

**UnB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FGA - FACULDADE GAMA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**  
**BIOMÉDICA**

**ESTUDO DO SINAL ELETROMIOGRÁFICO DE AMPUTADOS**  
**TRANSFEMORAIS**

**RAFAELLA CARVALHO DA SILVA**

**ORIENTADORA: Prof. Dra. Vera Regina Fernandes da Silva Marães**  
**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**

**BRASÍLIA/DF: MARÇO – 2018**

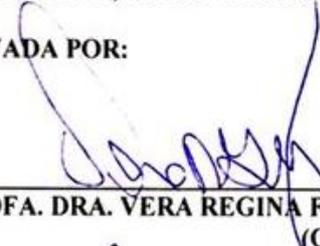
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE UNB GAMA  
ENGENHARIA BIOMÉDICA

"ESTUDO DO SINAL ELETROMIOGRÁFICO DE AMPUTADOS  
TRANSFEMORAIS"

RAFAELLA CARVALHO DA SILVA

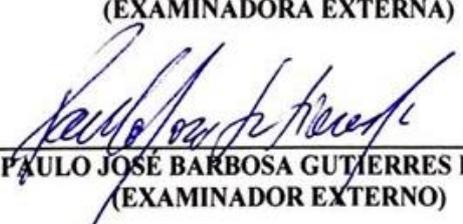
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À FACULDADE UNB GAMA DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS  
PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA BIOMÉDICA.

APROVADA POR:

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. VERA REGINA FERNANDES DA SILVA MARÃES – FCE / UNB  
(ORIENTADORA)

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. MARÍLIA MIRANDA FORTE GOMES – FGA / UNB  
(PRESIDENTE)

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. JULIANA DE FARIA FRACON E ROMÃO - FCE / UNB  
(EXAMINADORA EXTERNA)

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. PAULO JOSÉ BARBOSA GUTIERRES FILHO – FEF / UNB  
(EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA, 01 DE MARÇO DE 2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

RAFAELLA CARVALHO DA SILVA

ESTUDO DO SINAL ELETROMIOGRÁFICO DE AMPUTADOS TRANSFEMORAIS [Distrito Federal] 2018.

77.p., 210 x 297 mm (FGA/UnB Gama, Mestre, Engenharia Biomédica, 2018).  
Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade Gama. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. ELETROMIOGRAFIA    | 2. AMPUTADOS  |
| 3. BIOENGENHARIA      | 4. ATIVIDADE FÍSICA   |
| I. FGA UnB Gama/ UnB. | II. Estudo do sinal eletromiográfico de amputados transfemorais (série) |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, R. C. (2018). ESTUDO DO SINAL ELETROMIOGRÁFICO DE AMPUTADOS TRANSFEMORAIS. Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica, Publicação N° 081A/2018, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade Gama, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 77.p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: RAFAELLA CARVALHO DA SILVA

ESTUDO DO SINAL ELETROMIOGRÁFICO DE AMPUTADOS TRANSFEMORAIS

GRAU: Mestre

ANO: 2018

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

2018, Brasília, DF – Brasil.

## DEDICATÓRIA

*Quanto lhe for possível, não deixes de fazer  
o bem a quem o merece, estando em tuas  
mãos a capacidade de fazê-lo  
(Provérbios 3:27)*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos participantes amputados pela disposição e pelas histórias de vida que foram fundamentais para a concepção e execução desse trabalho.

Ao PPGEB por proporcionar o encontro de conhecimentos tão distintos, unidos num só objetivo. Aos professores e funcionários da Universidade pelo excelente trabalho prestado.

A minha orientadora, professora Vera, por mais uma oportunidade de pesquisar ao seu lado, pela força, confiança e todo o crescimento que tive durante esse trabalho e que levarei por toda a minha vida acadêmica e profissional.

As minhas colegas de pesquisa, Bruna, Gabriela e especialmente, Thanyze pela convivência, preocupações e cumplicidade divididas e pela amizade construída no ambiente acadêmico, que se estenderá daqui em diante.

A minha família pelo amor e incentivo sempre presente e essencial em todos os planos que decido traçar.

A Deus, por tudo.

## RESUMO

### ESTUDO DO SINAL ELETROMIOGRÁFICO DE AMPUTADOS TRANSFEMORAIS

**Autor: RAFAELLA CARVALHO DA SILVA**

**Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Vera Regina Fernandes da Silva Marães**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica**

**Brasília, Março de 2018.**

A Eletromiografia de Superfície (EMGs) já se encontra estabelecida como ferramenta confiável para o estudo da atividade neuromuscular em diferentes áreas de pesquisa e populações, porém ainda existem lacunas na literatura a respeito do uso deste método para a avaliação de amputados transfemorais. O objetivo do presente estudo foi analisar a resposta eletromiográfica do membro amputado de amputados transfemorais (GA) adquirida em diferentes posicionamentos de eletrodos comparando os valores obtidos nas três regiões e posteriormente com os valores de um grupo controle (GC). Os eletrodos foram posicionados nas regiões proximal, medial e distal do ventre muscular dos músculos reto femoral (RF), vasto lateral (VL), bíceps femoral (BF) e semitendinoso (ST) do coto e também no membro não amputado. Foram realizadas contrações voluntárias isométricas e o sinal foi obtido por um sistema de aquisição comercializável. A análise da amplitude do sinal foi determinada pelo índice RMS e sua frequência pelo cálculo da frequência mediana (Fmed), para mensurar a variabilidade do sinal, foi calculado o coeficiente de variação obtido em cada eletrodo. O nível de atividade física habitual dos participantes foi medido por meio de questionário específico e a média dos valores entre os grupos foi comparada. Os principais achados após a análise dos dados eletromiográficos demonstraram uma redução da amplitude do sinal do GA quando comparado ao GC e valores superiores de Fmed no GA quando comparado ao GC. No membro residual, o eletrodo proximal apresentou-se como o mais representativo. Não foram observadas diferenças significativas entre o nível de atividade física dos dois grupos. Atribui-se tal fato à manutenção da prática de atividade física após a amputação. A conformação do equipamento associada à conformação da prótese utilizada pelos participantes inviabilizou a aquisição de sinais dos músculos da coxa simultaneamente ao uso da prótese. A partir da descrição das regiões do membro residual possuidoras do melhor sinal eletromiográfico, o presente trabalho pode subsidiar o aprimoramento das técnicas de posicionamento de sensores existentes para o membro amputado e auxiliar na fundamentação teórica para o desenvolvimento tecnológico de dispositivos que contribuam para o desempenho funcional cotidiano e esportivo.

**Palavras-chave:** Amputação; Eletromiografia; Atividade física.

## **ABSTRACT**

### **STUDY OF ELECTROMYOGRAPHY SIGNAL OF TRANSFEMORAL AMPUTEES**

**Author: RAFAELLA CARVALHO DA SILVA**

**Supervisor: Dr(a). Vera Regina Fernandes da Silva Marães**

**Post-Graduation Program in Biomedical Engineering**

**Brasília, March of 2018.**

*Surface electromyography (sEMG) is been established as a trustable tool to neuromuscular activity study in many researches areas and populations, although there's still questions despite the use of this method to evaluate transfemoral amputees. The aim of this study was to analyze emg activity of residual limb of transfemoral amputees (AG) that was acquired in three different electrodes placement comparing the obtained values, after this, the values was compared with a control group (CG). The electrodes was placed in medial, proximal and distal regions on the muscle recto femoris (RF), vastus lateralis (VL), biceps femoris (BF) and semitendinous (ST) in the stump and also in non-amputee limb. All participants performed isometric voluntary contractions and the signal was collected by an acquisition system. Amplitude analysis was determined by the RMS and by median frequency (Fmed), to measure the variability of each signal variation coefficient was calculated. Habitual physical activity was measured by a specific questionnaire and the means between groups was compared. The main results shows in all electrodes a decrease of signal amplitude in AG compared to GC and superior values of (Fmed) in AG when compared to CG. On residual limb, proximal electrode was the best representative. None statistic differences were observed in physical activity level between groups. It can be related this to the maintenance of physical activity practice and prosthetic use by the amputee group. The physical conformation of the equipment associated with prosthesis design made sEMG signal collection unfeasible while the volunteer used his prosthesis. By the description of the regions in the muscle wich provides the best signal, the study might support the development of the actual techniques of sensor placement on residual limb and devices that may contribute to functional performance on daily and also in sports.*

**Key-words:** *Amputation; Electromyography; Physical activity*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 Contextualização e Formulação do Problema .....	14
1.2 Objetivos .....	16
1.2.1 Objetivo geral .....	16
1.2.2 Objetivos específicos .....	16
1.3 Revisão da literatura .....	17
1.4 Organização do trabalho .....	18
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	20
2.1 Amputação .....	20
2.1.1 Níveis de amputação .....	21
2.1.2 Alterações após amputação .....	22
2.1.3 Recuperação funcional .....	23
2.1.4 Atividades físicas adaptadas .....	24
2.2 Eletromiografia .....	27
2.2.1 Interferências no sinal .....	28
2.2.2 Eletrodos e o sinal eletromiográfico .....	29
2.2.3 Processamento do sinal eletromiográfico .....	30
2.2.4 Estudo eletromiográfico de amputados transfemorais .....	31
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	33
3.1 Amostra .....	33
3.2 Procedimentos .....	34
3.2.1.Ficha de avaliação .....	34
3.2.2 Aquisição eletromiográfica .....	35
3.3 Análise estatística .....	39
3.4 Delimitação do estudo .....	40
<b>4 RESULTADOS</b> .....	40
4.1 Caracterização da amostra .....	40
4.2 Eletromiografia .....	42
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	53
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	61
<b>7 TRABALHOS FUTUROS</b> .....	63

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	64
<b>APÊNDICES E ANEXOS</b> .....	71
APÊNDICE 1: Ficha de avaliação (Parte A) .....	72
ANEXO 1: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa .....	73
ANEXO 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	74
ANEXO 3: Ficha de avaliação (Parte B – Questionário de Baecke) .....	75
ANEXO 4: Fórmulas para cálculo dos escores do questionário Baecke .....	76
ANEXO 5: Especificações técnicas do dispositivo .....	77

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Características dos grupos musculares selecionados para aquisição do sinal eletromiográfico .....	36
<b>Tabela 2</b> – Caracterização da amostra .....	41
<b>Tabela 3</b> – Coeficiente de variação das pontuações obtidas no questionário BQHPA .....	42
<b>Tabela 4</b> – Valores medianos RMS ( $\mu$ V) obtidos nos três eletrodos do membro amputado (GA) e membro não dominante (GC) .....	43
<b>Tabela 5</b> – Coeficiente de variação dos valores RMS dos três eletrodos do membro amputado (GA) e membro não dominante (GC) .....	44
<b>Tabela 6</b> – Valores medianos RMS ( $\mu$ V) obtidos nos três eletrodos do membro não amputado (GA) e membro dominante (GC) .....	45
<b>Tabela 7</b> – Coeficiente de variação dos valores RMS dos três eletrodos do membro não amputado (GA) e membro dominante (GC) .....	45
<b>Tabela 8</b> – Valores de Frequência Mediana (HZ) obtido nos três eletrodos do membro amputado (GA) e membro não dominante (GC) .....	46
<b>Tabela 9</b> – Coeficiente de variação dos valores de Frequência Mediana dos três eletrodos do membro amputado (GA) e membro não dominante (GC) .....	46
<b>Tabela 10</b> – Valores de Frequência Mediana (HZ) obtido nos três eletrodos do membro não amputado (GA) e membro dominante (GC) .....	47
<b>Tabela 11</b> – Coeficiente de variação dos valores de Frequência Mediana dos três eletrodos do membro não amputado (GA) e membro dominante (GC) .....	48

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Níveis de amputação transfemoral .....	22
<b>Figura 2:</b> Modelo de prótese básica desenvolvida e disponibilizada pelo SUS .....	26
<b>Figura 3:</b> Influência dos fatores intrínsecos e extrínsecos no processamento e interpretação do sinal eletromiográfico .....	29
<b>Figura 4:</b> Dispositivo de aquisição e seus componentes .....	36
<b>Figura 5:</b> Posicionamento de eletrodos na musculatura anterior de participante controle (A) e na musculatura posterior de participante amputado (B) .....	38
<b>Figura 6:</b> Valores médios obtidos pelos grupos nas três categorias do questionário BQHPA e em sua pontuação final .....	42
<b>Figura 7:</b> Comparação dos valores medianos de RMS ( $\mu\text{V}$ ) do membro amputado x membro não dominante .....	49
<b>Figura 8:</b> Comparação dos valores medianos de RMS ( $\mu\text{V}$ ) do membro não amputado x membro dominante .....	50
<b>Figura 9:</b> Comparação dos valores medianos de Frequência Mediana (Hz) do membro amputado x membro não dominante .....	51
<b>Figura 10:</b> Comparação dos valores medianos de Frequência Mediana (Hz) do membro não amputado x membro dominante .....	52

## LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES

$\mu\text{V}$	Microvolts
ADM	Amplitude de movimento
Ag/AgCL	Prata/Cloreto de prata
ATF	Amputado Transfemoral
BF	Bíceps Femoral
<i>Bits</i>	<i>Binary Digit</i>
<i>BQHPA</i>	<i>Baecke Questionnaire of Habitual Physical Activity</i>
CETEFE	Centro de Treinamento de Educação Física Especial
CG	Centro de gravidade
<i>CMR</i>	<i>Common Mode Rejection</i>
cm	Centímetros
CVM	Contração Voluntária Máxima
dB	Decibéis
ED	Eletrodo distal
EM	Eletrodo medial
EMGs	Eletromiografia de superfície
eP	Eletrodo proximal
FCE	Faculdade de Ceilândia
Fmed	Frequência Mediana
Kg	Quilogramas
GC	Grupo Controle
GA	Grupo de Amputados
Hz	Hertz
K <sup>+</sup>	Potássio
M	Metros
MA	Membro amputado
MD	Membro dominante
mm	Milímetro
MNA	Membro não amputado
MND	Membro não dominante
Na <sup>+</sup>	Sódio
NPOP	Núcleo de Prótese e Órtese

OMS	Organização Mundial de Saúde
PAUMs	Potencial de Ação das Unidades Motoras
RF	Reto Femoral
RMS	Raiz quadrada média
sEMG	Sinal eletromiográfico
<i>SENIAM</i>	<i>Surface Electromyography for the non-invasive assessment of muscles.</i>
SNC	Sistema Nervoso Central
<i>SPSS</i>	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
ST	Semitendinoso
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TF	Tensor da Fáscia Lata
UMs	Unidades Motoras
UnB	Universidade de Brasília
VL	Vasto lateral

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Define-se por amputação a retirada total ou parcial de um membro cirurgicamente em sua grande maioria (CARVALHO 2003). De acordo com o CENSO de 2010 (IBGE) cerca de 24% da população brasileira possui algum tipo de deficiência (auditiva, visual, motora, mental ou intelectual). Desse total, 7% correspondem às deficiências motoras, dentre elas, a ausência ou perda de um membro.

Estima-se que 85% das amputações que ocorrem sejam de membro inferior e, dentre os níveis de amputação existentes para membro inferior, a transfemoral corresponde àquela realizada entre a desarticulação de joelho e quadril. (CARVALHO 2003). A etiologia da perda de um membro é variada sendo as principais: traumas, tumores, infecções, causas congênitas e vasculares (PEDRINELLI, 2004).

As amputações de origem vascular são responsáveis por cerca de 80% dos casos em membros inferiores e a Diabetes é o seu principal fator de risco, seguida de disfunções vasculares como trombozes, aterosclerose e embolias. As causas traumáticas são a segunda principal causa de amputações em membros inferiores. Os tumores e infecções correspondem a 5,8% dos casos de amputações e, somadas às outras duas citadas, contemplam mais de 90% das amputações de membros inferiores (CARVALHO, 2003; TEIXEIRA, 2008).

A amputação transfemoral promove uma grande mudança no estilo de vida dos indivíduos acometidos devido às alterações anatômicas e funcionais que ela acarreta. A amputação gera alterações no centro de gravidade (CG) e na amplitude de movimento (ADM), ocasionando conseqüentemente uma elevação do gasto energético para o desempenho de atividades cotidianas (MARÃES, 2014; GAILEY, 2013). Para início da reabilitação do indivíduo amputado a avaliação de sua função muscular é de grande relevância (MARÃES, 2014), pois possibilita maior direcionamento de condutas para ganho de força muscular, a fim de minimizar seu gasto energético bem como prepará-lo para a protetização (HA, 2011).

Já é reconhecido por meio da literatura que indivíduos que sofreram amputações, ao incluírem a prática de atividades esportivas em sua reabilitação, desenvolvem

habilidades motoras, emocionais e sociais, gerando uma série de benefícios para sua funcionalidade, independência e conseqüentemente para sua qualidade de vida, os diferenciando significativamente dos amputados não praticantes de atividade física (CONDE, 2006). As modalidades esportivas adaptadas são baseadas na classificação funcional do amputado e apresentam uma grande variedade de opções (ABRADECAR, 2012). Muitas das atividades adaptadas são praticadas com o uso da prótese e necessitam, portanto, que essa ofereça mobilidade, conforto e segurança adequados para que o seu desempenho ocorra de maneira satisfatória e prazerosa.

Atualmente a tecnologia assistiva no âmbito protético ainda apresenta altos custos e pouco acesso para os amputados que a desejam, evidenciando a necessidade de pesquisas e estudos acerca, para que a difusão de conhecimentos possibilite tornar mais acessíveis tais conhecimentos e tecnologias. Para a contribuição no desenvolvimento tecnológico e científico, os estudos devem embasar-se primeiramente no funcionamento do organismo dos indivíduos que a utilizarão, dentre eles, o estudo da função neuromuscular se torna essencial.

A atividade muscular pode ser detectada e estudada por meio da eletromiografia (EMG), auxiliando na identificação de um músculo recrutado para a execução de determinado movimento, seu nível de ativação muscular, sua intensidade e duração. Quando a atividade eletromiográfica indica um valor acima do nível de repouso, interpreta-se que o músculo em estudo está ativado (FERREIRA, 2010).

O uso da Eletromiografia de Superfície (EMGs) já se encontra bastante difundido em diversas áreas de pesquisa e em diferentes populações de forma satisfatória, sendo considerado um método confiável e reproduzível (PANTALL, 2011).

Sua aplicação no estudo de amputados transfemorais também poderá acrescentar conhecimentos valiosos para essa população, auxiliando na compreensão do comportamento fisiológico do membro amputado e dos membros intactos, norteados condutas dos profissionais da saúde. Além de produzir embasamento teórico para o desenvolvimento tecnológico de instrumentos que contribuam para otimizar a vida do indivíduo amputado, proporcionando melhora do seu desempenho funcional cotidiano e até de sua performance esportiva.

A coleta do sinal eletromiográfico (sEMG) de superfície pode ser afetada por diversos fatores e interferências, tanto relacionados ao participante, quanto à metodologia de aquisição (MERLETI, 2004). Para minimizá-los, protocolos e diretrizes vêm sendo estabelecidos para o uso da EMGs, porém seu uso na população de amputados transfemorais ainda apresenta carência de padronizações em sua coleta, principalmente na determinação dos posicionamentos dos eletrodos para aquisição do sinal. Devido ao reduzido número de estudos acerca do tema se torna evidente a quantidade de dificuldades existentes para o uso da EMGs como ferramenta de estudo nessa população.

A relevância do tema de estudo escolhido justifica-se pela sua complexidade e importância social, multiprofissional e interdisciplinar dentro da engenharia biomédica. A investigação neuromuscular dos membros residuais consiste num importante ponto de partida para o desenvolvimento de tecnologias assistivas, não somente para amputados atletas, mas para todos que poderão usufruir as mesmas. As análises que serão realizadas no decorrer do trabalho buscam auxiliar e somar conhecimentos às pesquisas futuras com essa população.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Utilizar a eletromiografia de superfície para a avaliação de membros inferiores de amputados transfemorais.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Propor e aplicar protocolo experimental de aquisição de sinal eletromiográfico de membros inferiores em amputados transfemorais e em não amputados.
- Comparar o sinal eletromiográfico adquirido em três diferentes regiões de um mesmo grupo muscular.
- Verificar se existem diferenças entre as três regiões de aquisição nos grupos musculares do coto.
- Comparar a resposta neuromuscular obtida entre dois grupos.
- Medir o perfil funcional de amputados por meio da avaliação de seu nível de atividade física habitual e verificar se existe diferença entre os dois grupos.

### 1.3 REVISÃO DA LITERATURA

A pesquisa das bases bibliográficas utilizadas nesse estudo considerou a busca em livros, teses, monografias e artigos indexados nas bases de dados BVS, Lilacs, PubMed®, Portal de Periódicos CAPES e SciELO.

A Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) foi desenvolvida 1998 como modelo, estratégia e plataforma operacional de cooperação técnica da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) para gestão da informação e conhecimento em saúde da América Latina, principalmente. É desenvolvida e operada pela BIREME nos idiomas inglês, português e espanhol, aplicando a interoperação com o DeCS/MeSH.

A LILACS (Literatura Latinoamericana e do Caribe em Ciências da Saúde) abriga a produção científica produzida por pesquisadores da região, com objetivo de disseminação da literatura científico-técnica da América latina e Caribe na área da Saúde, que muitas vezes se encontra ausente nas bases de dados internacionais. Além de artigos, são indexados teses, livros, anais de congressos e conferências. Seu acesso é gratuito.

A PubMed é um recurso mantido pela Biblioteca Nacional de Medicina (NLM®) dos Estados Unidos e oferece acesso, entre outras bases, a Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine). Além de oferecer acesso aos recursos relacionados ao Medline, o PubMed também abriga artigos em processo de indexação e registros de livros disponíveis no NCBI (National Center for Biotechnology). Atualmente cerca de 4000 referências são adicionadas diariamente ao seu acervo.

O portal de periódicos da CAPES permite o acesso a textos completos disponíveis em mais de 38 mil publicações periódicas, tanto internacionais quanto nacionais, e também a bases de dados que reúnem além de periódicos, resumos de trabalhos acadêmicos, normas técnicas, patentes, teses e dissertações dentre outros tipos de materiais, cobrindo todas as áreas do conhecimento. O portal abriga bases de dados como SCOPUS, Web of Science e CINHALL.

A base de dados SciELO (*Scientific Electronic Library Online*) é o resultado de um projeto realizado pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São

Paulo), BIREME (Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Todos os periódicos indexados no SciELO podem ser acessados na íntegra em seu site e, atualmente integra mais de 1.300 periódicos, sendo sua maioria, da área da saúde. O portal tem por objetivo o desenvolvimento de uma metodologia comum para a preparação, armazenamento, disseminação e avaliação da produção científica em formato eletrônico.

As buscas realizadas nas diferentes bases de dados foram sistematizadas de acordo com os filtros e estratégias de busca de cada domínio. As pesquisas utilizavam os termos “eletromiografia”, “amputação de membros inferiores” e suas derivações nos formatos de Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) ou *Medical Subject Headings* (MeSH), de acordo com as exigências da base de dados utilizada. Utilizando somente a combinação dos termos raízes “amputação AND eletromiografia” nos idiomas exigidos em cada base, o resultado médio de trabalhos reportados foi de cerca de 430 estudos, estando sua maioria nas bases PubMed e Portal de periódicos CAPES. Ao especificar o tipo de amputação ou de técnica eletromiográfica utilizada (amputação de membro inferior AND eletromiografia de superfície), os resultados obtidos reduziram a uma média de 129 trabalhos. Após análise dos resultados e seleção dos trabalhos que integrariam o presente estudo, foi observado que a grande maioria dos estudos encontravam-se duplicados entre as bases pesquisadas.

#### 1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho foi organizado em seis capítulos, incluindo este.

No segundo capítulo foi desenvolvido o referencial teórico do tema estudado, com objetivo de oferecer uma visão geral do perfil de amputações existente e seus impactos na atualidade e apresentar os conceitos e utilidades da eletromiografia de superfície para essa população.

No terceiro capítulo encontram-se detalhados os materiais e métodos utilizados para a execução do estudo.

O quarto capítulo expõe os resultados encontrados após as avaliações e comparações executadas.

No quinto capítulo estão discutidos os achados de maior relevância do estudo, bem como as conclusões finais do mesmo.

O sexto e último capítulo apresenta as possibilidades de estudos futuros que podem ser executados tendo como ponto de partida, algumas das conclusões e respostas obtidas nesse trabalho.

## 7 TRABALHOS FUTUROS

Para a condução de futuras pesquisas sobre o tema sugere-se aumento do tamanho amostral para que se tornem mais claros os achados relacionados ao posicionamento de eletrodos iniciados nesse estudo.

Em relação ao uso do dispositivo eletromiográfico utilizado sugere-se melhoria do sistema de aquisição utilizado para que se possibilite a inclusão de aquisições concomitantes ao uso da prótese. É fundamental que seja avaliado o comportamento neuromuscular dos amputados durante a realização de suas atividades cotidianas e não somente em contrações isoladas, principalmente quando se objetiva auxiliar no desenvolvimento de componentes tecnológicos que atuarão em movimentos diários do amputado.

Diferentes processamentos do sinal eletromiográficos podem ainda ser executados a partir dos dados coletados e assim, permitir novas inferências fisiológicas sobre o funcionamento do membro amputado.

A inclusão de diferentes medidas funcionais enriqueceria os achados do presente estudo. Por exemplo, ao associar a atividade eletromiográfica com avaliação de força por meio de dinamometria isocinética, se observaria não somente o recrutamento muscular, mas a participação de cada músculo durante o movimento. A avaliação do gasto energético dos ATF possibilitaria verificar precisamente o quanto eles precisariam se esforçar para manterem-se equiparáveis aos não amputados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.C. (2015). **Estudo da variabilidade da frequência cardíaca e do nível funcional de amputados transfemorais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica, Publicação N°36A/2015, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade Gama, Universidade de Brasília, Brasília, DF, p 101.

ALVES, C.G. (2013). **Avaliação eletromiográfica de amputados transfemorais para ativação de membros artificiais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica, Publicação 012A./2013. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade Gama, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 197.p.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE DESPORTOS EM CADEIRA DE RODAS. ABRADECAR. Organização do desporto. (2012) Disponível em: <http://www.abradecar.gov.br>

BAE T.S, CHOI K, MUN M. Level walking and stair climbing gait in above-knee amputees. Med Eng Technol. 2009; 33(2):130-5.

BASMAJIAN, J.V; De LUCA, C.J. Muscle alive: their function revealed by electromyography. 5<sup>th</sup> ed. Williams & Wilkins, Baltimore, 1985.

BOCCOLINI, F. Reabilitação: Amputados, amputações, próteses. 2. ed. São Paulo, SP: Robe, 2000.

BRITO, D.D; ISERNHAGEN, F.C; BEPIERI, T.Z. Tratamento fisioterapêutico ambulatorial em paciente submetido à amputação transfemoral unilateral por acidente motociclístico: Estudo de caso. Arq. Ciênc. Saúde Unipar, Umuarama. 2005; 9(3):175-180.

CARVALHO F.S, KUNZ V.C, DEPIERI T.Z, et al. Prevalência de amputação em membros inferiores de causa vascular: análise de prontuários. Arq Ciênc Saúde Unipar. 2005; 9(1):23-30.

CARVALHO J.A. Amputações de membros inferiores em busca da plena reabilitação. 2<sup>a</sup> ed. Barueri: Manole, 2003.

CERQUEIRA, A.S.O; YAMAGUTI, E.Y; MOCHIZUKI, L; ET AL. Ground reaction force and electromyographic activity of transfemoral amputee gait: a case series. Rev. bras. cineantropom. desempenho hum. 2013; 15(1):16-26.

Comitê Paralímpico Brasileiro. Acesso em 12/05/2017. Disponível em: <http://www.cpb.org.br/>

CONDE A.J, SOUZA SOBRINHO P.A, SENATORE V. Introdução ao movimento paraolímpico: Manual de orientação para professores de educação física. Brasília: Comitê Paraolímpico Brasileiro; 2006. 74 p.

CRENSAHAW, A. H. Cirurgia ortopédica de Campbell. 8. ed. São Paulo, SP: Manole, 1996.

DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics J Appl Biomech. 1997; (13):135–163

DEANS, S.A.; MCFADYEN, A.K.; ROWE, P.J. Physical activity and quality of life: A study of a lower-limb amputee population. Prosthet Orthot Int. 2008; 32(2):186-200.

DEVAN, H; TUMITTY, S; SMITH, C. Physical activity and lower-back pain in persons with traumatic transfemoral amputation: a national cross sectional survey. J Rehabil Res Dev. 2012; 49(10):1457-66.

DORNELAS L.F. (2007) **Amputações por acidentes de transporte: epidemiologia da ocorrência e reabilitação do paciente.** Dissertação de Mestrado em Ciências da Saúde. Faculdade de Medicina. Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, MG, p 96.

EBERLY, V.J; MULROY, S.J; GRONLEY, J.K. Impact of a stance phase microprocessor-controlled knee prosthesis on level walking in lower functioning individuals with a transfemoral amputation. Prosthet Orthot Int. 2014;;38(6):447-55.

ESPOSITO, F; ORIZIO, C; VEICSTEINAS, A. Electromyogram and mechanomyogram changes in fresh and fatigued muscle during sustained contraction in men. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1998;78(6):494-501.

FERREIRA, A.S., GUIMARÃES, F.S., SILVA, J.G. Aspectos metodológicos da eletromiografia de superfície. Rev. Bras. Cienc. Esporte. 2010; 31(2).

FLORINDO A.A, LATORRE M.R.D.O. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. Rev Bras Med Esporte 2003; 9(3):121-8.

FLORINDO A.A, LATORRE M.R.D.O; JAIME, P.C. Metodologia para a avaliação da atividade física habitual em homens com 50 anos ou mais. Revista de Saúde Pública. 2004; 38(2):307-314.

FORTI, F.(2005) **Análise do sinal eletromiográfico em diferentes posicionamentos, tipos de eletrodos, ângulos articulares e intensidades de contração.** Dissertação de Mestrado em Fisioterapia. Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP; p 146.

FRANK J.L, HERDON J.H. Psychiatric orthopedic liarsion in the hospital management of the amputee war casualty. Int J Psychiatr Med 1974; 5:105-14.

FRERIKS, B, HERMENS H.J. European recommendations for surface electromyography SENIAM project. 2000. Disponível em: <http://seniam.org/>.

GABARRA L.M, CREPALDI M.A. Aspectos psicológicos da cirurgia de amputação. Aletheia. 2009; 30:59-72.

GAILEY, R.S; SCOVILLE, C; GAUNARD I.A; et al. Construct validity of Comprehensive High-Level Activity Mobility Predictor (CHAMP) for male servicemembers with traumatic lowerlimb Loss. Journal of Rehabilitation Research & Development. 2013; 50(7):919-30.

GARLIPPE L.A. (2014). **Estudo epidemiológico dos pacientes com amputação de membros inferiores atendidos no Centro Regional de Reabilitação de Araraquara, Estado de São Paulo.** Dissertação de Mestrado em Saúde na Comunidade. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Departamento de Medicina Social. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, p84.

HA, K.H., VAROL, H.A., GOLDFARB, M. Volitional Control of a Prosthetic Knee Using Surface Electromyography. IEEE Transactions On Biomedical Engineering. 2011; 58(1).

HEFFERMAN, G. M., ZHANG, F., NUNNERY M.J. et al. Integration of surface electromyographic sensors with the transfemoral amputee socket: A comparison of four differing configurations. Prosthet Orthot Int. 2014; 1-8.

HERMENS H.J; FRERIKS, B; DISSELHORST-KLUG, C; et al. Development of recommendations for sEMG sensors and sensor placement procedures. J Electromyography and kinesiology. 2000; 10(5): 361-374.

HUANG, H., KUIKEN, T.A.; LIPSCHUTZ, R.D. A strategy for identifying locomotion modes using surface electromyography. IEEE Trans Biomed Eng 2009; 56(1): 65–73.

HUANG, H; ZHANG, F; HARGROVE, L.J; et al. Continuous Locomotion-Mode Identification for Prosthetic Legs Based on Neuromuscular–Mechanical Fusion. IEEE Trans Biomed Eng. 2011; 58(10):2867–2875.

HUANG, S. & FERRIS, D.P. Muscle activation patterns during walking from transtibial amputees recorded within the residual limb-prosthetic interface. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 2012, 9:55.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo 2010 [Internet]

KAMEN G, GABRIEL D.A. Fundamentos da eletromiografia (2010). 1. ed, São Paulo: Phorte 2015.

KOLLMITZER, J. EBENBICHLER, G.R., KOPF, A. Reliability of surface electromyographic measurements. Clinical Neurophysiology. 1999; 110(4):725–734.

LANGFORD, J; DILLON, M.P; GRANGER, C.L. et al. Physical activity participation amongst individuals with lower limb amputation. Disabil Rehabil. 2018; 5(1):1-8.

LIMA, R.A.S. (2015). **Nível de atividade física e qualidade de vida em amputados de membro inferior no município de Aracaju-SE.** Dissertação de Mestrado em Educação Física da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.

MARÃES V.R.F.S; CRUZ, B.O.A.M; MOREIRA, J.A. et al. Avaliação do quadril de amputados transfemoral durante contração isométrica em dinamômetro isocinético. Rev Bras Med Esporte. 2014; 20(5): 336-339.

MARCHETTI P.H, DUARTE M. Laboratório de Biofísica. Instrumentação em Eletromiografia. Escola de Educação Física e Esporte. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

MATTHEWS, D.; SUKEIK, M.; HADDAD, F.. Return to sport following amputation. J Sports Med Phys Fitness. 2014; 54(4): 481-486.

MERLETTI, R.; PARKER, P.A. Electromyography: physiology, engineering and noninvasive applications. S.l.: IEEE Press, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Confecção e manutenção de órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção. Cartilha Gratuita. Brasília, 2013.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Diretrizes de atenção à pessoa amputada. 1º ed. Brasília,DF, 2012.

MIRON, I.I; MIRON, C.I. The importance of electromyography and contraction mechanogram in the study of muscular fatigue. TMJ. 2003; 53(3).

NAKAMURA, B.H; HAHN, M.E. Mioeletric activation differences in transfemoral amputees during locomotor state transitions. Biomedical Eng: App, Basis and Communications. 2016; 28(5).

O'SULIVAN, Schmitz. *Fisioterapia Avaliação e Tratamento*. 6ª. ed. São Paulo: Manole, 2017.

PANTALL, A; EWINS, D. Muscle activity during stance phase of walking: comparison of males with transfemoral amputation with osseointegrated fixations to nondisabled male volunteers. *J Rehabil Res Dev*. 2013; 50(4):499-514

PANTALL, A; DURHAM, S; EWINS, D. Surface electromyographic activity of five residual limb muscles recorded during isometric contraction in transfemoral amputees with osseointegrated prostheses *Clinical Biomechanics*. 2011; 26 (7):760-765.

PASTRE, C.M.; SALIONI, J.F.; OLIVEIRA, B.A.F. et al. Fisioterapia e amputação transtibial. *Arq Ciênc Saúde*. 2005; 12(2): 120-124.

PEDRINELLI, A. *Tratamento do paciente com amputação*. São Paulo. Rocca, 2004.

SANTOS L.F, FRITZEN P.G, GONÇALVES B.R et al. Perfil das amputações de membros inferiores de pacientes cadastrados na associação de deficientes físicos de Apucarana. *Rev Saúde e Pesquisa*. 2010; 3(1):59-64.

SANTOS, C.A.S; NASCIMENTO, P.F.T. Debridamentos e Amputações, In: Pitta GBB et al. Maceió: UNCISAL/ECMAL & LAVA, maio 2003.

SILVA, R.C. (2010). **Eletrmiografia de Superfície: função neuromuscular e reprodutibilidade do método. Uma revisão.** Trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Educação Física. Escola de Educação Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, p.36.

SILVA, R; RIZZO, J.G; GUTIERRES FILHO, P.J. et al. Physical activity and quality of life of amputees in southern Brazil. *Prosthet Orthot Int*. 2011; 35(4):432-438.

SOBOTTA, J. *Atlas de Anatomia Humana*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

SODERBERG, G.L., KNUTSON, L.M. A guide for use and interpretation of kinesiology electromiography data. *Phys Ther*. 2000; 80(5):485-98.

SOUSA A, CORREDEIRA R, PEREIRA A. the body in persons with an amputation. *Adapted Physical Activity Quarterly*. 2009; 26: 236-258.

STANÇANI J; SILVA, L.P; TEIXEIRA, A.B.P. Análise comparativa da marcha com três joelhos protéticos diferentes, em amputado transfemoral esquerdo. *Fisioterapia Brasil*. 2013; 14(5): 331-338.

STASHUK, D. EMG signal decomposition: how can it be accomplished and used?. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2001; 11(3):151-73.

TEIXEIRA M.F. (2008) **A Atuação da fisioterapia no paciente com amputação transfemoral unilateral**. Monografia de conclusão do Curso de Fisioterapia. Universidade Veiga de Almeida. Rio de Janeiro, RJ, p78.

WATERS R.L, PERRY J, ANTONELLI D; HISLOP, H.A. Energy cost of walking of amputees: the influence of level of amputation. *J Bone Joint Surg* 1976;58(1):42–46.

WENTINK E.C, SCHUT V.G, PRINSEN E.C, et al. Comparison of muscle activity patterns of transfemoral amputees and control subjects during walking. *J Neuroeng Rehabil*. 2013;2(10):87.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global recommendations on physical activity for health. 2010. ISBN 978 92 4 159 997 9.

YOUNG, A.J., KUIKEN, T.A., HARGROVE, L.J. Analysis os using EMG and mechanical sensors to enhance intent recognition in powered limb prostheses. *Journal of Neural Engineering*. 2014; 11(5).

ZHANG F, HUANG H. Source selection for real-time user intent recognition toward volitional control of artificial legs. *IEEE J Biomed Health Inform*. 2013; 17(5):907-14.

## **APÊNDICES E ANEXOS**

## APÊNDICE 1 – PARTE A DA FICHA DE AVALIAÇÃO

Grupo de Pesquisa em Saúde e Tecnologias para Amputados - GPSAT/ UnB

FICHA DE AVALIAÇÃO N° \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

### Parte A

Nome: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_

Ocupação atual: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_Kg Altura: \_\_\_\_\_m IMC: \_\_\_\_\_ Membro inferior dominante: ( )d ( )e

Pratica atividade física atualmente ( )s ( )n Tipo: \_\_\_\_\_

Tempo: \_\_\_\_\_ anos Duração: \_\_\_\_\_x/semana \_\_\_\_\_ minutos/treino

Observações: \_\_\_\_\_

Tipo de amputação: \_\_\_\_\_ Lado:( )d ( )e Causa: \_\_\_\_\_ Tempo: \_\_\_\_\_

Tipo de prótese: \_\_\_\_\_ Tempo de uso: \_\_\_\_\_

Praticava esportes/atividade física antes da amputação? Qual: \_\_\_\_\_ Tempo: \_\_\_\_\_

Uso diário da prótese: ( ) < 1h/dia ( ) > 3hs/dia ( ) > de 10hs/dia ( ) só tira para dormir

Considera a prótese totalmente bem adaptada? ( ) Sim ( ) Não

Se negativo: ( ) apresenta dor no ponto de apoio ( ) encaixe é grande ( ) encaixe é pequeno ( ) não sabe explicar porque ( ) outro: \_\_\_\_\_

Tem alguma reclamação/sugestão a fazer sobre a prótese: ( ) Sim ( ) Não

Qual? \_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_

Início da coleta EMG:	Horário de término:
Ruídos/Interferências:	

## ANEXO 1 – PARECER DE APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Desenvolvimento tecnológico e adaptação de prótese ativa em amputados atletas

**Pesquisador:** Vera Regina Fernandes da Silva Marães

**Área Temática:** Equipamentos e dispositivos terapêuticos, novos ou não registrados no País;

**Versão:** 6

**CAAE:** 38386714.8.0000.0030

**Instituição Proponente:** Faculdade de Ceilândia

**Patrocinador Principal:** FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.446.986

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BRASÍLIA, 11 de Março de 2016

---

**Assinado por:**  
**Keila Elizabeth Fontana**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com

## ANEXO 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



### *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE*

O (a) Senhor(a) está sendo convidado(a) a participar do projeto:

*Desenvolvimento tecnológico e adaptação de prótese ativa em amputados atletas*

O objetivo desta pesquisa é: **avaliar a sua condição física e se o nosso equipamento é válido para analisar pacientes com amputação abaixo do quadril!**

O (a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá em nossos estudos, sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

A sua participação será através de uma série de avaliações que o(a) senhor(a) deverá participar no setor de Fisioterapia da Faculdade de Ceilândia na data combinada com tempo estimado para sua realização. Será respeitado o tempo de cada um para respondê-lo. Informamos que o(a) Senhor(a) pode se recusar a responder qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a).

**As etapas a que o senhor (a) se submeterá são:**

- 1. Avaliação: coleta de dados pessoais, sinais vitais e hábitos de vida**
- 2. Teste Ergoespirométrico: Avaliação da condição física**
- 3. Captação de sinais: Avaliação da ativação muscular por eletromiografia**

É possível que durante os testes, o senhor tenha sintomas como falta de ar, visão escurecida, tontura, mal estar e até mesmo dores no peito. Mas não se preocupe! O teste será interrompido imediatamente e a equipe de pesquisa estará te acompanhando durante todo o processo e bem atenta a esses sinais. Além disso, somos treinados para atendimento de primeiro socorros e em caso de persistirem os sintomas o atendimento de urgência local será contatado. **Este projeto foi Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FS/DF** e os resultados da pesquisa serão divulgados na Instituição **Universidade de Brasília - UnB** podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sobre a guarda do pesquisador e poderão ser acessados por você a qualquer tempo, sempre que solicitado.

Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Dr(a). Vera Regina, na instituição Faculdade de Ceilândia telefone: 3377-0615 ou 8228-3700. Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o sujeito da pesquisa. **TODAS** as vias devem ser rubricadas por nós e por você.

\_\_\_\_\_  
Participante - ( ) autorizo o registro fotográfico da minha avaliação.

\_\_\_\_\_  
Pesquisador Responsável

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

### ANEXO 3 – FICHA DE AVALIAÇÃO (PARTE B - QUESTIONÁRIO DE BAECKE)

#### Parte B

Qual tem sido sua principal ocupação?	1		3		5
No trabalho eu <b>sent</b> o: nunca/raramente/ algumas vezes/ frequentemente/ sempre	1	2	3	4	5
No trabalho eu <b>fico em pé</b> : nunca/raramente/ algumas vezes/ frequentemente/ sempre	1	2	3	4	5
No trabalho eu <b>ando</b> : nunca/raramente/ algumas vezes/ frequentemente/ sempre	1	2	3	4	5
No trabalho eu <b>carrego carga pesada</b> : nunca/raramente/ algumas vezes/ frequentemente/ sempre	1	2	3	4	5
No trabalho eu <b>estou cansado</b> : muito frequentemente/ frequentemente/ algumas vezes/ raramente/ nunca	5	4	3	2	1
No trabalho eu <b>suo</b> : muito frequentemente/ frequentemente/ algumas vezes/ raramente/ nunca	5	4	3	2	1
Em <b>comparação com outros</b> da minha idade <b>eu penso que meu trabalho</b> é fisicamente: muito mais pesado/ mais pesado/ igualmente pesado/ mais leve/ muito mais leve	5	4	3	2	1
Você pratica ou praticou esporte ou exercício físico nos últimos 12 meses? ( ) sim ( ) não					
Qual esporte:	1		3		5
Quantas horas por semana?	<1	1/2	2/3	3/4	>4
Quantos meses por ano?	<1	1/3	4/6	7/9	>9
Você faz algum outro esporte físico? Qual?	1		3		5
Quantas horas por semana?	<1	1/2	2/3	3/4	>4
Quantos meses por ano?	<1	1/3	4/6	7/9	>9
Em <b>comparação com outros</b> da minha idade eu penso que minha atividade física durante <b>as horas de lazer</b> é: muito maior/ maior/ a mesma/ menor/ muito menor	5	4	3	2	1
Durante as horas de lazer eu <b>suo</b> : muito frequentemente/ frequentemente/ algumas vezes/ raramente/ nunca	5	4	3	2	1
Durante as horas de lazer eu <b>pratico esporte ou exercício físico</b> : nunca/raramente/ algumas vezes/ frequentemente/ sempre	1	2	3	4	5
Durante as horas de lazer eu <b>vejo televisão</b> : nunca/raramente/ algumas vezes/ frequentemente/ sempre	1	2	3	4	5
Durante as horas de lazer eu <b>ando</b> : nunca/raramente/ algumas vezes/ frequentemente/ sempre	1	2	3	4	5
Durante as horas de lazer eu <b>ando de bicicleta</b> : nunca/raramente/ algumas vezes/ frequentemente/ sempre	1	2	3	4	5
Durante <b>quantos minutos por dia</b> você anda <b>a pé ou de bicicleta</b> indo e voltando do trabalho, escola ou compras? <5 / 5-15 / 16-30/ 31-45/ <45	1	2	3	4	5

## ANEXO 4 – FÓRMULAS PARA CÁLCULO DOS ESCORES DO QUESTIONÁRIO BAECKE

<b>ATIVIDADES FÍSICAS OCUPACIONAIS (AFO)</b>
<p>Score AFO = questão 1 + questão 2 + questão 3 + questão 4 + questão 5 + questão 6 + questão 7 + questão 8 / 8</p> <p>Cálculo da primeira questão referente ao tipo de ocupação:</p> <p>*Intensidade (tipo de ocupação) = 1 para profissões com gasto energético leve ou 3 para profissões com gasto energético moderado ou 5 para profissões com gasto energético vigoroso (determinado pela resposta do tipo de ocupação: o gasto energético da profissão deve ser conferido no compêndio de atividades físicas de Ainsworth)</p>
<b>EXERCÍCIOS FÍSICOS NO LAZER (EFL)</b>
<p>Cálculo da questão 9 referente à prática de esportes/exercícios físicos:</p> <p>*Intensidade (tipo de modalidade)=0,76 para modalidades com gasto energético leve ou 1,26 para modalidades com gasto energético moderado ou 1,76 para modalidades com gasto energético vigoroso (determinado pela resposta do tipo de modalidade: o gasto energético da modalidade deve ser conferido no compêndio de atividades físicas de Ainsworth)</p> <p>*Tempo (horas por semana)=0,5 para menos de uma hora por semana ou 1,5 entre maior que uma hora e menor que duas horas por semana ou 2,5 para maior que duas horas e menor que três horas por semana ou 3,5 para maior que três e até quatro horas por semana ou 4,5 para maior que quatro horas por semana (determinado pela resposta das horas por semana de prática)</p> <p>*Proporção (meses por ano)=0,04 para menor que um mês ou 0,17 entre um a três meses ou 0,42 entre quatro a seis meses ou 0,67 entre sete a nove meses ou 0,92 para maior que nove meses (determinado pela resposta dos meses por ano de prática)</p> <p>Para o cálculo do score desta questão, os valores devem ser multiplicados e somados:</p> <p>Modalidade 1 = (Intensidade*Tempo*Proporção) + Modalidade 2 = (Intensidade*Tempo*Proporção)</p> <p>Para o valor final, será estipulado um score de acordo com os valores obtidos na fórmula: 0 (sem exercício físico) = 1/entre 0,01 até &lt; 4 = 2/entre 4 até &lt; 8 = 3/entre 8 até &lt; 12 = 4/≥ 12,00 = 5</p> <p>Os escores das questões dois a quatro serão obtidos de acordo com as respostas das escalas de Likert O score final de EFL deverá ser obtido de acordo com a fórmula especificada abaixo:</p> <p style="text-align: center;">Score de EFL= questão 9 + questão 10 + questão 11 + questão 12 / 4</p>
<b>ATIVIDADES FÍSICAS DE LAZER E LOCOMOÇÃO (ALL)</b>
<p>O score final de ALL deverá ser obtido de acordo com a fórmula especificada abaixo:</p> <p style="text-align: center;">Score de ALL = (6 – questão 13) + questão 14 + questão 15 + questão 16/4</p>
<b>SCORE TOTAL DE ATIVIDADE FÍSICA (ET)= AFO+EFL+ALL</b>

## ANEXO 5 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO DISPOSITIVO

### Eletrômetro

- Resolução: 16bits
- Taxa de amostragem: 2000 amostras/segundo
- Ruído < LSB
- Isolamento de segurança 3000 V (rms)
- Tamanho aproximado de 135 mm x 140 mm x 50 mm
- Peso aproximado 470g
- Tensão de alimentação do sistema: 1 bateria NiMH 7,2 Vcc 1700mAh
- Corrente em repouso de 200 microA
- Corrente máxima de 120mA
- Potencia máxima de 0,3W
- Temperatura de 10°C a 40°C
- Tensão de alimentação dos canais analógicos 3,3V
- Tensão máxima de entrada de 2048mV
- Rejeição de modo comum (CMR) de 126db

### Sensor

- Tensão de alimentação de 5V
- Tensão máxima de entrada entre 1mV para ganho 2000
- Impedância de entrada 10Ohm //2pF
- Ganho automático
- Comunicação LIN a 9600 bauds
- Temperatura de 10°C a 40°C
- Filtro ativo passa-baixa de dois polos com frequência de corte em 1Khz
- Comprimento do cabo: 2m
- Conexão com os eletrodos por pressão: cabo minipinch 15cm de comprimento blindado.