da produtividade física do recurso mão de obra (MO).

Deste modo, a quantidade de serviço foi o metro quadrado produzido, a quantidade de MO foram os pedreiros necessários para a realização da tarefa (análise individual) e o tempo dispendido foi em horas.

De acordo com as entrevistas, os voluntários afirmaram que possuem horas de pausa (almoço, lanches e de recuperação fisiológica). Então, foi adotado um tempo de produção de 5 horas de trabalho para todos os envolvidos.

Os dados da produção diária da mão de obra da alvenaria estão detalhados no APÊNDICE K.

5 DISCUSSÕES

5.1 PERFIL DA AMOSTRA

Os participantes deste estudo foram todos do sexo masculino e apresentaram idade média de $40,28 \pm 13,25$ anos e o tempo médio de experiência foi de $19,16 \pm 9,63$ anos.

Boer *et al.* (2007), afirmam que os trabalhadores da construção civil abrangem mais homens do que mulheres no mundo todo.

No cenário brasileiro, esta afirmação ainda não mudou, pois, mesmo com a entrada de mulheres neste mercado de trabalho, estudos na construção civil, apresentam suas amostras totalizando homens (AMARO, SILVA FILHO e SANTOS, 2016).

Com esta evidência, muitos estudos focados na construção civil, a amostra foi composta basicamente por trabalhadores do sexo masculino (BOER *et al.*, 2007; BOSCHMAN *et al.*, 2010; BOSCHMAN *et al.*, 2012; BOSCHMAN *et al.*, 2014; EAVES, GYI e GIBB, 2016; KENNY *et al.*, 2016).

Em relação à idade e ao tempo de experiência, Kenny *et al.* (2016) afirmam que a idade de 40 anos é usada como ponto de partida para trabalhador mais experiente.

Neste sentido, Ng e Chan (2016) contribuem ao afirmarem que nos próximos anos, a indústria de construção venha a sofrer com a crescente escassez de mão-de-obra devido ao desafio do envelhecimento e a falta de mão de obra mais nova.

Eaves, Gyi e Gibb (2016), afirmam que esta perda da força de trabalho já está ocorrendo no clima do envelhecimento da população no Reino Unido, na Europa e Ásia.

Com a aplicação da Escala de Borg, foi comprovado que o dia de trabalho dos voluntários foi efetivo, de modo que todos os voluntários sofreram com o desgaste subjetivo, pois, o grupo, em primeiro momento, apresentou uma avaliação subjetiva leve (nível 2) e ao final do trabalho, a média apresentou um esforço muito forte (nível 7).

De acordo com a literatura, Carvalho (2014) afirma que esta mudança de grau de esforço também foi verificado em camareiras que no início da jornada de trabalho, 63,7% camareiras não relataram nenhum grau de esforço ao realizar as primeiras

atividades no hotel, porém ao final, cerca de 50% delas afirmaram que o trabalho gerava um esforço 4 moderado.

Esta diferença de subjetividade também ocorreu no estudo de Merino *et al.* (2019), em que foram estudados profissionais de realizam o corte do cacho de banana.

Quanto a esta diferença de Borg entre os trabalhadores da construção civil, estudos afirmam que, muitos trabalhadores ao final do trabalho, apresentam níveis 7 a 8 de esforço muscular (BOSCHMAN *et al.*, 2010; BOSCHMAN *et al.*, 2012; BOSCHMAN *et al.*, 2014).

No que tange a capacidade de trabalho destes trabalhadores, 16% da amostra apresentou um ICT baixo, 25% apresentou um ICT moderado, 34% apresentaram um ICT bom, e 25% ICT ótimo.

Em um estudo com 80 trabalhadores, Eaves, Gyi e Gibb (2016), afirmaram que os trabalhadores da construção civil obtiveram uma classificação média (ICT bom), o que corrobora com os resultados encontrados nesta pesquisa. Isto sugere que trabalhadores estão trabalhando em um nível que eles consideram estar perto do melhor que já trabalharam.

Diferentemente do estudo de Ng e Chan (2016), que afirmaram que a classe trabalhadora da construção civil deixa o trabalho prematuramente como resultado da deficiência relacionada ao trabalho e estes, estão sendo classificados como ICT moderado-baixo.

Desta maneira, Ng e Chan (2016), reafirmam que conhecer a capacidade de trabalho dos trabalhadores pode facilitar uma melhor gestão da idade da qualidade do trabalho e da produtividade também pode ser melhorada consideração da interação entre fatores pessoais e demandas de trabalho.

O ICT ainda é pouco direcionado aos trabalhadores da construção civil, contudo, é uma ferramenta capaz de aumentar o conhecimento da capacidade desta classe trabalhadora, do mesmo jeito que vem sendo utilizada em trabalhadores de serrarias (CERQUEIRA e FREITAS, 2013), jogadores de futebol (BORGES *et al.*, 2017) e enfermeiros (CONVERSO *et al.*, 2018), por exemplo.

5.2 AFERIÇÃO DE FORÇA

Ao analisar a força dos voluntários notou-se que eles possuíam um valor médio de força de $66,21 \pm 24,78$ Kgf antes de iniciar a jornada de trabalho e após o trabalho essa força reduziu para $46,36 \pm 16,93$ Kgf (redução de quase 30% da força média dos voluntários).

Molen *et al.* (2008) afirmam que a diminuição de força não tem relação ao peso do bloco e Anton, Mizner e Hess (2013) afirmam que o fator principal de diminuição de força é a rotação de corpo.

Anton, Mizner e Hess (2013), reuniram 18 assentadores de tijolos e fizeram análises de dinamometria lombar e ao final do trabalho, afirmaram que a utilização de equipes para assentar tijolos permite uma diminuição de atividade para-espinal lombar. A redução de forças também ocorreu no estudo.

5.3 AVALIAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA DE SUPERFÍCIE

No presente estudo, foi observado uma tendência à fadiga mioelétrica nos trabalhadores, mediante o aumento do sinal de RMS e da percentagem de CVM (%RMS-CVM) e a diminuição da frequência de ativação das fibras musculares ao longo da tarefa.

Este estudo foi realizado em campo, corroborando com Pigini *et al.* (2010) que afirmam que os resultados de aplicação em campo podem mostrar que o protocolo testado também é exportável para um ambiente real e que os parâmetros do sinal de EMGs podem ser uma ferramenta útil para avaliar níveis de esforços de diferentes músculos superiores e inferiores e comparar trabalhos diferentes.

Em soma, Carvalho (2014) em camareiras, Gawda *et al.* (2018) em corredores, Merino *et al.* (2019) em cortadores de cacho de banana e Guo *et al.* (2019) em alpinistas. Algumas outras pesquisas, como o de Trajano *et al.* (2015), Zheng e Hu (2018) foram realizadas em laboratórios.

De acordo com Gawda *et al.* (2018), existem muitos fatores que podem influenciar a qualidade do sinal de EMGs (quantidade de tecido entre o eletrodo e a superfície do músculo, a profundidade e a localização de fibras ativas, o tempo e intensidade da contração do músculo, e as propriedades do eléctrodo e amplificador)

e desta maneira, a interpretação dos EMGs não é tão simples e envolve questões de reflexão.

Estudos recentes afirmam que as mudanças devidas à fadiga no sinal EMGs (amplitude aumentada e diminuição da frequência), sugerem que o recrutamento de unidades motoras se correlaciona com EMG amplitude e frequência (TRAJANO *et al.* 2015; GAWDA *et al.* 2018; GUO *et al.* 2019; MERINO *et al.* 2019)

Merino *et al.* (2019), afirmam que em relação à porcentagem de uso de músculo normalizado, níveis muito altos de exercício (níveis maiores de 60% de CVM) poderiam levar à fadiga mioelétrica devido ao suprimento de sangue diminuído no músculo interno.

Quanto à porcentagem média de uso muscular entre os 32 voluntários deste estudo, a maior média foi no Bíceps Braquial (45,12%), sendo seguido do Flexor Radial do Carpo (37,73%) e Flexor Superficial dos Dedos (17,15%).

No estudo de Merino *et al.* (2019), os níveis também não foram acima de 60%, a atividade mioelétrica média foi abaixo de 18,7% e o pico de ativação foi de 58,7%. Assim, a tarefa de remoção do cacho apresentou o Flexor Radial do Carpo como o terceiro músculo que sofreu fadiga mioelétrica e o bíceps braquial como o quarto.

Nos estudos de Guo *et al.* (2019) a diferença ocorreu principalmente nos músculos Bíceps Braquial e o Flexor Superficial dos Dedos direito, o que implicou que estes pequenos músculos desempenham um papel importante na escalada de velocidade.

Trajano *et al.* (2015), investigou por meio de alongamento estático um comportamento diferente nos parâmetros de EMSs durante um teste de fadiga muscular. Para isso, as variáveis estudadas foram %RMS-CVM, FM e a densidade espectral do flexor radial do carpo e do flexor superficial dos dedos.

No estudo de Merino *et al.* (2019), os autores afirmam que a fadiga pode ser caracterizada como um processo com múltiplas causas, tanto centrais quanto periféricas, dependendo da duração da tarefa, o que afeta a produção de força e o tempo de execução da tarefa. Os autores mostraram que o alongamento pode ser utilizado somado a EMGs.

Ainda segundo os autores, Merino *et al.* (2019), a produção de força pode ser influenciada pela fadiga neuromuscular e os valores de MF, que são gerados pelo espectro de potência, dependem de processos fisiológicos relacionados à sincronização e frequência de disparo de unidades motoras. Esses valores são

melhores para analisar a fadiga, pois apresentam maior sensibilidade aos processos bioquímicos musculares.

Os valores da FM do sinal eletromiográfico apresentaram diferenças estatisticamente significantes nos três músculos, contudo o Flexor Radial do Carpo direito e Bíceps Braquial direito apresentaram maior índice de fadiga do que o Flexor Superficial dos Dedos esquerdo.

Os resultados estão alinhados com a literatura, no que tange à relação de tarefas de alto esforço muscular.

No estudo de Merino *et al.* (2019), a eletromiografia de superfície mostrou que a maior demanda durante a tarefa foi no extensor radial do carpo, embora o trapézio e o flexor radial do carpo mostrassem uma tendência à fadiga.

Guo *et al.* (2019) analisou tempo de escalada, velocidade, força, lactato no sangue e a adaptação recrutamento neuromuscular e os resultados demonstram que a frequência média de extremidade maiúsculas EMG diminuído mais do que a das extremidades inferiores, sugerindo mais fadiga nos membros superiores durante a subida.

Por fim, Trajano *et al.* (2015), conseguiram mostrar que, a partir de uma série temporal, há um coeficiente linear entre %RMS-CVM e a FM.

5.4 PRODUÇÃO DIÁRIA

De acordo com os resultados de regressão linear, as variáveis de RMS e FM não conseguem explicar a produção final dos trabalhadores analisados.

A dificuldade de associar estas variáveis, de acordo com a literatura, é devido a existência de muitos fatores que podem influenciar, como por exemplo, parâmetros físicos, psicológicos, de pausas e outros.

Os estudos de Carvalho (2014), Pignini *et al.* (2010), Trajano *et al.* (2015), Gawda (2018), Guo *et al.* (2019), Merino *et al.* (2019) também não chegaram em resultados de relação entre as variáveis, mesmo demonstrando que houve tendência à fadiga mioelétrica nos trabalhadores e diminuição da frequência de ativação (FM) das fibras musculares ao longo da tarefa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tratativa deste estudo possuiu como objetivo avaliar a alteração de força e atividade eletromiográfica dos músculos (Flexor Superficial dos Dedos esquerdo, Flexor Radial do Carpo direito e Bíceps Braquial direito) de pedreiros que realizavam o assentamento de tijolos, antes e após a jornada de trabalho.

Este objetivo foi construído para responder sobre como a EMGs pode contribuir para a análise de alteração de força e fadiga muscular na atividade de assentamento de tijolos.

Por meio dos resultados, a EMGs permitiu elucidar a tendência à fadiga mioelétrica nos trabalhadores e a diminuição da frequência de ativação das fibras musculares ao longo da tarefa. Neste sentido, tanto a pergunta quanto o objetivo geral foram atingidos, já que houve uma efetiva avaliação da alteração de força e atividade eletromiográfica dos músculos.

Quanto aos objetivos específicos, foi elaborado um passo a passo de coleta de dados capaz de quantificar todas as variáveis estudadas, neste sentido, o estudo apresentou resultados finais quanto à força de membro superior, a fadiga muscular, o esforço subjetivo, a mensuração da produtividade e a capacidade dos trabalhadores.

Espera-se que com o desenvolvimento deste estudo tenha contribuído quanto a temática de utilizar a tecnologia de análises eletromiográficas para buscar um indicativo de fadiga muscular em pedreiros. Diante disso, como sugestões para trabalhos futuros, alguns temas que não foram contemplados nesta pesquisa, seguem:

- ✘ Elucidar os riscos ergonômicos por meio de instrumentalização tecnológica e ferramentas (OCRA, RULA, REBA), a fim de obter uma avaliação quantitativa dos riscos presentes na tarefa e assim, realizar melhorias nesta tarefa;
- ✘ Avaliar a frequência da atividade repetitiva, para que se possa fazer um comparativo de repetitividade, RMS, percentagem de CVM, FM em segundos;
- ✘ Investigar, a amostra, o comportamento da realização da tarefa ao ela ser realizada e não apenas fazendo uma comparação de testes eletromiográficos de superfície.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D. **Introdução à Ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Blucher, 2009.

ALGHADIR, A.; ANWER, S. Prevalence of musculoskeletal pain in construction workers in Saudi Arabia. **The Scientific World Journal**, v. 2015, p.1-5, 2015. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/529873>.

ALWASEL, A.; ABDEL-RAHMAN, E. M.; HAAS, C. T.; LEE, SH. Experience, productivity, and musculoskeletal injury among masonry workers. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 6, p.13-31, 2017. [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001308](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001308).

AMARO, M. C.; SILVA FILHO, L. A.; SANTOS, F. V. D. A mulher no mercado de trabalho formal da construção civil brasileira. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 1, n. 39, p.132-138, 2016. <http://dx.doi.org/10.21452/rde.v1i33.4161>.

ANDERSON, A. M.; MEADOR, K. A.; McCLURE, L. R.; MAKROZAHOPOULOS, D.; BROOKS, D. J.; MIRKA, G. A. A biomechanical analysis of anterior load carriage. **Ergonomics**, v. 50, n. 12, p.2104-2117, 2007. <http://dx.doi.org/10.1080/00140130701450195>.

ANTON, D.; MIZNER, R. L.; HESS, J. A. The effect of lift teams on kinematics and muscle activity of the upper extremity and trunk in bricklayers. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 43, n. 4, p.232-241, 2013. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2013.4249>.

ANTON, D.; ROSECRANCE, J. C.; GERR, F.; MERLINO, L. A.; COOK, T. M. Effect of concrete block weight and wall height on electromyographic activity and heart rate of masons. **Ergonomics**, v. 48, n. 10, p.1314-1330, 2005. <http://dx.doi.org/10.1080/00140130500274168>.

ANTWI-AFARI, M. F.; LI H.; EDWARDS, D. J.; PÄRN, E. A.; SEO, J.O.; WONG, A. Effects of different weights and lifting postures on balance control following repetitive lifting tasks in construction workers. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, v. 35, n. 3, p.247-263, 2017. <http://dx.doi.org/10.1108/ijbpa-05-2017-0025>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA (ABERGO). **O que é Ergonomia?** Disponível em: http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia. Acesso em: março 2018.

BASMAJIAN, J. V.; DE LUCA, C. J. **Muscle Alive: Their Functions Revealed by Electromyography**. 5. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.

BERRIA, J.; DARONCO, L. S. E.; BEVILACQUA, L. A. Aptidão motora e capacidade para o trabalho de policiais militares do batalhão de operações especiais. **Revista Salusvita**, v. 31, n.2, p.89-104, 2011.

- BISSON, E. J.; CHOPRA, S.; AZZI, E.; MORGAN, A.; BILODEAU, M. Acute effects of fatigue of the plantarflexor muscles on different postural tasks. **Gait & Posture**, v. 32, n. 4, p.482-486, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.07.006>.
- BOCCIA, G.; DARDANELLO, D.; BERETTA-PICCOLI, M., CESCO, C.; CORATELLA, G.; RINALDO, N.; BARBERO, M.; LANZA, M.; SCHENA, F.; RAINOLDI, A. Muscle fiber conduction velocity and fractal dimension of EMG during fatiguing contraction of young and elderly active men. **Physiological Measurement**, v. 37, n. 1, 2016.
- BOER, A.; BURDORF, A.; DUIVENBOODEN, C. van; FRINGS-DRESEN, M. H. W. The effect of individual counselling and education on work ability and disability pension: a prospective intervention study in the construction industry. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 64, n. 12, p.792-797, 2007. <http://dx.doi.org/10.1136/oem.2006.029678>.
- BORG, G. A V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 1982. http://fcesoftware.com/images/15_Perceived_Exertion.pdf
- BORGES, L.L.; LOPES, M.C.P.; SOUZA, L.F.; BORDINHÃO, L.S.; BRITO, E.; DARONCO, L.S.E. Capacidade para o trabalho após o período da pré-temporada de jogadores de futebol. **Revista Científica Perspectiva Ciência e Saúde**, v. 2, n. 1, p. 50-56, 2017.
- BOSCHMAN, J. S.; VAN DER MOLEN, H. F.; FRINGS-DRESEN, M. H. W.; SLUITER, J. K. The impact of common mental disorders on work ability in mentally and physically demanding construction work. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 87, n. 1, p.51-59, 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/s00420-012-0837-6>.
- BOSCHMAN, J. S.; VAN DER MOLEN, H. F.; SLUITER, J. K. Occupational demands and health effects for bricklayers and construction supervisors: a systematic review. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 54, n. 1, p.55-77, 2010. <http://dx.doi.org/10.1002/ajim.20899>.
- BOSCHMAN, J. S.; VAN DER MOLEN, H. F.; SLUITER, J. K.; FRINGS-DRESEN, M. H. W. Musculoskeletal disorders among construction workers: a one-year follow-up study. **Springer Nature: BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 13, n. 1, p.1-9, 2012. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-13-196>.
- BRANDT, M.; MADELEINE, P.; SAMANI, A.; AJSLEV, J. Z. N.; JAKOBSEN, M. D.; SUNDSTRUP, E.; ANDERSEN, L. L. Effects of a participatory ergonomics intervention with wearable technical measurements of physical workload in the construction industry: cluster randomized controlled trial. **Journal of Medical Internet Research**, v. 20, n. 12, p.1-2, 2018. <http://dx.doi.org/10.2196/10272>.
- BRASIL. Dor nas costas é a principal causa de afastamento do trabalho. **Ministério do Trabalho**, Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/noticias/4517-dor-nas-costas-e-a-principal-causa-de-afastamento-do-trabalho>. Acesso em agosto 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17 – ERGONOMIA**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-17.pdf. Acesso em: 10 março 2019.

BROOKHAM, R. L.; DICKERSON, C. R. Empirical quantification of internal and external rotation muscular co-activation ratios in healthy shoulders. **Medical & Biological Engineering & Computing**, v. 52, p. 257-264, 2014.

CANNAN, J.; HU, H. A multi-sensor armband based on muscle and motion measurements. **International Conference on Robotics and Biomimetics**, 2012. <http://dx.doi.org/10.1109/robio.2012.6491116>.

CARVALHO, M. M. G. . **Avaliação do sinal eletromiográfico e da força de tronco e membros superiores em colaboradores da rede hoteleira**: estudo observacional. 2014. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CERQUEIRA, P. H. A.; FREITAS, L. C. Avaliação da capacidade de trabalho e do perfil de trabalhadores em serrarias no município de Eunápolis/BA. **Revista Floresta**, [s.i.], v. 43, n. 1, p.19-27, 24 abr. 2013. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v43i1.26021>.

CHAN, P.; KAKA, A. Construction productivity measurement: a comparison of two case studies. *In*: ANNUAL ARCOM CONFERENCE, 20., **Anais....** Heriot Watt University, 2004, vol. 1, p. 3-12.

CIFREK, M.; MEDVED V.; TONKOVIĆ, S.; OSTOJIĆ, S. Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. **Clinical Biomechanics**, v. 24, n. 4, p.327-340, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.01.010>.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavior science**. Lawrance Erlbaum Association, 1988.

COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E.; FANTI, M. **Método OCRA para análise e a prevenção do risco por movimentos repetitivos**: manual para avaliação e a gestão de risco. São Paulo: LTr, 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Sondagem Industrial da Construção 2017**. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondagem-industria-da-construcao/>. Acesso em: agosto de 2018.

COSTANZA, E.; PERDOMO, A.; INVERSO, S. A.; ALLEN, R. EMG as a subtle input interface for mobile computing. **Mobile Human-computer Interaction**, v. 3160, p.426-430, 2004. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-28637-0_50.

CRAWFORD, P.; VOGL, B. Measuring productivity in the construction industry. **Building Research & Information**, v. 34, n. 3, p.208-219, 2006. <http://dx.doi.org/10.1080/09613210600590041>.

CRISWELL, E. **Cram's introduction to surface electromyography**. Sudbury, Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers, 2011.

DAI, J.; GOODRUM, P. M.; MALONEY, W. F. Construction craft workers' perceptions of the factors affecting their productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 3, p.217-226, 2009. [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(2009\)135:3\(217\)](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2009)135:3(217)).

DANTAS, M. M. **Proposição de ações para a melhoria da produtividade da concretagem em edifícios verticais**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

DAVIDSON, B. S.; MADIGAN, M. L.; NUSSBAUM, M. A.; WOJCIK, L. A. Effects of localized muscle fatigue on recovery from a postural perturbation without stepping. **Gait & Posture**, v. 29, n. 4, p.552-557, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.12.011>.

DAVIS, K. G.; KOTOWSKI, S. E.; ALBERS, J.; MARRAS, W. S. Investigating reduced bag weight as an effective risk mediator for mason tenders. **Applied Ergonomics**, v. 41, n. 6, p.822-831, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2010.02.001>.

DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p.135-163, 1997. <http://dx.doi.org/10.1123/jab.13.2.135>.

DIANAT, I.; NEDAEI, M.; NEZAMI, M. A. M. The effects of tool handle shape on hand performance, usability and discomfort using masons' trowels. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 45, p. 13-20, 2014.

DINIZ, K. T.; MIRANDA, R. M.; DINIZ, E. T.; MOREIRA, C. H.; MIRANDA, R. S. S.; CABRAL FILHO, J. E. Capacidade laboral dos segurados do INSS portadores de LER/DORT que retornaram ao trabalho. **ConScientiae Saúde**, v.9, n.4, p.676-683, 2010.

DUC, C.; PICHONNAZ, C.; BASSIN, J.; FORRON, A.; JOLLES, B. M.; AMINIAN, K. Evaluation of muscular activity duration in shoulders with rotator cuff tears using inertial sensors and electromyography. **Physiological Measurement**, v. 35, p. 2389-2400, 2014.

EAVES, S.; GYI, D. E.; GIBB, A. G. F. Building healthy construction workers: their views on health, wellbeing and better workplace design. **Applied Ergonomics**, v. 54, p.10-18, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2015.11.004>.

EILERTSEN, M.; MERRYWEATHER, A.; ROUNDY, S. Characterization of load reduction while lifting drywall using an unpowered drywall lifting device. **Work**, v. 60, n. 4, p.661-671, 2018. <http://dx.doi.org/10.3233/wor-182773>.

ESCOLA OCRA BRASILIANA. **Escala Borg**. Disponível em: <http://www.escolaocra.com.br/>. Acesso em maio 2018.

FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

FARINA, D.; MERLETTI, R.; ENOKA, R. M. The extraction of neural strategies from the surface EMG: an update. **Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 11, p.1215-1230, 2014. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00162.2014>.

FLOREZ, L. Crew Allocation System for the Masonry Industry. **Computer-aided Civil and Infrastructure Engineering**, v. 32, n. 10, p.874-889, 2017. <http://dx.doi.org/10.1111/mice.12301>.

FORESTIER, N.; TEASDALE, N.; NOUGIER, V. Alteration of the position sense at the ankle induced by muscular fatigue in humans. **Medicine and Science in Sports Exercise**, vol. 34, n. 1, p. 117–122, 2002. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11782656>

GATTI, U. C.; MIGLIACCIO, G. C.; BOGUS, S. M.; SCHNEIDER, S. An exploratory study of the relationship between construction workforce physical strain and task level productivity. **Construction Management and Economics**, v. 32, n. 6, p.548-564, 2013. <http://dx.doi.org/10.1080/01446193.2013.831463>.

GAWDA, P.; GINSZT, M.; GINSZT, A.; PAWLAK, H.; MAJCHER, P. Differences in myoelectric manifestations of fatigue during isometric muscle actions. **Agricultural and Environmental Medicine**, v. 25, n. 2, p.296-299, 2018. <http://dx.doi.org/10.26444/aaem/81716>.

GONZALEZ-IZAL, M.; MALANDA, A.; GOROSTIAGA, E.; IZQUIERDO, M. Electromyographic models to assess muscle fatigue. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 22, n. 4, p.501-512, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.02.019>

GUIRRO, R. R. J.; SOARES, A. B.; GUIRRO, A. C.; SIMIELI, C.; BORATINO, A. V. P.; CARVALHO, G.; GOBBI, A.; GUIRRO, E. C.O. Location of reference electrode does not interfere on electromyographic parameters in the domains of time and frequency. **Journal of Medical Systems**, v. 42, n. 9, 2018. <http://dx.doi.org/10.1007/s10916-018-1028-0>.

GUO, F.; WANG, Q.; LIU, Y.; HANSON, N. J. Changes in blood lactate and muscle activation in elite rock climbers during a 15-m speed climb. **European Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 3, p.791-800, 2019. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-018-04070-w>.

HABES, D. J.; GRANT, K. A. An electromyographic study of maximum torques and upper extremity muscle activity in simulated screwdriving tasks. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 20, n. 4, p.339-346, 1997. [http://dx.doi.org/10.1016/s0169-8141\(96\)00069-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0169-8141(96)00069-8).

HANNA, A. S.; TAYLOR, C. S.; SULLIVAN, K. T. Impact of extended overtime on construction labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 131, n. 6, p.734-739, 2005. [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(2005\)131:6\(734\)](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2005)131:6(734)).

HIEMSTRA, L. A.; LO, I. K.Y.; FOWLER, P. J. Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 31, n. 10, p.598-605, 2001. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2001.31.10.598>.

HILLESHEIN, E. F.; SOUZA, L. M. de; LAUTERT, L.; PAZ, A. A.; CATALAN, V. M.; TEIXEIRA, M. G.; MELLO, D. B. Capacidade para o trabalho de enfermeiros de um hospital universitário. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 32, n. 3, p.509-515, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-14472011000300011>.

HWANG, S.; LEE, S. Wristband-type wearable health devices to measure construction workers' physical demands. **Automation in Construction**, v. 83, p.330-340, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.06.003>.

ILMARINEN, J. E. Aging and work. **Occupational and Environmental Medicine**, [s.l.], v. 58, n. 8, p.546-546, 2001. <http://dx.doi.org/10.1136/oem.58.8.546>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Índice de Indústria da Construção Pesquisa Anual da Indústria da Construção 2016**.

Disponível em:

ftp://ftp.ibge.gov.br/Industria_da_Construcao/Pesquisa_Anual_da_Industria_da_Construcao/2016/. Acesso em: setembro 2018.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (IEA). **Definition and Domains of Ergonomics**. Disponível em: <<http://www.iea.cc/whats/index.html>>. Acesso em: março 2018.

JIA, B.; KIM, S.; NUSSBAUM, M. A. An EMG-based model to estimate lumbar muscle forces and spinal loads during complex, high-effort tasks: development and application to residential construction using prefabricated walls. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 41, n. 5, p.437-446, 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2011.03.004>.

JOSHI, P.; SHARMA P.; RASTOGI, S. K. Ergonomic assessment of physiological cost of work of construction workers. **Pantnagar Journal of Research**, vol.10 n.1 p.104-107, 2012.

KAMEN, G.; GABRIEL, D. A. **Fundamentos da Eletromiografia**. São Paulo: Phorte Editora, 2015.

KENDALL, F. P. **Músculos Provas e Funções**. São Paulo: Manole; 1998.

KENNY, G. P.; GROELLER, H.; MCGINN, R.; FLOURIS, A. D. Age, human performance, and physical employment standards. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 62, p.92-107, 2016. <http://dx.doi.org/10.1139/apnm-2015-0483>.

KISI, K. P.; MANI, N.; ROJAS, E. M.; FOSTER, T. Estimation of optimal productivity in labor-intensive construction operations: advanced study. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 10, p.01-05, 2018. [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001551](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001551).

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN E. **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. Tradução: Lia Buarque de Macedo Guimarães. – 5. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2007.

LARSSON, B.; MANSSON, B.; KARLBERG, C.; SYVERTSSON, P.; ELERT, J.; GERDLE, B. B. Reproducibility of surface EMG variables and peak torque during three sets of ten dynamic contractions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 9, n. 5, p.351-357, 1999. [http://dx.doi.org/10.1016/s1050-6411\(99\)00006-1](http://dx.doi.org/10.1016/s1050-6411(99)00006-1).

LI, K. W. Ergonomic evaluation of a fixture used for power driven wire-tying hand tools. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 32, n. 2, p.71-79, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/s0169-8141\(03\)00030-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0169-8141(03)00030-1).

LI, X.; KOMEILI, A.; GÜL, M. A framework for evaluating muscle activity during repetitive manual material handling in construction manufacturing. **Automation in Construction**, v. 79, p.39-48, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.01.005>.

LION, A; BOSSER, G.; GAUCHARD, G. C.; DJABALLAH, K.; MALLIÉ, J.; PERRIN, P. P. Exercise and dehydration: a possible role of inner ear in balance control disorder. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 20, n. 6, p.1196-1202, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.07.016>.

LOOZE M. P.; URLINGS, I. J. M.; VINK, P.; VAN RHIJN, J. W.; MIEDEMA, M. C.; BRONKHORST, R. E.; VAN DER GRINTEN, M. P. Towards successful physical stress reducing products: an evaluation of seven cases. **Applied Ergonomics**, v. 32, n. 5, p.525-534, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/s0003-6870\(01\)00018-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0003-6870(01)00018-7).

MARTINEZ, M. C.; LATORRE, M. R. D. O.; FISCHER, F. M. Validez y confiabilidad de la versión brasileira del Índice de Capacidad para el Trabajo. **Revista Saúde Pública** vol. 43, n.3, p.525-532, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102009005000017>.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção** São Paulo: Saraiva: 2005.

MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M. C. **Ergonomia: Trabalho adequado e eficiente**. Rio de Janeiro: Grupo Elsevier, 2011.

MEERDING, W. J.; IJZELENBERG, W.; KOOPMANSCHAP, M. A.; SEVERENS, J. L.; BURDORF, A. Health problems lead to considerable productivity loss at work among workers with high physical load jobs. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 58, n. 5, p.517-523, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2004.06.016>.

MENDES JUNIOR, J. J. A.; AGOSTINI JÚNIOR, E.; OKIDA, S., STEVAN JÚNIOR, S. L. Circuit design of amplification and filtration for surface electromyography data acquisition. **Ieee Latin America Transactions**, v. 13, N. 10, 2015.

MENDES JUNIOR, J.J.A.; PIRES, M.B.; OKIDA, S.; STEVAN, S.L. Robotic arm activation using surface electromyography with LABVIEW. **Ieee Latin America Transactions**, v. 14, n. 8, p.3597-3605, 2016. <http://dx.doi.org/10.1109/tla.2016.7786339>.

MERINO, G.; SILVA, L.; MATTOS, D.; GUIMARÃES, B.; MERINO, E. Ergonomic evaluation of the musculoskeletal risks in a banana harvesting activity through qualitative and quantitative measures, with emphasis on motion capture (Xsens) and EMG. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 69, p.80-89, 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2018.10.004>.

MERLETTI, R.; BOTTER, A.; TROIANO, A.; MERLO, E.; MINETTO, M. A. Technology and instrumentation for detection and conditioning of the surface electromyographic signal: state of the art. **Clinical Biomechanics**, v. 24, n. 2, p.122-134, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2008.08.006>.

MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 16, n. 2, p.88-91, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.041117>.

MITROPOULOS, P.; MEMARIAN, B. Task demands in masonry work: sources, performance implications, and management strategies. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 5, p.581-590, 2013. [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000586](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000586).

MOLEN, H. F.; KUIJER, P. P. F.; HOPMANS, P. P. W.; HOUWELING, A. G.; FABER, G. S.; HOOZEMANS, M. J. M.; FRINGS-DRESEN, M. H. W. Effect of block weight on work demands and physical workload during masonry work. **Ergonomics**, v. 51, n. 3, p.355-366, 2008. <http://dx.doi.org/10.1080/00140130701571792>.

NATH, N. D.; AKHAVIAN, R.; BEHZADAN, A. H. Ergonomic analysis of construction worker's body postures using wearable mobile sensors. **Applied Ergonomics**, v. 62, p.107-117, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2017.02.007>.

NG, J. Y. K.; CHAN, A. H. S. Proposing a conceptual model for examining the influence of individual and work-related factors on work ability. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, p.145-151, 2016. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-41688-5_13.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p.2109-2135, 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x>.

PAILLARD, T.; MAITRE, J.; CHAUBET, V.; BOREL, L. Stimulated and voluntary fatiguing contractions of quadriceps femoris differently disturb postural control. **Neuroscience Letters**, v. 477, n. 1, p.48-51, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2010.04.034>.

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da Produção Industrial**. – Curitiba: Ibpex, 2007.

PARK, H. Conceptual framework of construction productivity estimation. **Journal of Civil Engineering**, v. 10, n. 5, p.311-317, 2006. <http://dx.doi.org/10.1007/bf02830084>.

PHINYOMARK, A.; PHUKPATTARANONT, P.; LIMSAKUL, C. Feature reduction and selection for EMG signal classification. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 8, p.7420-7431, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.01.102>.

PIGINI, L.; COLOMBINI, D.; RABUFFETTI, M. Tecniche di acquisizione ed analisi del segnale elettromiografico per lo studio del sovraccarico biomeccanico occupazionale/ Evaluation of work-related biomechanical overload: techniques for the acquisition and analysis of surface EMG signal. **La Medicina Del Lavoro**, V. 101, n. 2, p.118-133, 2010.

<http://mattioli1885journals.com/index.php/lamedicinadellavoro/article/view/266>

RENOSTO, A.; BIZ, P.; HENNINGTON, E. A.; PATTUSSI, M. P. Test-retest reliability of the Work Ability Index (WAI) in metallurgy workers from Southern Brazil, **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 12, n. 2, p. 217-225, 2009.

ROJAS, E. M.; ARAMVAREEKUL, P. Labor productivity drivers and opportunities in the construction industry. **Journal of Management in Engineering**, v. 19, n. 2, p.78-82, 2003. [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)0742-597x\(2003\)19:2\(78\)](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)0742-597x(2003)19:2(78)).

SAPONAS, T. S.; TAN, D. S.; MORRIS, D.; TURNER, J.; LANDAY, J. A. Making muscle-computer interfaces more practical. PROCEEDINGS OF THE SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2010, Atlanta, Estados Unidos. **Anais...**, 2010.

SCHLÜSSEL, M. M.; ANJOS, L. A.; KAC, G. A dinamometria manual e seu uso na avaliação nutricional. **Revista de Nutrição**, v. 21, n. 2, p.233-235, 2008.

<http://dx.doi.org/10.1590/s1415-52732008000200009>.

SEBASTIANO, A.; BELVEDERE, V.; GRANDO, A.; GIANGRECO, A. The effect of capacity management strategies on employees' well-being: a quantitative investigation into the long-term healthcare industry. **European Management Journal**, v. 35, n. 4, p.563-573, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.emj.2016.12.001>.

SENIAM. **Recommendations for sensor locations in arm or hand muscles**. Disponível em: <http://www.seniam.org/>. Acesso em: julho de 2018.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 8ª Edição – São Paulo: Atlas, 2018.

SLUITER, J. K.; CROON, E. M.; MEIJMAN, T. F.; FRINGS-DRESEN, M. H. W. Need for recovery from work related fatigue and its role in the development and prediction of subjective health complaints. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 60, n. 90001, p.62-70, 2003. http://dx.doi.org/10.1136/oem.60.suppl_1.i62.

THONGPANJA, S.; PHINYOMARK, A.; QUAINÉ, F.; LAURILLAU, Y.; LIMSAKUL, C.; PHUKPATTARANONT, P. Probability density functions of stationary surface EMG signals in noisy environments. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, v. 65, n. 7, p.1547-1557, 2016.

<http://dx.doi.org/10.1109/tim.2016.2534378>.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Corpo Humano**: Fundamentos de anatomia e fisiologia. 8. ed. São Paulo, SP: Artmed, 2012.

TRAJANO, G. S.; PINHO, C.; OLIVEIRA, C. Static stretching increases muscle fatigue during submaximal sustained isometric contractions. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 55, n. 2, p. 43-50, 2015.

TRASK, C.; TESCHKE, K.; MORRISON, J.; JOHNSON, P.; VILLAGE, J.; KOEHOORN, J. EMG estimated mean, peak, and cumulative spinal compression of workers in five heavy industries. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 40, n. 4, p.448-454, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2010.02.006>.

TUOMI, K.; ILMARINE, J.; JAHKOLA, A.; KATAJARINNE, L.; TULKKI, A. **Índice de Capacidade para o Trabalho**. Tradução: Frida Marina Fischer. São Carlos: UFSCar, 2010.

TUOMI, K.; ILMARINEN, J. **Índice de capacidade para o trabalho**. Traduzido por Frida Marina Fischer. São Paulo: FSPUSP, 1997.

TUOMI, K.; ILMARINEN, J.; JAHKOLA, A.; KATAJARARINNE, L.; TULKKI, A. **Índice de capacidade para o trabalho**. São Carlos: EduFSCar, 2005.

TURNER; TOWNSEND. **International Construction Market Survey**. Disponível em: <http://www.turnerandtownsend.com/en/insights/international-construction-market-survey-2017/>. Acesso em: julho 2018.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção**. Itajubá: UNIFEI, 2012.

UMER, W.; LI, H.; SZETO, G. P. Y.; WONG, A. Y. L. Identification of biomechanical risk factors for the development of lower-back disorders during manual rebar tying. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 1, p.1-5, 2017. [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001208](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001208).

VAN DER MOLEN, H. F.; KUIJER, P. P. F. M.; FORMANOY, M.; BRON, L.; HOOZEMANS, J. M.; VISSER, B.; FRINGS-DRESEN, M. H. W. Evaluation of three ergonomic measures on productivity, physical work demands, and workload in gypsum bricklayers. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 53, n. 6, p.608-614, 2010. <http://dx.doi.org/10.1002/ajim.20793>.

VONDRÁČKOVÁ, T.; VOĽTOVÁ, V.; NÝVLT, V. The human factor as a cause of failures in building structures. **Matec Web of Conferences**, v. 93, n. 22, 2016. <http://dx.doi.org/10.1051/mateccconf/201779303005>.

ZHANG, M.; MURPHY, L.A.; FANG, D.; CABAN-MARTINEZ, A.J. Influence of fatigue on construction workers' physical and cognitive function. **Occupational Medicine**, v. 65, n. 3, p.245-250, 2015. <http://dx.doi.org/10.1093/occmed/kqu215>.

ZHOU, Q. X.; CHEN, Y. H.; MA, C.; ZHENG, X. H. Evaluation of upper limb muscle fatigue based on surface electromyography. **Science China Life Sciences**, v. 54, n. 10, p.939-944, 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s11427-011-4229-z>.

ZIJLSTRA, F. R. H.; CROPLEY, M.; RYDSTEDT, L. W. From recovery to regulation: an attempt to reconceptualize 'recovery from work'. **Stress and Health**, v. 30, n. 3, p.244-252, 2014. <http://dx.doi.org/10.1002/smi.2604>.

APÊNDICE A – Construção do Portfólio Bibliográfico

Inicialmente, para a seleção das bases de dados procurou-se buscar artigos relevantes ao tema em bases estrangeiras e nacional, onde por meio disso, foram utilizadas as bases *Scopus*, *Web of Science* e *Scielo*.

Na sequência, estabeleceram-se as palavras-chave e as suas combinações, buscando os artigos a partir disso. Como critério de busca, definiu-se procurar por artigos que tivessem as palavras-chave em seus títulos, resumos ou palavras-chave. As combinações de palavras-chave utilizadas estão no quadro a seguir.

Combinações de palavras-chave utilizadas na busca de artigos	
Bricklayers	Ergonomic* Production, product, productivity Construction industry Fatigue Work capacity, workforce Upper limbs
Mason	Ergonomic* Production, product, productivity Construction industry Fatigue Work capacity, workforce Upper limbs
Ergonomic*	Construction industry
Electromyography	- Bricklayers Mason, masonry Upper limbs

Para realizar a priorização dos artigos para leitura foi utilizado o *Methodi Ordinatio* de Pagani, Kovalski e Resende (2015), onde são considerados somente artigos sobre o tema pesquisado publicados em periódicos qualificados com JCR – *Journal Citation Reports*.

A pesquisa e seleção dos artigos foi realizada nos anos de 2017 e 2018, buscando assim, além dos artigos pioneiros, os artigos publicados em revistas com um recorde temporal de 2000 a 2018.

A partir disso, utilizou-se uma ferramenta de gerenciamento de referências, que são *softwares* de dados para o qual é possível exportar as informações dos artigos selecionados nas bases. Para tanto, foi utilizado o gerenciador *software EndNote Desktop*®.

Após a exportação, foram eliminados os artigos duplicados e assim, seguiu-se para a etapa de eliminação dos artigos incompatíveis com o tema. Para isso, foram escolhidos dois critérios: o de eliminação pelo título e eliminação pela leitura de

resumo.

Ao final da etapa de seleção do portfólio bibliográfico obteve-se 101 artigos selecionados, alinhados com o tema e com reconhecimento científico.

A partir disso, os 101 artigos selecionados foram submetidos ao *Methodi Ordinatio* de Pagani, Kovaleski e Resende (2015), para priorizar e selecionar os artigos de maior relevância, uma vez que este método relaciona fatores como, fator de impacto, ano de publicação e número de citações resultando em um índice obtido através da Equação 5.

$$InOrdinatio = ((F^i/1000) + \alpha[10 - (APe - APu)] + (\sum Ci)) \quad (5)$$

Onde: Fi – Fator de impacto do periódico; α : Coeficiente atribuído pelo pesquisador, normalmente 10; APe: Ano de realização da pesquisa; APu: Ano de publicação de artigo; Ci: Número de citação do artigo em outros estudos.

Sobretudo, os artigos escolhidos não se limitaram a esta metodologia, já que dissertações, teses e muitas referências dos artigos selecionados também constituem o portfólio bibliográfico desta dissertação.

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Consentimento para uso de Imagem e Som de Voz (TCUISV)

Pesquisador (es/as) ou outro (a) profissional responsável pela pesquisa: Kaline Araujo de Oliveira, Ariel Orlei Michaloski e Antonio Augusto de Paula Xavier

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

Prezado participante, convidamos a participar da nossa pesquisa. Abaixo encontram-se as informações detalhadas.

1. Apresentação da pesquisa

O trabalho na construção civil é um trabalho que precisa muito esforço e é bastante cansativo. Algumas tarefas na construção civil como no assentamento de tijolos necessitam que o mesmo movimento seja realizado muitas vezes.

Esta pesquisa está sendo realizada para descobrirmos se estes movimentos, que são realizados muitas vezes, causam cansaço nos braços dificultando a realização do serviço diário. Queremos descobrir isso para que possamos imaginar formas para diminuir o cansaço dos braços de quem levanta paredes de tijolos.

2. Objetivos da pesquisa

Analisar a correlação da alteração de força e fadiga muscular em relação a produtividade na execução de assentamento de tijolos.

3. Participação na pesquisa

Para participar desta pesquisa precisaremos observar e fotografar o senhor realizando o trabalho de assentamento de tijolos. Além disso, será realizado uma entrevista, baseado em um questionário.

Será realizado no senhor um procedimento de aferição da sua força com o dinamômetro e um exame de eletromiografia de superfície que serve para ver se o músculo está cansado devido ao trabalho. O exame será feito no início da manhã e no final da tarde. Este exame consiste em colar adesivos em sua pele, chamados eletrodos, sendo estes ligados a um aparelho, o exame não causa nenhuma dor ou qualquer outra coisa ao seu corpo, ao final, estes eletrodos serão retirados de sua pele. Por fim, coletaremos qual foi a sua produção diária e tiraremos fotos do senhor trabalhando.

Todas as etapas da coleta serão realizadas no próprio canteiro de obras, na área de vivência, mais precisamente no local das refeições, permitindo assim que o senhor não se desloque do seu ambiente de trabalho.

4. Coleta de dados

A coleta de dados será dividida em quatro etapas. A primeira etapa se iniciará com uma entrevista que englobará um questionário de Índice da Capacidade do Trabalho (ICT), somado a outras perguntas de idade, tempo de serviço, tempo de jornada diária, peso, altura, fumante ou não, tudo para conhecer melhor o senhor.

Após o preenchimento do questionário, o senhor, será submetido ao procedimento de aferição da força utilizando um dinamômetro. O senhor deverá exercer sua força máxima no dinamômetro com a mão direita e manter a força por 5 segundos repetidos por duas vezes com intervalo de descanso de 3 minutos.

Por seguinte, o senhor realizará a avaliação eletromiográfica de superfície que avaliará as suas alterações musculares, sendo que, as coletas serão feitas antes do senhor começar a sua tarefa diária (na parte da manhã) e ao final do trabalho (final da tarde).

Nesta terceira etapa, serão fixados quatro eletrodos em sua pele, sendo que o eletrodo de referência será posicionado próximo ao cotovelo.

Os outros eletrodos de superfície serão fixados no flexor superficial dos dedos esquerdo, no flexor radial do carpo direito e no bíceps branquial direito. Não se preocupe, não causa nenhum tipo de dano ao senhor e também não terá o perigo de choque. Fique tranquilo!

Os eletrodos utilizados no exame de eletromiografia de superfície serão descartados após o uso e a fixação dos eletrodos será antecedida por percepção palpável do músculo, confirmação visual e limpeza da pele com álcool.

As coletas eletromiográficas serão realizadas por meio de dois esforços de 10 segundos cada, com 3 minutos de intervalo entre eles para evitar qualquer risco de aparecimento de fadiga muscular.

O exame do músculo do flexor superficial dos dedos será realizado com o senhor sentado, de modo que o examinador estará estabilizando a sua mão e realizando uma pressão contra o osso metacarpiano na direção da extensão com adução e rotação lateral.

Para a avaliação do músculo do flexor radial do carpo, o senhor também estará sentado, com o antebraço virado para cima e apoiado em uma superfície plana. Nesta avaliação, o examinador também realizará uma pressão no antebraço no movimento de flexão do punho.

No exame do músculo do bíceps braquial, o senhor estará sentado, com o antebraço virado para cima e apoiado em uma superfície plana, neste momento o examinador realizará uma pressão no antebraço.

Após o exame, os eletrodos serão retirados, para não atrapalhar a realização do seu trabalho.

A quarta e última etapa envolverá fotos e medições da sua produção diária utilizando trena métrica. Ocorrerá uma única medição, ao final do trabalho.

5. Tempo estimado da coleta de dados

A duração total da coleta de dados será de 30 minutos, sendo que a primeira etapa (entrevista e questionário) durará 10 minutos, a segunda etapa (aferição de força pelo dinamômetro) durará 5 minutos, a terceira (avaliação eletromiográfica de superfície) 10 minutos e por fim, a mensuração da produção diária, filmagens e fotos terá uma duração de 5 minutos.

6. Confidencialidade

O senhor terá todas as garantias de sigilo e privacidade. Seu nome ou dados pessoais não serão mencionados. As fotos, se utilizadas, contarão com a preservação do seu anonimato.

7. Riscos e Benefícios

7a) Riscos:

Não existe risco de dano físico de qualquer espécie devido a realização desta pesquisa. O presente projeto poderá apresentar como riscos mínimo, desconforto por parte do entrevistado por ter que responder o questionário de índice de capacidade no trabalho. Porém, existe o risco de constrangimento pela observação associada a fotos durante a realização de seu trabalho.

Durante a realização do exame da eletromiografia também não existe risco de dor ou dano físico, porém como o mesmo consiste na realização do trabalho com eletrodos aderidos ao seu braço pode haver leve desconforto. Caso sinta-se

constrangido ou com qualquer desconforto o procedimento será interrompido no mesmo momento em que o entrevistado relatar o problema e não será mais retomado.

7b) Benefícios:

Não existe benefícios diretos ao entrevistado. Entretanto, a participação do entrevistado é de grande importância para a sociedade, pois ajudará a melhorar as condições de trabalho da função de pedreiros da construção civil, fornecendo informações a respeito da profissão e de como ela é realizada.

Os benefícios futuros diretos aos participantes estão associados a ter um ambiente de trabalho que proporcione saúde e qualidade de vida. Pretende-se por meio desta pesquisa fornece mais informações a respeito da atividade do assentamento de tijolos com objetivo de diminuir o risco de doenças associadas a esta tarefa melhorando as condições de saúde dos colaboradores.

8. Critérios de inclusão e exclusão

8a) Inclusão:

Os participantes serão pedreiros, homens, maiores de 18 anos, não possuindo distúrbios musculoesqueléticos nos membros superiores e destros, sendo que os mesmos deverão estar executando a atividade de assentamento de tijolos.

8b) Exclusão:

Serão excluídos do estudo trabalhadores que já tenham sido afastados do trabalho por qualquer tipo de doença nos membros superiores, sendo esta informação solicitada a empresa.

9. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo

Todo o participante da pesquisa tem o direito de deixar o estudo a qualquer momento, receber esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa. Bem como, evidenciar a liberdade de recusar ou retirar o seu consentimento a qualquer momento sem penalização.

Caso seja de seu interesse receber o resulta desta pesquisa assinale o campo a seguir:

() quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio : _____)

() não quero receber os resultados da pesquisa

10. Ressarcimento e indenização.

Os participantes desta pesquisa não terão nenhum ônus ou bônus aos mesmos. Qualquer pedido de ressarcimento será junto ao pesquisador mediante comprovante. Os casos de indenização oriundos da referida pesquisa serão tratados conforme legislação brasileira vigente.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, Telefone: (41) 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO (do participante de pesquisa ou do responsável legal – neste caso anexar documento que comprove parentesco/tutela/curatela)

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, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham fotografia, filmagem ou gravação de voz de minha pessoa para fins de pesquisa científica/ educacional. As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda.

Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo.

Nome Completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: __/__/____ Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

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.

Nome completo: _____

Assinatura pesquisador (a): _____ Data: __/__/____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Kaline Araujo de Oliveira, via e-mail: karaujoliveira@gmail.com.

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, Telefone: 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br

OBS: este documento deve conter 2 (duas) vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao participante da pesquisa.

APÊNDICE C – Perfil da Amostra – Bloco I

Nome: _____ Idade: _____

Tempo de serviço: _____ Tempo de jornada diária: _____ Peso: _____

Altura: _____

1. Em uma escala de 0 a 10, qual é o seu nível de exaustão física após o trabalho?

() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

2. Em uma escala de 0 a 10, qual é o seu nível de exaustão mental após o trabalho?

() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

3. Você se sente cansado antes do início do trabalho? () SIM () NÃO

4. Quanto tempo (horas) você necessita para se sentir completamente recuperado após o trabalho?

() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10+

5. Você tem dormido bem durante as 2 últimas noites? () SIM () NÃO

6. Em uma escala, como você percebe que as pessoas veem sua atividade profissional?

Desgastante()

Um trabalho normal, uns dias leves e outros pesados()

Tranquilo()

APÊNDICE D – Análise Detalhada – Bloco I – Perfil do Trabalhador

O Bloco I envolveu questões como idade, tempo de serviço, tempo de jornada de trabalho, peso, altura, nível de exaustão físico e mental e a necessidade de recuperação diária.

Voluntário	Idade	Tempo de serviço	Peso	Altura
1	40	15	72	1,7
2	62	30	60	1,54
3	64	50	98	1,8
4	47	27	71	1,8
5	46	19	75	1,69
6	34	15	59	1,75
7	62	20	73	1,56
8	57	25	79	1,65
9	61	31	50	1,53
10	50	28	63	1,66
11	51	25	75	1,78
12	18	4	90	1,75
13	40	20	85	1,78
14	41	16	75	1,76
15	22	12	68	1,85
16	31	14	81	1,7
17	41	25	82	1,73
18	48	30	73	1,68
19	40	18	73	1,71
20	52	30	70	1,81
21	35	10	99	1,8
22	21	5	82	1,78
23	30	10	80	1,65
24	23	13	68	1,68
25	45	20	79	1,71
26	28	14	85	1,83
27	25	10	93	1,73
28	43	23	60	1,62
29	46	21	80	1,7
30	30	11	87	1,78
31	36	18	109	1,72
32	20	4	100	1,75

Questões sobre nível de exaustão físico e mental e a necessidade de recuperação diária.

- 1) Em uma escala de 0 a 10, qual é o seu nível de exaustão física após o trabalho?

Nível de exaustão física	Quantidade de pessoas	%
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	3	9
6	6	19
7	0	0
8	19	59
9	4	13
10	0	0
Total	32	100

- 2) Em uma escala de 0 a 10, qual é o seu nível de exaustão mental após o trabalho?

Nível de exaustão mental	Quantidade de pessoas	%
0	0	0
1	0	0
2	1	3
3	1	3
4	0	0
5	7	22
6	19	60
7	0	0
8	2	6
9	1	3
10	1	3
Total	32	100

- 3) Você se sente cansado antes do início do trabalho?

	Quantidade de pessoas	%
Sim	9	28
Não	23	72
Total	32	100

- 4) Quanto tempo (horas) você necessita para se sentir completamente recuperado após o trabalho?

Total de horas	Quantidade de pessoas	%
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	12	38
7	10	31
8	9	28
9	1	3
10 horas ou mais	0	0
Total	32	100

- 5) Você tem dormido bem durante as 2 últimas noites?

	Quantidade de pessoas	%
Sim	26	81
Não	6	19
Total	32	100

- 6) Qual é a sua percepção quanto o que as pessoas acham/veem sua atividade?

Percepção	Quantidade de pessoas	%
Desgastante	28	88
Um trabalho normal, uns dias leves e outros pesados	4	12
Tranquilo	0	0
Total	32	100

APÊNDICE E – Bloco II – Respostas Escala Borg

O Bloco II foi utilizado para descrever o esforço muscular percebido nos membros superiores antes e após a jornada de trabalho. A escala utilizada foi a de Borg modificada para Escola OCRA Brasileira.

Voluntário	BORG antes da jornada de trabalho	BORG após jornada de trabalho
1	2	8
2	2	8
3	2	9
4	2	9
5	1	7
6	1	6
7	1	8
8	2	9
9	3	8
10	2	8
11	4	8
12	2	6
13	2	8
14	3	8
15	3	8
16	2	5
17	3	9
18	1	8
19	2	7
20	2	9
21	2	7
22	2	5
23	3	7
24	2	9
25	1	8
26	1	6
27	1	6
28	3	8
29	1	8
30	2	5
31	3	6
32	1	5

Escala Borg	Antes da jornada de trabalho	%	Após jornada de trabalho	%
0	0	0	0	0
0,5	0	0	0	0
1	9	28	0	0
2	15	47	0	0
3	7	22	0	0
4	1	3	0	0
5	0	0	4	12
6	0	0	5	16
7	0	0	4	12
8	0	0	13	41
9	0	0	6	19
10	0	0	0	0
Total	32	100	32	100

APÊNDICE F – Bloco III – Respostas do Questionário de Índice da Capacidade de Trabalho – Tuomi et. al (2010) – Análise Detalhada

No Bloco III, o ICT foi determinado pelos escores das respostas das questões que o compõem.

QUESTIONÁRIO													
1	2	3	4	5	6	7			Soma	ICT			
8	5	5	5	6	5	7	3	2	1	6	2	43	BOA
6	3	3	4	3	2	4	2	3	1	6	2	27	BAIXA
5	2	2	4	4	2	4	2	2	1	5	2	25	BAIXA
10	4	4	5	5	3	7	4	3	1	8	3	41	BOA
8	3	3	3	3	2	4	2	2	0	4	2	28	MODERADA
9	5	5	7	6	5	7	4	4	1	9	3	47	ÓTIMA
5	3	3	4	3	3	4	3	2	1	6	2	27	BAIXA
7	3	3	7	5	5	4	2	3	1	6	2	36	MODERADA
7	4	4	4	5	3	4	2	3	1	6	2	33	MODERADA
7	3	2	7	5	5	4	2	2	0	4	2	35,5	MODERADA
7	5	2	7	6	5	7	3	2	1	6	2	42,5	BOA
10	5	5	7	6	5	7	4	4	2	10	4	49	ÓTIMA
10	4	4	5	3	2	7	3	3	0	6	2	37	BOA
8	5	5	3	4	4	4	2	2	0	4	2	35	MODERADA
6	3	3	4	3	2	4	2	3	1	6	2	27	BAIXA
10	3	3	5	4	5	7	4	3	1	8	3	40	BOA
10	5	5	5	3	2	7	3	3	0	6	2	39	BOA
8	5	5	3	4	4	4	2	2	0	4	2	35	MODERADA
10	4	4	5	5	3	7	4	3	1	8	3	41	BOA
5	2	2	4	4	2	4	2	2	1	5	2	25	BAIXA
8	4	4	7	5	5	7	2	3	1	6	2	42	BOA
9	5	5	7	6	5	7	2	2	0	4	2	46	ÓTIMA
8	5	4	7	6	5	7	4	4	2	10	4	46,5	ÓTIMA
10	5	5	7	6	5	7	4	4	2	10	4	49	ÓTIMA
10	4	4	6	6	5	7	2	1	0	3	1	43	BOA
10	4	4	6	6	5	7	2	4	1	7	3	45	ÓTIMA
7	4	3	4	4	5	7	4	4	1	9	3	37,5	BOA
7	5	5	3	4	4	4	2	2	1	5	2	34	MODERADA
6	5	5	3	4	4	4	2	2	1	5	2	33	MODERADA
10	5	5	7	6	5	7	4	4	2	10	4	49	ÓTIMA
10	4	4	5	4	5	7	4	3	1	8	3	42	BOA
8	4	4	7	6	5	7	4	4	2	10	4	45	ÓTIMA

- 1) Suponha que sua melhor capacidade para o trabalho tem um valor de 0 a 10 pontos. Assinale com um X um número na escala de 0 a 10, que designe quantos pontos você daria para sua capacidade de trabalho atual.

Escala	Quantidade de pessoas
Nível 10	11
Nível 9	2
Nível 8	7
Nível 7	6
Nível 6	3
Nível 5	3
Total	32

- 2) Como você classificaria sua capacidade atual para o trabalho em relação às exigências físicas e mental dele?

Exigência Física	Quantidade de pessoas	Exigência Mental	Quantidade de pessoas
Muito boa	13	Muito boa	11
Boa	10	Boa	10
Moderada	7	Moderada	7
Baixa	2	Baixa	4
Muito baixa	0	Muito baixa	0
Total	32	Total	32

Os cálculos da questão 2 envolveram a seguinte equação (já descrita no Quadro 5):

$$Exigências = (1,5 \times exigência\ física) + (0,5 \times exigência\ mental)$$

Isto porque, a tarefa de assentamento de tijolos tende a ter uma maior exigência física do que mental.

- 3) Quais são as suas doenças confirmadas pelos médicos?

Quantidade de doenças	Quantidade de pessoas
0	12
1	8
2	7
3	5
4	0
5 ou mais doenças	0
Total	32

4) Sua lesão ou doença é um impedimento para o seu trabalho atual?

Níveis de impedimento	Quantidade de pessoas
Não há impedimentos/Eu não tenho doenças	11
Eu sou capaz de fazer meu trabalho, mas ele me causa alguns sintomas	6
Algumas vezes preciso diminuir meu ritmo de trabalho ou mudar meus métodos de trabalho	9
Frequentemente preciso diminuir meu ritmo de trabalho ou mudar meus métodos de trabalho	6
Por cauda da minha doença sinto-me capaz de trabalhar apenas em tempo parcial	0
Em minha opinião, estou totalmente incapacitado para trabalhar	0
Total	32

5) Quantos dias você esteve dispensado do serviço em razão de problemas de saúde, nos últimos 12 meses? (Informações por meio de atestados).

Quantidade de dias	Quantidade de pessoas
30 dias ou mais	0
De 20 a 29 dias	7
De 10 a 19 dias	4
Até 9	4
Nenhum dia	17
Total	32

6) Considerando sua saúde, você acha que será capaz de, daqui 2 anos, fazer seu trabalho atual?

Nível de consideração	Quantidade de pessoas
Improvável	0
Não estou certo	13
Bastante provável	19
Total	32

7) Você recentemente tem conseguido apreciar suas atividades diárias?

Frequência	Quantidade de pessoas
Sempre	11
Quase sempre	5
Às vezes	16
Raramente	0
Nunca	0
Total	32

Com que frequência você se considera ativo e alerta no trabalho?

Frequência	Quantidade de pessoas
Sempre	8
Quase sempre	11
Às vezes	12
Raramente	1
Nunca	0
Total	32

Como você vê o seu futuro profissional?

Nível de esperança	Quantidade de pessoas
Com muita esperança	5
Normal	19
Com pouca esperança	8
Total	32

Os cálculos da questão 7 envolveram a somatória dos pontos das três sub-questões e o resultado é contabilizado da maneira descrita no Quadro 5.

Somatória das questões	Pontos finais
Soma de 0 a 3	1 ponto
Soma de 4 a 6	2 pontos
Soma de 7 a 9	3 pontos
Soma de 10 a 12	4 pontos

APÊNDICE G – Aferição de Força – Detalhamento Dados

Voluntário	Dinamômetro Lombar (KgF)					
	INÍCIO		FIM		Médias Pico	
	Pico das Contrações 1	Pico das Contrações 2	Pico das Contrações 1	Pico das Contrações 2	INÍCIO	FIM
1	71,63	73,7	69,8	73,72	72,67	71,76
2	49,2	49,55	37,88	39,26	49,38	38,57
3	66,69	31,25	12,26	9,38	48,97	10,82
4	13,58	14,57	22,05	24,59	14,08	23,32
5	46,28	36,2	50,17	55,63	41,24	52,90
6	40,87	35,37	50,36	47,01	38,12	48,69
7	62,31	34,73	35,95	37,69	48,52	36,82
8	72,08	59,07	52,65	57,72	65,58	55,19
9	65,6	88,83	47,35	47,69	77,22	47,52
10	84,24	74,9	24,15	27,47	79,57	25,81
11	100,36	95,64	69,77	69,18	98,00	69,48
12	43,69	31,73	20,57	22,73	37,71	21,65
13	67,37	66,09	36,88	36,51	66,73	36,70
14	43,87	49,52	27,01	29,45	46,70	28,23
15	53,54	52,24	45,22	44,63	52,89	44,93
16	41,01	87,62	46,24	41,29	64,32	43,77
17	84	77,73	47,8	48,57	80,87	48,19
18	67,81	55,76	45,56	36,33	61,79	40,95
19	40,39	41,02	33,52	32,87	40,71	33,20
20	51,69	50,75	41,06	40,09	51,22	40,58
21	56,35	50,68	36,41	37,45	53,52	36,93
22	48,57	63,38	43,97	44,49	55,98	44,23
23	46,24	41,29	45,56	36,33	43,77	40,95
24	53,04	52,69	35,42	36,02	52,87	35,72
25	99,58	100,03	73,68	73,62	99,81	73,65
26	84,24	74,9	84	77,73	79,57	80,87
27	100,36	95,64	47,8	48,57	98,00	48,19
28	97,24	98,06	56,99	57,45	97,65	57,22
29	75,63	78,66	42,36	41,02	77,15	41,69
30	124,89	129,45	78,67	78,52	127,17	78,60
31	101,63	98,52	63,52	59,63	100,08	61,58
32	96,35	97,52	69,25	60,74	96,94	65,00

APÊNDICE H – Valores do Músculo Flexor Superficial dos Dedos Esquerdo

Valores de Sinal Eletromiográfico do Músculo Flexor Superficial dos Dedos Esquerdo (RMS e %CVM-RMS)

Flexor Superficial dos Dedos		Início		Fim		Valores significativos durante teste (média das médias e %CVM)			
V.	CVM (µV)	Média CVM ¹	Média CVM ²	Média CVM ¹	Média CVM ²	RMS INÍCIO (µV)	%	RMS FIM (µV)	%
1	511,90	29,41	31,92	104,81	104,59	30,67	5,99	104,70	20,45
2	360,67	67,23	46,70	90,15	71,38	56,97	15,80	80,77	22,39
3	395,35	30,17	50,76	70,37	70,07	40,47	10,24	70,22	17,76
4	1135,31	40,82	33,12	125,02	119,08	36,97	3,26	122,05	10,75
5	202,54	20,34	20,20	273,93	269,01	20,27	10,01	271,47	134,03
6	254,91	27,90	26,42	44,67	44,37	27,16	10,65	44,52	17,47
7	927,81	40,75	42,10	158,32	161,22	41,43	4,47	159,77	17,22
8	1663,91	28,15	19,44	33,19	33,84	23,80	1,43	33,52	2,01
9	824,92	31,47	30,79	26,30	25,04	31,13	3,77	25,67	3,11
10	1104,95	26,40	21,48	122,93	66,76	23,94	2,17	94,84	8,58
11	666,95	17,99	15,33	84,88	88,43	16,66	2,50	86,66	12,99
12	493,90	28,65	21,40	80,23	79,20	25,03	5,07	79,72	16,14
13	556,97	19,63	18,43	72,51	73,08	19,03	3,42	72,80	13,07
14	1315,73	21,08	18,94	135,58	114,98	20,01	1,52	125,28	9,52
15	542,10	74,73	61,24	68,90	71,07	67,99	12,54	69,99	12,91
16	635,03	99,05	100,75	160,17	163,80	99,90	15,73	161,99	25,51
17	1001,98	20,21	74,06	51,85	47,24	47,14	4,70	49,55	4,95
18	550,23	26,67	11,28	30,94	96,80	18,98	3,45	63,87	11,61
19	449,49	74,35	88,07	89,52	79,38	81,21	18,07	84,45	18,79
20	876,96	81,85	74,23	84,43	77,31	78,04	8,90	80,87	9,22
21	523,20	38,93	26,39	72,68	75,80	32,66	6,24	74,24	14,19
22	362,84	29,30	22,92	95,14	85,85	26,11	7,20	90,50	24,94
23	333,72	32,64	26,97	48,20	47,76	29,81	8,93	47,98	14,38
24	1236,69	47,34	58,68	102,10	102,44	53,01	4,29	102,28	8,27
25	423,57	90,45	96,89	153,40	148,42	93,67	22,11	150,91	35,63
26	270,72	63,77	41,10	125,01	105,30	52,44	19,37	115,16	42,54
27	704,48	43,65	55,44	46,76	58,40	49,55	7,03	52,58	7,46
28	160,65	30,92	45,90	124,02	119,50	38,41	23,91	121,76	75,79
29	253,38	38,93	46,28	72,68	85,80	42,61	16,82	79,24	31,27
30	148,37	79,30	72,92	95,14	88,85	76,11	51,30	92,00	62,01
31	107,10	60,40	64,48	99,17	120,23	62,44	58,30	109,70	102,42
32	126,89	78,99	51,33	111,88	99,43	65,16	51,35	105,66	83,27

Valores de sinal eletromiográfico do músculo Flexor Superficial dos Dedos Esquerdo (Frequência Mediana – Hz)

Voluntário	FLEXOR SUPERFICIAL DOS DEDOS					
	FREQUENCIA MEDIANA (Hz)				Médias	
	Início	Fim	Início	Fim	FM início	FM fim
1	61,28	39,71	57,29	34,67	50,50	45,98
2	60,47	52,08	55,41	55,40	56,28	55,41
3	45,74	42,24	67,30	44,68	43,99	55,99
4	33,77	38,57	38,25	34,91	36,17	36,58
5	67,87	65,67	68,52	62,99	66,77	65,76
6	62,83	56,97	62,50	59,98	59,90	61,24
7	36,95	49,56	33,94	44,92	43,25	39,43
8	42,48	45,74	41,02	49,32	44,11	45,17
9	48,34	49,80	40,45	46,55	49,07	43,50
10	49,15	47,44	47,93	47,77	48,30	47,85
11	38,17	48,99	33,53	54,44	43,58	43,99
12	47,77	46,06	37,52	33,61	46,92	35,56
13	50,86	50,37	54,44	46,79	50,62	50,62
14	30,35	40,45	32,80	37,52	35,40	35,16
15	55,91	69,74	62,26	66,16	62,83	64,21
16	35,40	32,84	35,77	32,19	34,12	33,98
17	39,23	31,17	41,22	29,87	35,20	35,54
18	43,29	48,10	46,31	37,72	45,70	42,01
19	36,99	38,37	35,77	33,04	37,68	34,40
20	40,36	39,27	37,80	39,63	39,82	38,72
21	57,70	58,19	57,45	48,14	57,94	52,80
22	52,21	38,94	46,31	31,85	45,57	39,08
23	39,92	46,55	43,95	45,49	43,23	44,72
24	51,47	54,68	54,73	48,58	53,08	51,66
25	44,92	45,49	44,23	42,77	45,21	43,50
26	37,52	43,09	39,35	42,89	40,30	41,12
27	43,38	38,78	37,92	44,23	41,08	41,08
28	33,61	48,14	32,39	46,39	40,87	39,39
29	47,77	46,06	37,52	33,61	46,92	35,56
30	67,87	65,67	68,52	62,99	66,77	65,76
31	42,34	42,67	39,83	39,84	42,51	39,84
32	35,60	35,33	32,54	32,44	35,46	32,49

APÊNDICE I – Valores do Músculo Flexor Radial do Carpo Direito

Sinal Eletromiográfico do Músculo Flexor Radial do Carpo Direito (RMS e %CVM-RMS)

Flexor Radial do Carpo		Início		Fim		Valores significativos durante teste			
V.	CVM (μ V)	Média CVM ¹	Média CVM ²	Média CVM ¹	Média CVM ²	RMS INÍCIO (μ V)	%	RMS FIM (μ V)	%
1	177,93	61,94	67,45	51,05	98,91	64,70	36,36	74,98	42,14
2	110,19	25,15	33,32	48,68	61,95	29,24	26,53	55,32	50,20
3	125,74	50,34	80,49	60,95	89,47	65,42	52,03	75,21	59,82
4	205,73	50,17	68,69	73,33	88,07	59,43	28,89	80,70	10,75
5	370,26	26,60	29,54	80,87	80,51	28,07	7,58	80,69	21,79
6	205,28	34,09	30,77	77,26	82,89	32,43	15,80	80,08	39,01
7	137,96	88,38	73,63	78,69	68,24	81,01	58,72	73,47	53,25
8	173,26	30,75	43,21	99,48	92,21	36,98	21,34	95,85	55,32
9	323,45	34,46	32,29	86,81	85,59	33,38	10,32	86,20	26,65
10	115,40	27,25	21,96	83,12	79,55	24,61	21,32	81,34	8,58
11	147,78	77,63	72,03	86,00	99,80	74,83	50,64	92,90	12,99
12	170,52	63,88	70,46	99,81	98,80	67,17	39,39	99,31	58,24
13	96,45	66,24	74,05	88,53	82,58	70,15	72,73	85,56	88,70
14	101,04	81,72	87,15	102,24	99,02	84,44	83,56	100,63	99,59
15	1271,25	166,9	160,45	310,54	295,87	163,68	12,88	303,21	23,85
16	187,12	111,95	99,63	92,28	103,65	105,79	56,54	97,97	52,35
17	111,54	63,27	64,25	86,43	86,74	63,76	57,16	86,59	77,63
18	166,80	95,5	91,28	134,07	124,05	93,39	55,99	129,06	77,38
19	102,04	56,91	67,48	70,87	79,52	62,20	60,95	75,20	73,69
20	136,93	74,41	70,68	81,91	81,25	72,55	52,98	81,58	59,58
21	97,20	93,8	89,84	102,93	82,50	91,82	94,46	92,72	95,38
22	110,82	77,58	71,77	91,71	87,98	74,68	67,38	89,85	81,07
23	197,46	44,3	65,36	45,00	50,77	54,83	27,77	47,89	24,25
24	353,53	63,88	75,82	68,58	87,34	69,85	19,76	77,96	22,05
25	365,68	117,59	103,48	144,19	134,92	110,54	30,23	139,56	38,16
26	146,88	52,54	58,34	64,16	63,86	55,44	37,74	64,01	43,58
27	348,81	66,74	64,85	71,34	81,31	65,80	18,86	76,33	21,88
28	380,97	28,57	35,88	40,14	46,09	32,23	8,46	43,12	11,32
29	339,97	123,49	108,33	163,13	156,88	115,91	34,09	160,01	47,06
30	352,85	159,4	146,5	164,42	156,22	152,95	43,35	160,32	45,44
31	175,27	123,48	127,93	152,66	137,97	125,71	71,72	145,32	82,91
32	226,89	109,65	98,38	140,04	122,87	104,02	45,84	131,46	57,94

Valores de sinal eletromiográfico do músculo Flexor Radial do Carpo direito
(Frequência Mediana – Hz)

V.	FLEXOR RADIAL DO CARPO					
	FREQUENCIA MEDIANA (Hz)				Médias	
	Início	Fim	Início	Fim	FM início	FM fim
1	137,45	84,96	130,37	72,75	111,21	101,56
2	140,63	134,52	128,91	120,12	137,58	124,52
3	114,72	114,58	102,05	94,73	114,65	98,39
4	75,68	107,91	70,80	91,31	91,80	81,06
5	106,20	135,29	103,76	133,87	120,75	118,81
6	129,64	117,19	124,27	103,52	123,42	113,90
7	98,14	104,74	98,14	120,61	101,44	109,38
8	104,49	93,51	99,61	85,69	99,00	92,65
9	114,50	104,00	101,32	90,33	109,25	95,83
10	117,92	104,00	123,29	93,99	110,96	108,64
11	145,26	121,09	134,03	124,02	133,18	129,03
12	144,04	123,05	141,11	118,41	133,55	129,76
13	143,31	103,76	137,45	106,93	123,54	122,19
14	95,95	110,11	88,38	104,25	103,03	96,32
15	142,33	128,66	131,59	117,43	135,50	124,51
16	114,50	97,78	104,74	88,26	106,14	96,50
17	92,16	98,88	87,77	92,29	95,52	90,03
18	105,47	114,87	100,83	116,82	110,17	108,83
19	110,72	131,84	93,63	118,29	121,28	105,96
20	115,11	113,89	117,07	113,04	114,50	115,06
21	157,10	140,50	141,72	138,55	148,80	140,14
22	133,67	133,91	129,03	143,92	133,79	136,48
23	108,40	118,90	105,10	103,64	113,65	104,37
24	105,96	127,32	105,10	117,55	116,64	111,33
25	140,75	146,85	136,11	128,30	143,80	132,21
26	115,97	108,28	111,21	103,39	112,13	107,30
27	99,49	101,44	93,87	96,31	100,47	95,09
28	95,95	139,28	96,56	127,32	117,62	111,94
29	144,04	123,05	141,11	118,41	133,55	129,76
30	142,33	128,66	131,59	117,43	135,50	124,51
31	134,01	133,85	127,05	126,98	133,93	127,02
32	103,02	101,99	89,65	88,25	102,51	88,95

APÊNDICE J – Valores do Músculo Bíceps Braquial Direito

Valores de sinal eletromiográfico do músculo Bíceps Braquial Direito (RMS e %CVM-RMS)

Bíceps Braquial		Início		Fim		Valores significativos durante teste			
V.	CVM (µV)	Média CVM ¹	Média CVM ²	Média CVM ¹	Média CVM ²	RMS INÍCIO (µV)	% início	RMS FIM (µV)	% final
1	942,49	315,51	138,08	423,58	535,44	226,80	24,06	479,51	50,88
2	179,96	61,65	141,42	172,47	121,78	101,54	56,42	147,13	81,76
3	574,17	2,51	331,85	525,00	417,16	167,18	29,12	471,08	82,05
4	150,55	61,45	222,91	70,34	217,32	142,18	94,44	143,83	95,53
5	185,78	283,27	46,47	297,04	38,01	164,87	88,75	167,53	90,17
6	249,08	20,48	229,77	17,78	272,78	125,13	50,24	145,28	58,33
7	195,57	108,10	122,16	120,88	84,01	115,13	58,87	102,45	52,38
8	1190,11	160,46	259,86	224,29	159,83	210,16	17,66	192,06	16,14
9	1205,43	113,85	142,13	104,92	105,44	127,99	10,62	105,18	8,73
10	1222,91	104,18	175,25	127,56	151,15	139,72	11,42	139,36	11,40
11	875,68	498,17	389,25	395,95	352,63	443,71	50,67	374,29	42,74
12	169,33	99,49	110,07	105,66	93,90	104,78	61,88	99,78	58,93
13	174,64	97,12	125,31	94,66	194,75	111,22	63,68	144,71	82,86
14	755,61	270,70	305,20	235,50	282,56	287,95	38,11	259,03	34,28
15	154,04	107,31	69,79	83,74	59,85	88,55	57,49	71,80	46,61
16	1102,22	892,18	747,59	853,11	564,12	819,89	74,39	708,62	64,29
17	573,30	153,14	77,45	166,86	87,87	115,30	20,11	127,37	22,22
18	474,44	126,40	145,58	227,88	142,55	135,99	28,66	185,22	39,04
19	291,46	118,88	221,12	173,35	250,76	170,00	58,33	212,06	72,76
20	170,42	93,06	108,06	123,05	129,09	100,56	59,01	126,07	73,97
21	128,88	54,98	52,65	115,21	118,30	53,82	41,75	116,76	90,59
22	155,86	87,23	87,51	90,12	121,30	87,37	56,06	105,71	67,82
23	393,55	45,33	39,63	51,68	40,35	42,48	10,79	46,02	11,69
24	357,52	102,53	158,31	165,35	194,60	130,42	36,48	179,98	50,34
25	252,40	56,43	283,27	72,84	297,04	169,85	67,29	184,94	73,27
26	205,03	60,90	76,19	97,73	127,48	68,55	33,43	112,61	54,92
27	108,69	142,13	113,85	105,44	104,92	127,99	117,75	105,18	96,77
28	176,62	53,02	52,83	54,88	49,07	52,93	29,97	51,98	29,43
29	218,84	76,42	116,79	68,36	106,36	96,61	44,14	87,36	39,92
30	133,82	97,66	115,04	90,09	110,96	106,35	79,47	100,53	75,12
31	125,19	116,91	117,51	109,81	117,90	117,21	93,63	113,86	90,95
32	230,92	113,11	169,16	112,80	167,99	141,14	61,12	140,40	60,80

Valores de sinal eletromiográfico do músculo Bíceps Braquial Direito
(Frequência Mediana – Hz)

Voluntário	BÍCEPS BRAQUIAL					
	FREQUENCIA MEDIANA (Hz)				Médias	
	Início	Fim	Início	Fim	FM início	FM fim
1	89,6	89,6	86,43	80,57	89,60	83,50
2	106,45	80,08	118,65	72,51	93,27	95,58
3	101,52	85,94	79,62	84,96	93,73	82,29
4	120,12	85,69	124,27	90,09	102,91	107,18
5	93,26	121,09	93,02	127,2	107,18	110,11
6	140,87	91,31	96,32	88,38	116,09	92,35
7	93,99	98,14	81,3	88,62	96,07	84,96
8	73,49	71,04	76,17	62,5	72,27	69,34
9	112,08	91,31	134,77	88,38	101,70	111,58
10	83,25	86,42	80,32	68,36	84,84	74,34
11	99,37	86,16	100,59	81,05	92,77	90,82
12	80,32	89,6	79,83	84,23	84,96	82,03
13	66,16	87,65	72,51	83,98	76,91	78,25
14	82,03	93,51	76,66	89,11	87,77	82,89
15	102,78	99,85	107,91	104	101,32	105,96
16	70,68	82,89	67,02	75,81	76,79	71,42
17	63,48	75,32	63,96	74,83	69,40	69,40
18	87,77	112,43	101,32	117,8	100,10	109,56
19	93,38	90,94	98,63	83,98	92,16	91,31
20	99,61	81,3	99,49	78,13	90,46	88,81
21	91,67	95,85	92,65	89,63	93,76	91,14
22	82,89	84,96	79,22	83,37	83,93	81,30
23	101,95	102,91	82,81	83,79	102,43	83,30
24	93,38	128,05	96,56	119,87	110,72	108,22
25	85,82	91,67	87,52	88,26	88,75	87,89
26	82,89	77,39	88,26	75,2	80,14	81,73
27	100,83	84,96	87,52	81,3	92,90	84,41
28	78,49	77,88	81,54	78,49	78,19	80,02
29	102,78	99,85	107,91	104	101,32	105,96
30	114,81	85,94	87,71	84,96	100,38	86,34
31	82,52	81,02	73,85	71,99	81,77	72,92
32	100,69	99,01	79,52	80,32	99,85	79,92

APÊNDICE K – Mensuração da Produtividade da Mão de Obra

Horas de trabalho = ± 7 horas ao dia

Pausa para almoço = 1 hora e meia

Pausa para lanches, recuperação física e banheiro = meia hora

Horas de trabalho adotado para cálculos = 5 horas

V.	PRODUÇÃO (m ²)	PRODUÇÃO (m ² /H.h)	ICT	Medidas de Correção de ICT
1	9,42	1,884	BOA	Apoiar a capacidade
2	7	1,4	BAIXA	Restaurar a capacidade
3	7,5	1,5	BAIXA	Restaurar a capacidade
4	10	2	BOA	Apoiar a capacidade
5	11	2,2	MODERADA	Melhorar a capacidade
6	12	2,4	ÓTIMA	Manter a capacidade
7	6,5	1,3	BAIXA	Restaurar a capacidade
8	10	2	MODERADA	Melhorar a capacidade
9	10	2	MODERADA	Melhorar a capacidade
10	8	1,6	MODERADA	Melhorar a capacidade
11	9	1,8	BOA	Apoiar a capacidade
12	10	2	ÓTIMA	Manter a capacidade
13	8	1,6	BOA	Apoiar a capacidade
14	6	1,2	MODERADA	Melhorar a capacidade
15	5	1	BAIXA	Restaurar a capacidade
16	7	1,4	BOA	Apoiar a capacidade
17	12	2,4	BOA	Apoiar a capacidade
18	13,5	2,7	MODERADA	Melhorar a capacidade
19	5,5	1,1	BOA	Apoiar a capacidade
20	4,59	0,918	BAIXA	Restaurar a capacidade
21	10,25	2,05	BOA	Apoiar a capacidade
22	7,5	1,5	ÓTIMA	Manter a capacidade
23	10,9	2,18	ÓTIMA	Manter a capacidade
24	12,5	2,5	ÓTIMA	Manter a capacidade
25	11	2,2	BOA	Apoiar a capacidade
26	10	2	ÓTIMA	Manter a capacidade
27	14	2,8	BOA	Apoiar a capacidade
28	6,03	1,206	MODERADA	Melhorar a capacidade
29	11,2	2,24	MODERADA	Melhorar a capacidade
30	12	2,4	ÓTIMA	Manter a capacidade
31	9,45	1,89	BOA	Apoiar a capacidade
32	12,5	2,5	ÓTIMA	Manter a capacidade

ANEXO A – Perfil da Amostra – Bloco II – Escala Borg

0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL/ AUSENTE	EXTREM. LEVE	MUITO LEVE	LEVE	MODESTA	MODERADA	FORTE	FORTE +	MUITO FORTE	MUITO FORTE +	MUITO FORTE ++	MAXIMA

Fonte: Escola OCRA Brasileira

1) Qual é a sua percepção de esforço? Antes _____ Após _____

ANEXO B – Perfil da Amostra – BLOCO III – Questionário Índice de Capacidade para o Trabalho – Tuomi et. al (2010)

- 1) Suponha que sua melhor capacidade para o trabalho tem um valor de 0 a 10 pontos. Assinale com um X um número na escala de 0 a 10, que designe quantos pontos você daria para sua capacidade de trabalho atual:

() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10

- 2) Como você classificaria sua capacidade atual para o trabalho em relação às exigências físicas dele? (Por ex.: fazer esforço físico com parte do corpo).

Muito boa()
 Boa()
 Moderada()
 Baixa()
 Muito baixa()

Como você classificaria sua capacidade atual para o trabalho em relação às exigências mentais dele? (Por ex.: decidir o melhor jeito de fazer, resolver problemas).

Muito boa()
 Boa()
 Moderada()
 Baixa()
 Muito baixa()

- 3) Quais são as suas doenças confirmadas pelos médicos?

() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7+

São algumas dessas?

() Dor lombar () Obesidade () Hipertensão () Depressão
 () Artrite () Alergia () Doença Cardíaca () Hipotireoidismo
 () Cálculo renal () Doença sexual () _____ () _____

- 4) Sua lesão ou doença é um impedimento para o seu trabalho atual?

Não há impedimentos/Eu não tenho doenças.....()

Eu sou capaz de fazer meu trabalho, mas ele me causa alguns sintomas.....()

Algumas vezes preciso diminuir meu ritmo de trabalho ou mudar meus métodos de trabalho..... ()

Frequentemente preciso diminuir meu ritmo de trabalho ou mudar meus métodos de trabalho..... ()

Por cauda da minha doença sinto-me capaz de trabalhar apenas em tempo parcial.....()

Em minha opinião, estou totalmente incapacitado para trabalhar()

5) Quantos dias você esteve dispensado do serviço em razão de problemas de saúde, nos últimos 12 meses?

()+30 dias ()de 20 a 29 dias ()de 10 a 19 dias ()até 9 dias ()0 dias

6) Considerando sua saúde, você acha que será capaz de, daqui 2 anos, fazer seu trabalho atual?

É improvável()

Não estou muito certo disso()

Bastante provável()

7) Você recentemente tem conseguido apreciar suas atividades diárias?

Sempre.....()

Quase sempre.....()

Às vezes.....()

Raramente()

Nunca.....()

Com que frequência você se considera ativo e alerta no trabalho?

Sempre()

Quase sempre()

Às vezes()

Raramente.....()

Nunca()

Como você vê o seu futuro profissional?

Com muita esperança()

Normal()

Com pouca esperança()