

A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica

Nayara Araújo Cardoso
Renan Rhonalty Rocha
Maria Vitória Laurindo
(Organizadores)

 **Atena**
Editora
Ano 2019

Nayara Araújo Cardoso
Renan Rhonalty Rocha
Maria Vitória Laurindo
(Organizadores)

A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P964	A produção do conhecimento na engenharia biomédica [recurso eletrônico] / Organizadores Nayara Araújo Cardoso, Renan Rhonalty Rocha, Maria Vitória Laurindo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-382-8 DOI 10.22533/at.ed.828190106 1. Biomedicina – Pesquisa – Brasil. 2. Robótica. I. Cardoso, Nayara Araújo. II. Rocha, Renan Rhonalty. III. Laurindo, Maria Vitória. CDD 610
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica” consiste em um livro de publicação da Atena Editora, com 21 capítulos em volume único, nos quais apresentam estratégias para as técnicas e tecnologias na produção de trabalho em saúde.

As Tecnologias em Saúde é um processo abrangente, por meio do qual são avaliados os impactos clínicos, sociais e econômicos das tecnologias em saúde, levando-se em consideração aspectos como eficácia, efetividade, segurança, custos, custo-efetividade, entre outros, a mesma deve ser compreendida como conjunto de ferramentas, entre elas as ações de trabalho, que põem em movimento uma ação transformadora da natureza. Desse modo, além dos equipamentos, devem ser incluídos os conhecimentos e ações necessárias para operá-los: o saber e seus procedimentos.

Entretanto, o sentido contemporâneo de tecnologia, portanto, diz respeito aos recursos materiais e imateriais dos atos técnicos e dos processos de trabalho, sem, contudo, fundir estas duas dimensões. Além disso, dado o grande desenvolvimento do saber técnico-científico dos dias atuais, este componente saber da tecnologia ganha qualidade estatuto social adicionais. Assim, novas tecnologias são lançadas no mercado todos os dias e com isso as demandas pela incorporação pelo sistema de saúde geradas pelas indústrias, pacientes e profissionais de saúde, têm crescido e continuará crescendo.

Com o intuito de colaborar com os dados já existentes na literatura, este volume traz atualizações sobre novas tecnologias que implementam melhores estratégias terapêuticas, que podem inovar o tratamento dos pacientes de um modo mais prático e resolutivo, assim esta obra é dedicada tanto à população de forma geral, quanto aos profissionais e estudantes da área da saúde. Dessa forma, os artigos apresentados neste volume abordam: aplicabilidade da robótica em terapia para reabilitação de pacientes com perdas de membros; jogo educativo para avaliação cognitivo-motor de deficientes intelectuais, avaliação da resposta da frequência cardíaca de adultos durante teste cardiopulmonar; tecnologias aplicadas à oftálmica como forma de melhorar a qualidade de vida; exposição à radiação ionizante em cirurgias ortopédicas; considerações sobre o espectro luminoso da descarga eletrocirúrgica; desenvolvimento de hidrogéis de quitosana associados a Ibuprofeno para liberação controlada; sistema de identificação de alimentos baseado em imagens de porções alimentares; a hemólise como fator interferente em parâmetros bioquímicos; planejamento em área estética de implante instalado tardiamente pós exodontia - relato de caso clínico e epidemiologia do Alzheimer.

Sendo assim, almejamos que este livro possa colaborar com informações relevantes aos estudantes e profissionais de saúde sobre diferentes tecnologias e técnicas aplicada à saúde, que podem ser usadas para aprimorar a prática profissional, e também para a população de forma geral, apresentando informações atuais sobre

técnicas e tecnologias aplicadas á saúde.

Nayara Araújo Cardoso

Renan Rhonalty Rocha

Maria Vitória Laurindo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1 **APLICABILIDADE DA TERAPIA ROBÓTICA NA REABILITAÇÃO EM PÓS-OPERATÓRIO DE ESOFAGECTOMIA**

Daniela Santana Polati da Silveira
Jéssica Peixoto de Araújo
Maria Lúcia Pedroso Lourenço
Pedro Melhado Trovo
Renata Carvalho Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.8281901061

CAPÍTULO 2 5 **ADAPTAÇÃO DE UM PROJETO DE ROBÔ HUMANOIDE IMPRESSO EM 3D EM UMA PRÓTESE SENSORIAL DE MEMBRO SUPERIOR**

Gustavo Pasqua de Oliveira Celani
Roberto Luiz Assad Pinheiro
Mariana Brandão Silvério
Rani Sousa Alves
Elisa Rennó Carneiro Dester
Fabiano Valias de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.8281901062

CAPÍTULO 3 14 **MAO3D - PROTETIZAÇÃO E REABILITAÇÃO DE MEMBRO SUPERIOR ADULTO COM A TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D**

Maria Elizete Kunkel
Patrícia Bettiol Abe
Marcelo Pasqua
Israel Toledo Gonçalves
Lucas de Macedo Pinheiro
Sandra Maria Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.8281901063

CAPÍTULO 4 30 **SISTEMA COMPUTADORIZADO PARA APRESENTAR AS VARIAÇÕES NO CENTRO DE MASSA NO DISCO PROPRIOCEPTIVO DE FREEMAN**

André Roberto Fernandes da Silva
Antônio Vinícius de Moraes
Leandro Lazzareschi
Silvia Regina Matos da Silva Boschi
Terigi Augusto Scardovelli
Alessandro Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8281901064

CAPÍTULO 5 40 **ESPECTROSCOPIA RAMAN APLICADA NA OBSERVAÇÃO DE PRINCÍPIO ATIVO DE REPELENTE DE INSETOS NA PELE**

Michele Marin da Costa
Landulfo Silveira Jr.
Renato Amaro Zângaro
Marcos Tadeu Tavares Pacheco
João Dias da Costa

DOI 10.22533/at.ed.8281901065

CAPÍTULO 6	54
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO COGNITIVO-MOTOR DE DEFICIENTES INTELLECTUAIS COM JOGO EDUCATIVO	
Letícia Gonçalves Segatto Mariana Cardoso Melo	
DOI 10.22533/at.ed.8281901066	
CAPÍTULO 7	68
UM NOVO ALGORITMO DE EVOLUÇÃO DIFERENCIAL BASEADO EM SIMULATED ANNEALING PARA RECONSTRUÇÃO DE IMAGENS DE TOMOGRAFIA POR IMPEDÂNCIA ELÉTRICA	
Reiga Ramalho Ribeiro Priscila Dias Mendonça	
DOI 10.22533/at.ed.8281901067	
CAPÍTULO 8	79
SISTEMA BASEADO NA WEB DE ESPECIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS APLICADO EM RAIOS-X	
Walter Lima Ramirez Filho Lourdes Mattos Brasil	
DOI 10.22533/at.ed.8281901068	
CAPÍTULO 9	87
A NEW MEASURE TO EVALUATE SUBTHRESHOLD RESONANCE IN NEURONS	
Rodrigo Felipe de Oliveira Pena Vinicius Lima Cordeiro Cesar Augusto Celis Ceballos Renan Oliveira Shimoura Antônio Carlos Roque da Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.8281901069	
CAPÍTULO 10	94
REPEATABILITY OF GAIT RANGES OF MOTION IN THE PRESENCE OF STROKE	
Vanessa Lucas dos Santos Gisele Francini Devetak Elisangela Ferretti Manffra	
DOI 10.22533/at.ed.82819010610	
CAPÍTULO 11	107
AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE ADULTOS DURANTE TESTE CARDIOPULMONAR	
Elisângela de Andrade Aoyama Vera Regina Fernandes da Silva Paz Marília Miranda Forte Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.82819010611	
CAPÍTULO 12	113
ASSISTIVE TECHNOLOGY OF OPHTHALMIC MEMBRANE OCCLUSIVE FROM NATURAL LATEX	
Jaqueline Alves Ribeiro Suéilia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.82819010612	

CAPÍTULO 13	121
VALORES DE EXTINÇÃO TOPOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE QUALIDADE DE IMAGENS DE FUNDO DE OLHO	
Alexandre Gonçalves Silva Marina Silva Fouto Angélica Moises Arthur Rangel Arthur	
DOI 10.22533/at.ed.82819010613	
CAPÍTULO 14	131
EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO IONIZANTE EM CIRURGIAS ORTOPÉDICAS	
Celso Júnio Aguiar Mendonça Frieda Saicla Barros Bertoldo Schneider Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.82819010614	
CAPÍTULO 15	141
CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESPECTRO LUMINOSO DA DESCARGA ELETROCIRÚRGICA	
Elton Dias Junior Evaldo Ribeiro Bertoldo Schneider Junior	
DOI 10.22533/at.ed.82819010615	
CAPÍTULO 16	149
DESENVOLVIMENTO DE HIDROGÉIS DE QUITOSANA ASSOCIADOS A IBUPROFENO PARA LIBERAÇÃO CONTROLADA	
Amanda de Castro Juraski Sônia Maria Malmonge Nasser Ali Daghasanli Juliana Kelmy Macário Barboza Daguano	
DOI 10.22533/at.ed.82819010616	
CAPÍTULO 17	159
SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS BASEADO EM IMAGENS DE PORÇÕES ALIMENTARES	
Yuri Malinowsky Shiga Kristy Soraya Coelho Joao da Silva Dias Giselle Lopes Ferrari Ronque	
DOI 10.22533/at.ed.82819010617	
CAPÍTULO 18	169
A HEMÓLISE COMO FATOR INTERFERENTE EM PARÂMETROS BIOQUÍMICOS	
Luma Carolina Santos da Silva Graziéli Ferreira Carmargo Camilla Lazzaretti	
DOI 10.22533/at.ed.82819010618	

CAPÍTULO 19	177
DOENÇA DE ALZHEIMER: ESTIMATIVAS EM USUÁRIOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE OSÓRIO/RS	
Cristiano Serrano Tubelo Filho	
Gabriel Corteze Netto	
Camilla Lazzaretti	
DOI 10.22533/at.ed.82819010619	
CAPÍTULO 20	187
UPPER LIMB EXOSKELETON BY PNEUMATIC MUSCLES	
Filipe Loyola Lopes	
Larissa Guimarães Veríssimo	
Elton Silva de Moraes	
Raphael Sander de Souza Pereira	
Rani de Souza Alves	
DOI 10.22533/at.ed.82819010620	
CAPÍTULO 21	190
PLANEJAMENTO EM ÁREA ESTÉTICA DE IMPLANTE INSTALADO TARDIAMENTE PÓS EXODONTIA – RELATO DE CASO CLINICO	
Edith Umasi Ramos	
Luan Pier Benetti	
Luiz Gustavo Cavalcanti Bastos	
André Carlos de Freitas	
Tainara Tejada Camacho	
Ana Paula farnezi Bassi	
DOI 10.22533/at.ed.82819010621	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	203

SISTEMA COMPUTADORIZADO PARA APRESENTAR AS VARIAÇÕES NO CENTRO DE MASSA NO DISCO PROPRIOCEPTIVO DE FREEMAN

André Roberto Fernandes da Silva

Universidade de Mogi das Cruzes, Núcleo de
Pesquisa Tecnológica
Mogi das Cruzes – São Paulo

Antônio Vinícius de Moraes

Universidade de Mogi das Cruzes, Núcleo de
Pesquisa Tecnológica
Mogi das Cruzes – São Paulo

Leandro Lazzareschi

Universidade de Mogi das Cruzes, Núcleo de
Pesquisa Tecnológica
Mogi das Cruzes – São Paulo

Silvia Regina Matos da Silva Boschi

Universidade de Mogi das Cruzes, Núcleo de
Pesquisa Tecnológica
Mogi das Cruzes – São Paulo

Terigi Augusto Scardovelli

Universidade de Mogi das Cruzes, Núcleo de
Pesquisa Tecnológica
Mogi das Cruzes – São Paulo

Alessandro Pereira da Silva

Universidade de Mogi das Cruzes, Núcleo de
Pesquisa Tecnológica
Mogi das Cruzes – São Paulo

RESUMO: A postura, ou controle postural, pode ser percebido como a disposição relativa dos segmentos corporais, através da composição do conjunto angular do corpo humano, na postura ereta, e, ereta semi-estática. A análise da dinâmica postural é preditiva para a verificação

das desordens de equilíbrio, bem como na avaliação dos efeitos de intervenções clínicas e terapêuticas. O treinamento funcional utiliza-se de sistemas e componentes que utilizam o princípio da instabilidade para a aquisição da coordenação e equilíbrio. Dentre as estruturas utilizadas no treinamento funcional o disco de Freeman apresenta-se como um instrumento muito eficiente no auxílio da intervenção proprioceptiva. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema computadorizado para apresentar as variações da distribuição de massa no disco de Freeman através de um controle eletrônico e um sistema supervisor. Os diversos testes realizados em laboratório demonstram que o protótipo feito cumpre os objetivos da pesquisa, demonstrando de forma fiel à posição em que está a maior concentração de massa.

PALAVRAS-CHAVE: Propriocepção, Instrumentação, Centro de Massa.

ABSTRACT: The posture and postural control, can be perceived as the provision of body segments by composition of angular set of the human body in the upright position, and upright semi-static. The analysis of dynamic postural is predictive for the verification of balance disorders, as well as the assessment of the effects of clinical and therapeutic interventions. Functional training makes use of systems and

components that use the principle of instability for the acquisition of coordination and balance. Among the structures used in functional training Freeman disc presents itself as a very effective tool in helping proprioceptive intervention. The aim of this study was to develop a computer system to display the mass distribution of variations in Freeman disc via an electronic control and supervision system. The various tests in the laboratory show that the prototype made meets the objectives of the research, showing faithfully the position where it is the largest mass concentration.

KEYWORDS: Proprioception, Instrumentation, Mass Center.

1 | INTRODUÇÃO

A conservação do equilíbrio corporal durante a postura ereta é uma condição inevitável para o desenvolvimento das atividades de vida diária (ANDRADE *et al.*, 2011).

A estabilidade é gerada pelos momentos de força sobre as articulações corporais, que de uma forma geral neutralizam a força da gravidade. As variáveis essenciais relacionadas ao controle da postura ereta semi-estática determinam as possíveis alterações que diretamente estão relacionadas com a perda da estabilidade e da mobilidade. O estudo da dinâmica do controle postural é essencial para o diagnóstico das desordens do equilíbrio, e com isso, possibilitar a avaliação dos efeitos das intervenções terapêuticas (ALONSO, BRENCH e GREVE, 2010).

Para ter equilíbrio corporal são necessárias respostas neuromusculares. A capacidade de regulação dos mecanismos que levam à execução dos movimentos é chamada de controle motor. O controle motor estabelece direcionamentos corporais a partir das informações dos receptores proprioceptivos sobre a condição atual do corpo em relação ao ambiente. Este é responsável pela ativação do conjunto de músculos responsáveis pela realização dos movimentos (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

As respostas neuromusculares necessárias para permitir o controle da postura estão relacionadas à projeção vertical do centro de gravidade (CG) corporal, que deve ser mantido dentro da base de suporte (polígono delimitado pelas bordas laterais dos pés).

A análise da dinâmica postural é preditiva para a verificação das desordens de equilíbrio, bem como na avaliação dos efeitos de intervenções clínicas e terapêuticas e de propostas de reabilitação.

A análise do controle postural se dá através da atitude corporal durante dois momentos específicos: a) durante a postura estática e b) durante a postura dinâmica, sendo a última uma resposta a superfícies instáveis.

Para manter o equilíbrio em superfícies instáveis o corpo altera a distribuição de massa, compensando a instabilidade e mantendo o equilíbrio, dessa forma a distribuição de massa demonstra a resposta corporal à superfície instáveis.

O treinamento funcional em plataformas instáveis é um importante parâmetro

para a reabilitação e condicionamento neuromuscular, proporcionando a melhora da coordenação e do padrão de recrutamento neuromuscular. Estudos recentes concluíram que o treinamento regular em plataformas instáveis previne possíveis danos articulares e são eficientes na melhora da força muscular, velocidade de reação e equilíbrio (MAIOR *et al.*, 2009).

Dentre as plataformas instáveis o disco Freeman é o mais utilizado proporcionando um grande treinamento proprioceptivo. Entretanto, a maioria das plataformas instáveis comerciais apenas gera instabilidade, não informando as oscilações da distribuição da massa corporal, enquanto que, as plataformas de força que demonstram são estáticas e apenas permitem a análise do controle postural durante a postura estática (FREEMAN, 1965).

Dessa forma, um sistema computadorizado que apresente a distribuição da massa em dois planos anatômicos ortogonais da articulação de tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão – plano sagital; inversão e eversão – plano frontal) pode fornecer dados quantitativos e qualitativos para o profissional da saúde, gerando um melhor aproveitamento do disco de Freeman.

Portanto, o objetivo deste estudo é desenvolver um sistema computadorizado para apresentar as variações da distribuição de massa no disco de Freeman através de um controle eletrônico e um sistema supervisor.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A montagem mecânica para instrumentação do disco de Freeman consiste basicamente em células de carga, que são montadas por bases acionadoras e por suportes soldados a um disco metálico de mesmo diâmetro do disco de Freeman no qual o indivíduo sobe para o ensaio. Esse disco é construído em Aço Carbono SAE 1020 com 2,5mm de espessura e diâmetro Ø395mm.

Os suportes foram concebidos no intuito de proporcionar fixação para os sensores e mantê-los distantes do disco de Freeman possibilitando o acionamento das células de carga. Os suportes foram desenvolvidos em formato "U". Esses suportes são construídos em chapa de Aço SAE 1020 com 4 mm de espessura para que o sensor tenha curso suficiente para que sua flexão não seja restringida.

Os suportes das células de carga são soldados no disco metálico que são distribuídos para obter 2 conjuntos de 4 sensores principais para cada pé (Fig. 1).

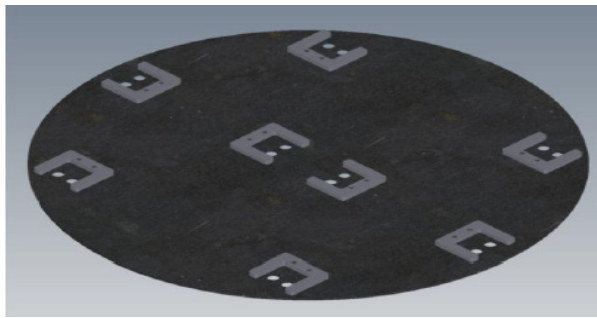


Figura 1 - Disposição das células de carga para soldagem.

Foi aplicada simulação de tensões no conjunto no intuito de validar as dimensões adotadas para as partes fixas e móveis. Para a quantificação das tensões resultantes no equipamento foi adotado o método de elementos finitos através do *software Autodesk® Inventor Professional 2015*. A força peso adotada para os ensaios foi de 1200N distribuídos por toda a superfície do disco, o que resultaria em uma pessoa de aproximadamente 120kgf sobre o equipamento.

Adotada a carga citada e considerando como apoios fixos as superfícies das bases acionadoras dos sensores, resultou-se em tensão atuante máxima de 247,5 MPa (Fig. 2) e fator de segurança 1,79 demonstrando que o projeto é robusto o suficiente para suportar os esforços. A concentração de tensão ocorre na região da célula de carga onde se encontra o *strain gauge* o que possibilita maiores deformações nessa área e conseqüentemente maiores variações de resistência elétrica.

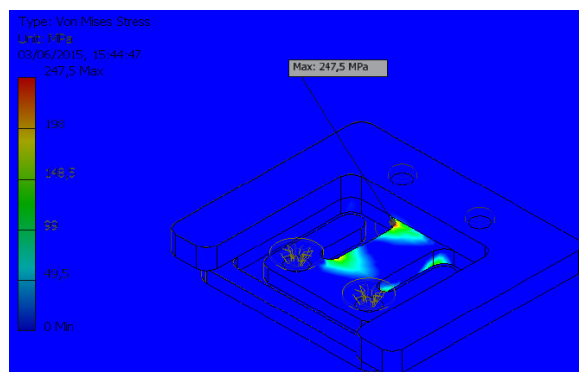


Figura 2 - Tensão máxima atuante no equipamento referente à carga de 1200N.

Para captar as variações de força, foram utilizados sensores *strain gages* distribuídos na base da plataforma. Foi definido que, no estado de repouso, o sensor possui 1k Ω e quando é aplicado força, o componente apresenta uma variação de até 5 Ω .

Para gerar o sinal foram utilizadas duas fontes de alimentação de 10 V, o positivo da fonte 2 foi ligado no negativo da fonte 1, assim é gerado um sinal de +10 V e um sinal de -10 V. Os dois sinais sofrem uma pequena variação que pode gerar uma imprecisão de leitura quando amplificado, logo o sinal deve ser mantido o mais constante possível, para eliminar essa variação foi utilizado reguladores de tensão que reduzem o sinal,

mas o mantém constante. Para reduzir o ruído no sinal foi disposto um capacitor de 47 μF em cada uma das saídas dos reguladores.

Para gerar uma variação de tensão que pode ser lida pelo controlador foi necessário montar um divisor de tensão com tensões positiva e negativa seguida por uma resistência variável e o sensor. A tensão negativa passa pelo sensor e varia de acordo com a variação da resistência, a tensão positiva por sua vez passa pela resistência variável que se altera de acordo com o valor da resistência. As duas tensões se somam e, se o divisor estiver balanceado, se anulam. Para balancear o divisor deve-se variar o valor da resistência variável com o sensor em repouso até que a tensão resultante seja o mais próximo possível de zero. A resistência variável de 470 Ω foi colocada em série com um resistor fixo de 680 Ω , dessa forma é possível obter uma boa precisão no balanceamento das cargas.

A tensão resultante é muito pequena, logo é necessário amplificá-la. Porém nesse sinal existe um ruído que, quando amplificado, gera uma grande imprecisão na leitura. Então é necessário implementar um filtro ativo passa-baixa de segunda ordem de 50 Hz para filtrar esse sinal. Para montar esse filtro foi escolhido o amplificador operacional LM741.

O sinal foi amplificado utilizando dois amplificadores inversores, um de ganho 10 e outro de ganho 4.7, logo a tensão resultante será amplificado 47 vezes, tornando assim as alterações no sensor mais aparentes e fáceis de serem lidas e trabalhadas.

Após a amplificação, a variação de tensão fica entre 0 V a + 1.5 V sendo necessário converter o sinal analógico em sinal digital e vincular com o LabView®. Essa função é cumprida pela placa de aquisição de dados (DAQ) NI USB-6212 conectado no computador por cabo USB.

O programa gerado no LabView® envolve a criação de uma área dividida em diversos setores (Fig. 3), cada setor possui um valor numérico determinado por uma matriz resultante da multiplicação de duas matrizes (Fig. 4), onde uma matriz determina o número de setores verticais e as influências dos sensores 1 e 3, enquanto que a outra matriz determina o número de setores horizontais e as influências dos sensores 2 e 4. As influências de cada sensor são determinadas pela distância entre o setor e os sensores, quanto mais distante for o sensor do setor, menor é a sua influência, e quanto mais perto, maior a sua influência.

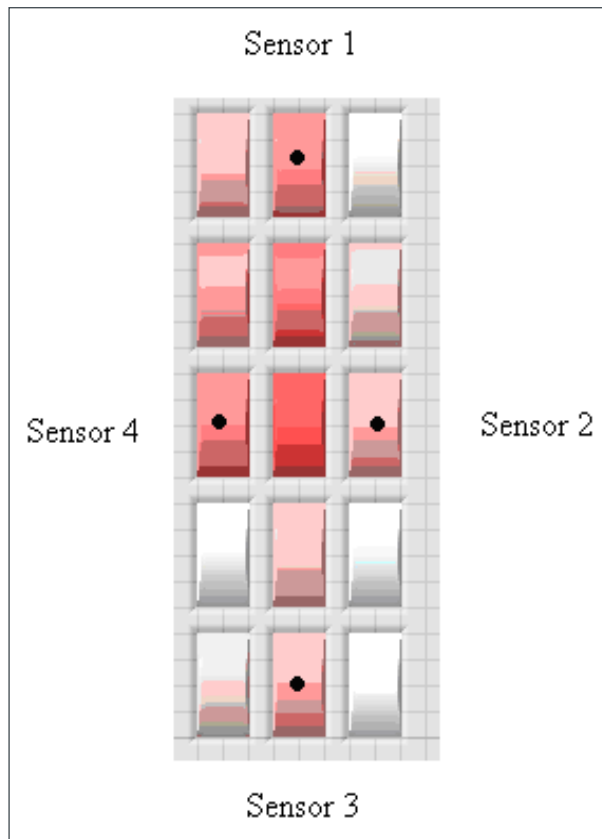


Figura 3 - Área de atuação dividida em 15 setores

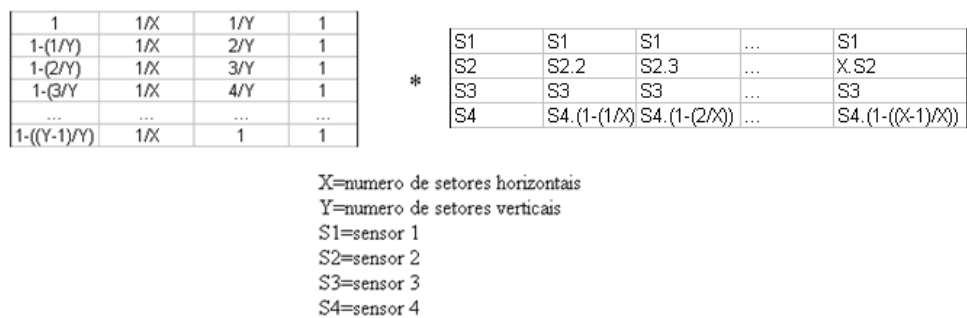


Figura 4 - Cálculo da influência de cada sensor.

Os valores calculados de cada setor passam por um processo que gera um número de 0 a 510 em que a cor vermelha é o ponto de maior força calculado através da soma dos quatro sensores ($ST=S1+S2+S3+S4$), valor este dado pelo centro de pressão deslocado, azul claro é o ponto de repouso dos sensores, ou seja, quando não existe força no sensor e branco representa metade da pressão total (Fig. 5).



Figura 5 - Representação de cores para o ponto de repouso (0) até o ponto máximo (ST).

A matriz de cores é calculada através de um diagrama de blocos montado para multiplicar os sensores com suas respectivas influencias e então somar os quatro valores obtidos para descobrir o valor de cada setor. Este diagrama deve ser repetido com os valores numéricos adequados para cada setor até houver até ter um diagrama com valores diferentes para cada setor.

Para calcular a massa em kg em cada sensor é necessário inserir a massa em quilogramas do objeto que será colocado no disco, sabendo a massa total que está sobre o disco e sabendo a diferença entre cada sensor, é possível calcular a massa em cada sensor, por exemplo, sabendo que sobre o disco tem uma massa de 100 kg e que em um sensor tem 20% do valor de tensão da soma de todos os sensores, utilizando essa proporção é possível calcular que neste sensor tem 20% da massa total, logo nesse sensor tem 20 kg. Para calcular essa proporção foi utilizada a equação 1.

$$P_s = \frac{M \times S_L \times V_s}{S_s \times S_L} \quad (1)$$

Onde:

PS = massa no sensor;

M = massa total no disco;

SL = soma do valor em volts dos quatro sensores do lado em que se deseja encontrar a massa;

VS = tensão no sensor em que se deseja encontrar a massa;

SS= soma do valor em volts de todos os oito sensores.

Para tornar o sistema mais preciso foi disposto um botão que quando pressionado vai subtrair os valores do sensor pelo valor do próprio sensor no momento em que o botão é pressionado, dessa forma qualquer valor lido será zero, isso elimina problemas como o peso do disco de aço sobre os sensores e diferenças de valores entre os circuitos.

3 | RESULTADOS

Após todo o processo de simulação e de construção do sistema supervisorio, foi montado o circuito de forma real em uma placa padronizada utilizando as mesmas condições da simulação. Após os primeiros testes, o dispositivo de sensoriamento permitiu registros idênticos aos realizados na simulação, para tal a comunicação do sistema supervisorio foi feita através de uma placa de aquisição de dados (DAQ).

Utilizando uma chapa de aço carbono foi produzido um disco com as mesmas medidas de um disco de Freeman, o disco de aço foi então cortado no meio para isolar as leituras de cada pé, dessa forma um pé não interfere no outro. As células de carga (*strain gauge*) removidas das balanças digitais foram então fixadas no disco

de Freeman e no disco de aço através de suportes dispostos de forma que, quando aplicar força na chapa de aço, os sensores serão acionados de acordo com a força aplicada.

A conexão do disco com as placas foi feita através de cabos rede devido a sua resistência e sua montagem (quatro pares de fio no seu interior), cada par é ligado em um sensor de um lado, e na placa do outro. A placa é então ligada em uma DAQ, que por sua vez é ligada em um computador executando o programa por meio de um cabo.

O sistema supervisorio foi dividido em três abas. A primeira permite inserir alguns dados pessoais do voluntário, tais como: nome, idade, sexo e peso.

A segunda aba permite equalizar a distribuição de massa. Esta tela contém também o botão que zera e calibra a leitura dos sensores para cada voluntario.

A terceira aba apresenta os dados de tensão elétrica em cada sensor, na forma de valor numérico e de gráfico. Esses dados possibilitam a regulagem dos potenciômetros sem a necessidade de remover os circuitos da caixa para realizar medições.

O primeiro teste foi verificar se a distribuição de massa está correta, para tanto foi colocado corpos de prova de massa conhecida (5 kg) em diversas posições no disco e verificar se o sistema supervisorio responde adequadamente. Após, foi realizado um teste com o autor da pesquisa, visando constatar se o sistema apresentava o mesmo comportamento com valores de massa de uma pessoa (aproximadamente 70 kg).

A Figura 6a apresenta a utilização do disco na posição flexão plantar. A Figura 6b mostra a resposta do sistema supervisorio oriunda da posição flexão plantar evidenciando que a área onde há maior concentração de carga está no quadrante superior. A Figura 6c apresenta a utilização do disco na posição dorsiflexão. A Figura 6d mostra a resposta do sistema supervisorio oriunda da posição dorsiflexão evidenciando que a área onde há maior concentração de carga está no quadrante inferior.

Os testes com os corpos de prova de massa conhecida, bem como o teste utilizando a massa do autor demonstraram de maneira adequada o posicionamento em que a força é aplicada, independentemente de sua posição, forma e intensidade. Não houve alteração no formato do disco de Freeman com isso, não houve comprometimento em relação ao seu uso normal.

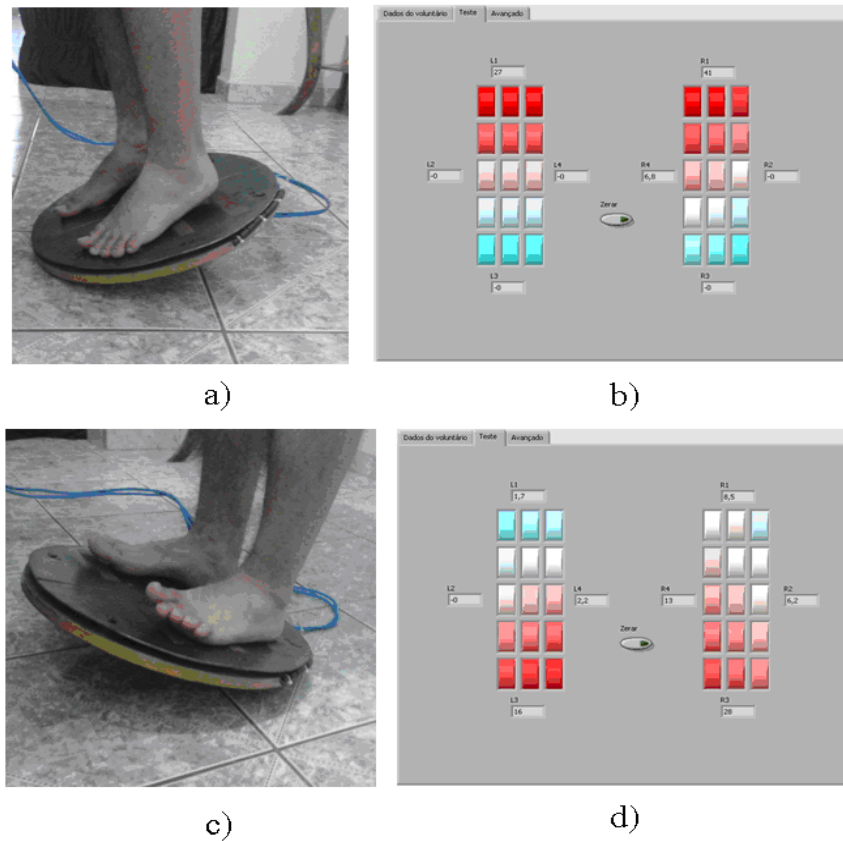


Figura 6 - Teste utilizando a massa do autor. a) Disco na posição flexão plantar; b) Resposta do supervisor à posição flexão plantar; c) Disco na posição dorsiflexão; d) Resposta do supervisor à posição dorsiflexão.

4 | CONCLUSÃO

O objetivo desta pesquisa era criar um sistema eletrônico, que agindo em conjunto com um supervisor produzido no Labview® pudesse demonstrar a distribuição de massa no disco proprioceptivo de Freeman. Os diversos testes realizados em laboratório demonstram que o protótipo feito cumpre os objetivos da pesquisa, demonstrando de forma fiel a posição em que está a maior concentração de massa. O aprendizado desenvolvido nesse projeto foi possível colocar em prática muitos conhecimentos teóricos da engenharia elétrica, tais como: desenvolvimento e simulação do sensoriamento eletrônico, desenvolvimento do sistema supervisor. E com isso poder contribuir com o aprimoramento de um dispositivo que será utilizado no processo de treinamento e reabilitação. Uma próxima etapa do estudo poderia ser o aperfeiçoamento do protótipo de forma que o examinador tenha controle sobre a plataforma, visando obter diversas inclinações controladas e analisar a reação do paciente a essas variações por meio do sistema supervisor.

5 | AGRADECIMENTOS

A Universidade de Mogi das Cruzes e a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – Processo nº 2013/22947-0) pelo apoio e incentivo.

REFERÊNCIAS

ALONSO, A.C.; BRENCH, G.C.; GREVE, J.M.D.A. **Técnicas de avaliação proprioceptiva do ligamento cruzado anterior do joelho.** Acta Fisiátrica, São Paulo, v.17, n. 3, p. 134-140, 2010.

ANDRADE, L. P.; STELLA, F.; BARBIERI, F. A.; RINALDI, N. M.; HAMANAKA, A. Y. Y.; GOBBI, L. T. B. **Efeitos de tarefas cognitivas no controle postural de idosos: Uma revisão sistemática.** Motricidade. Portugal, v.7, n.3, p. 19-28, 2011.

FREEMAN, M.A. **Instability of the foot after injuries to the lateral ligaments of the ankle.** *The Journal of Bone & Joint Surgery*, Londres, v.47B, n.4, p.669-677, 1965.

MAIOR, A.S.; SIMÃO, R.; SALLES, B.F.; MIRANDA, H.; COSTA, P.B. **Neuromuscular activity during the squat exercise on an unstable platform.** *Brazilian Journal of Biomotricity*. Rio de Janeiro, v.3, n.2, p. 121-129, 2009.

OLIVEIRA, D.C.S.; REZENDE, P.A.M.S.L.; SILVA, M.R.; LIZARDO, F.B.; SOUSA, G.C.; SANTOS, L.A.; GUIMARÃES, E.A.; CHACUR, E.P. **Análise eletromiográfica de músculos do membro inferior em exercícios proprioceptivos realizados com olhos abertos e fechados.** *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 4, n. 18, p.261-266, 2012.

SOBRE OS ORGANIZADORES

NAYARA ARAÚJO CARDOSO - Graduada com titulação de Bacharel em Farmácia com formação generalista pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada – INTA. Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia – ESAMAZ. Mestre em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará – *Campus* Sobral. Membro do Laboratório de Fisiologia e Neurociência, da Universidade Federal do Ceará – *Campus* Sobral, no qual desenvolve pesquisas na área de neurofarmacologia, com ênfase em modelos animais de depressão, ansiedade e convulsão. Atualmente é Farmacêutica Assistente Técnica na empresa Farmácia São João, Sobral – Ceará e Farmacêutica Supervisora no Hospital Regional Norte, Sobral – Ceará.

RENAN RHONALTY ROCHA - Graduado com titulação de Bacharel em Farmácia com formação generalista pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada - INTA. Especialista em Gestão da Assistência Farmacêutica e Gestão de Farmácia Hospitalar pela Universidade Cândido Mendes. Especialista em Análises Clínicas e Toxicológicas pela Faculdade Farias Brito. Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia - ESAMAZ. Especialista em Micropolítica da Gestão e Trabalho em Saúde do Sistema Único de Saúde pela Universidade Federal Fluminense. Farmacêutico da Farmácia Satélite da Emergência da Santa Casa de Sobral/CE, possuindo experiência também em Farmácia Satélite do Centro Cirúrgico. Membro integrante da Comissão de Farmacovigilância do referido hospital. Foi coordenador da assistência farmacêutica de Morrinhos/CE por dois anos. Mestrando em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará - UFC.

MARIA VITÓRIA LAURINDO - Graduada com titulação de Bacharel em Enfermagem pelo Centro Universitário INTA – UNINTA. Foi bolsista no hospital da Santa Casa de Misericórdia de Sobral (SCMS) no setor de Quimioterapia, participei do programa de monitoria na disciplina de Patologia Humana e fui integrante do Projeto de Extensão Humanização Hospitalar. Assim como, desenvolvi ações em educação e saúde como extensionista para pacientes parturientes no hospital Santa Casa de Sobral (SCMS). Pós-Graduada em Urgência e Emergência pela Universidade Cândido Mendes – UCAM.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-382-8

