

Bases da Saúde e Engenharia Biomédica

Lais Daiene Cosmoski
Fabrício Loreni da Silva Cerutti
(Organizadores)



 **Atena**
Editora

Ano 2018

Lais Daiene Cosmoski
Fabrício Loreni da Silva Cerutti
(Organizadores)

Bases da Saúde e Engenharia Biomédica

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele 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
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

B299 Bases da saúde e engenharia biomédica [recurso eletrônico] /
Organizadores Lais Daiene Cosmoski, Fabrício Loreni da Silva
Cerutti. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Bases da
Saúde e Engenharia Biomédica; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-67-3

DOI 10.22533/at.ed.673183110

1. Biomedicina. 2. Ciências médicas. 3. Medicina – Filosofia.
4. Saúde. I. Cosmoski, Lais Daiene. II. Cerutti, Fabrício Loreni da
Silva. III. Série.

CDD 610

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

No campo da educação, uma nova área vem se mostrando muito atuante quando consideramos as bases da saúde, a Engenharia Biomédica desenvolve equipamentos e programas de computador que auxiliam e conferem mais segurança aos profissionais da área da saúde, no diagnóstico e tratamento de doenças.

A Coletânea Nacional “Bases da Saúde e Engenharia Biomédica” é um *e-book* composto por 33 artigos científicos, dividido em 2 volumes, que abordam assuntos atuais, como a importância dos equipamentos de proteção individual, o funcionamento de dos hospitais e a implantação de novas tecnologias, otimização de exames já utilizados como a ultrassonografia, utilização de novas tecnologias para o diagnóstico e tratamento de patologias, assim como análise de várias doenças recorrentes em nossa sociedade, vistas a partir de uma nova perspectiva.

Tendo em vista, a grande evolução no campo da saúde, a atualização e de acesso a informações de qualidade, fazem-se de suma importância, os artigos elencados neste *e-book* contribuirão para esse propósito a respeito das diversas áreas da engenharia biomédica trazendo vários trabalhos que estão sendo realizados sobre esta área de conhecimento.

Desejo a todos uma excelente leitura!

Lais Daiene Cosmoski

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A IMPORTÂNCIA DO USO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL PELOS PROFISSIONAIS DA SAÚDE NA UTI ADULTO	
Elisângela de Andrade Aoyama Jéssica Conceição Silva Thaina Pereira Dos Santos Rafael Assunção Gomes de Souza Elivânia Rodrigues de Souza Assunção Ludmila Rocha Lemos	
CAPÍTULO 2	5
REQUISITOS PARA IMPLANTAÇÃO DE LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE	
Ana Beatriz Delavia Thomasi Marcos Aurélio da Silva Vianna Filho Daniel Gomes de Moura	
CAPÍTULO 3	14
GESTÃO DE RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE: ANÁLISE DA EFETIVIDADE DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE EM UM SETOR CLÍNICO DE UM HOSPITAL DE GRANDE PORTE	
Justino Batista Vieira Neto Victor Hugo de Freitas Morales Roger Amaral Pires Homero Castro Oliveira Yuri Cassiolato Silva Alessandra Bauab Azar	
CAPÍTULO 4	22
A TELECONSULTORIA NO ÂMBITO DA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE	
Franciele Guimarães de Brito Aurélia Aparecida de Araújo Rodrigues João Batista Destro Filho	
CAPÍTULO 5	30
A CONFIABILIDADE DA ULTRASSONOGRRAFIA MAMÁRIA NO RASTREIO E DIAGNOSE DO CÂNCER DE MAMA EM MULHERES ACIMA DE 70 ANOS	
Veronica de Lima Gonçalves Alessandra Crispim Rosa Adriano Oliveira Andrade Adriano Alves Pereira Selma Terezinha Milagre	
CAPÍTULO 6	37
ULTRASSOM DIAGNÓSTICO COMO TÉCNICA PARA A ESTIMATIVA NÃO INVASIVA DE TEMPERATURA VISANDO NANOTERAPIAS TÉRMICASD.J.P. de Faria	
Denyel Jefferson Prado de Faria Cristhiane Gonçalves	

Gustavo Capistrano
Andris Figueroa Bakuzis.

CAPÍTULO 7	45
ASPECTOS GERAIS DA <i>Calêndula Officinalis L.</i> E DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE	
Vânia Thais Silva Gomes	
Raimundo Nonato Silva Gomes	
Maria Silva Gomes	
Francileine Rodrigues da Conceição	
Erick Giovanni Reis da Silva	
Larissa Vanessa Machado Viana	
CAPÍTULO 8	55
LECTINA LIGANTE DE MANOSE (MBL): ASPECTOS BIOQUÍMICOS E FUNCIONAIS	
Carmem Gabriela Gomes de Figueiredo	
Luciane Alves Coutinho	
Marizilda Barbosa da Silva	
Maria Soraya Pereira Franco Adriano	
Claudenice Rodrigues do Nascimento	
CAPÍTULO 9	71
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O USO DE <i>SMARTPHONES</i> PARA REALIZAÇÃO DE ELETROCARDIOGRAMAS NA ISQUEMIA E NA FIBRILAÇÃO ATRIAL	
Rodrigo Penha de Almedida	
João Batista Destro Filho	
CAPÍTULO 10	77
PROPOSTA DE UM SISTEMA DE ELETROESTIMULAÇÃO PARA ESTUDOS DE CONDUÇÃO NERVOSA	
Sandra Cossul	
Felipe Rettore Andreis	
Mateus André Favretto	
Jefferson Luiz Brum Marques	
CAPÍTULO 11	86
ELETRODOS PARA PROCEDIMENTO DE ABLAÇÃO HEPÁTICA POR RADIOFREQUÊNCIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Joziane Porcino da Silva	
Suelia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa	
Jocyellen Christyne da Silva Casado	
Vitor Meireles Oliveira	
Juliana Aparecida Elias Fernandes	
Vera Regina Fernandes da Silva Marães	
CAPÍTULO 12	96
ELETROMIOGRAFIA DOS MÚSCULOS ABDOMINAIS EM EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO DO TRONCO COM DIFERENTES SUPERFÍCIES INSTÁVEIS	
Frederico Balbino Lizardo	
Phillipe Rodrigues Alves Santos	
Gilmar da Cunha Sousa	

Fabio Clemente Gregorio
Franciel José Arantes
Carlos Eduardo da Silva Pereira
Fausto Bérzin
Delaine Rodrigues Bigaton

CAPÍTULO 13 107

ATIVIDADE ELETROMIGRÁFICA DOS MÚSCULOS DO ASSOALHO PÉLVICO, GLÚTEO E GRÁCIL DURANTE O AGACHAMENTO

Carina Oliveira dos Santos
Marcone Lopes da Silva
Patrícia Virgínia Silva Lordêlo Garboggini
Chantele dos Santos Souza
Ana Cecília Silva Combes
Hernane Borges de Barros Pereira
Marcelo Albano Moret Simões Gonçalves

CAPÍTULO 14 116

OBTENÇÃO DOS PERFIS DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO ANGULAR DE UM MOVIMENTO DE TREINAMENTO DO JUDÔ

Thiago Gomes Cardoso
Márcio Peres de Souza
Cleudmar Amaral de Araújo
Lucas Pereira Ferreira de Rezende

CAPÍTULO 15 124

UTILIZAÇÃO DE UM SENSOR LDR PARA TESTE E MEDIÇÃO DE SENSIBILIDADE RADIOATIVA EM APARELHO DE RAIOS X

Edgard Rogério Siqueira Vasconcelos
Lourdes Mattos Brasil
Leandro Xavier Cardoso
Georges Daniel Amvame Nze
Rafael Assunção Gomes de Souza
Elivânia Rodrigues de Souza Assunção
Wagner Ribeiro Teixeira

CAPÍTULO 16 133

SISTEMA DE AQUISIÇÃO DO SINAL MIOELÉTRICO PARA PRÓTESES DE MEMBRO SUPERIOR

Bruna Souza Morais
Samuel Lourenço Nogueira
Thiago Luiz de Russo
Arlindo Neto Montagnoli

CAPÍTULO 17 141

SENSORES À FIBRA ÓPTICA MICROESTRUTURADA BASEADOS NA RESSONÂNCIA DE PLÁSMONS DE SUPERFÍCIE

Márcia Fernanda da Silva Santiago
Arthur Aprígio de Melo
Talita Brito da Silva
Rossana Moreno Santa Cruz
Cleumar da Silva Moreira

CAPITULO 18 151

SERIOUS GAME PARA APRENDIZAGEM DE CIRURGIAS COM ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL

Thalison Carlos Fernandes Gomes

Luciene Chagas de Oliveira

Eduardo Chagas de Oliveira

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 158

ELETROMIOGRAFIA DOS MÚSCULOS ABDOMINAIS EM EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO DO TRONCO COM DIFERENTES SUPERFÍCIES INSTÁVEIS

Frederico Balbino Lizardo

Laboratório de Eletromiografia Cinesiológica (LABEC) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia-MG, Brasil.

Phillipe Rodrigues Alves Santos

LABEC-UFU, Uberlândia-MG, Brasil.

Gilmar da Cunha Sousa

LABEC-UFU, Uberlândia-MG, Brasil.

Fabio Clemente Gregorio

LABEC-UFU, Uberlândia-MG, Brasil.

Franciel José Arantes

LABEC-UFU, Uberlândia-MG, Brasil.

Carlos Eduardo da Silva Pereira

LABEC-UFU, Uberlândia-MG, Brasil.

Fausto Bérzin

Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba-SP, Brasil.

Delaine Rodrigues Bigaton

Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba-SP, Brasil.

RESUMO: O treinamento resistido instável envolve exercícios realizados sobre superfície instável utilizando a própria massa corporal como resistência ou cargas externas. Objetivou-se analisar a atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos abdominais no exercício de estabilização prancha ventral em três situações: a) estabilidade normal; (b) instabilidade simples

no membro superior e (c) instabilidade dupla. A amostra foi composta por 22 voluntários do gênero masculino, fisicamente ativos e sem distúrbio neuromuscular. A coleta de dados foi realizada utilizando-se eletrodos de superfície diferenciais simples, com ganho de 20 vezes, e registrada por meio de um eletromiógrafo computadorizado. O sinal eletromiográfico foi analisado no domínio temporal (*Root Mean Square* - RMS) e normalizado pela Contração Isométrica Voluntária Máxima. Os dados foram submetidos à análise estatística paramétrica, empregando-se teste de análise de variância de medidas repetidas (ANOVA). Os resultados demonstraram que a utilização de instabilidade simples com bola de ginástica e instabilidade dupla na prancha ventral intensifica a atividade EMG dos músculos abdominais em relação ao exercício estável, todavia, apesar da grande dificuldade demonstrada na prancha ventral com instabilidade dupla, não foi encontrado maior ativação em comparação a instabilidade simples com bola de ginástica, não sendo justificável a utilização da instabilidade dupla quando objetiva-se aumentar a atividade EMG desses músculos. Além disso, a bola de ginástica é a superfície mais indicada para aumentar a atividade EMG dos músculos abdominais globais na prancha ventral em comparação ao *bosu*, portanto, a influência da superfície instável é dependente do músculo,

exercício e tipo de instabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Prancha ventral, *core*, reto do abdome, *bosu* e bola de ginástica.

ABSTRACT: Unstable resistance training involves exercises that are performed on unstable surface using the own body weight as resistance or external loads. This study aimed to analyze the electromyographic activity of the trunk muscles in the front bridge exercise in three situations: a) normal stability; (B) simple instability in the upper limb; and (c) double instability. Twenty-two male volunteers, physically active and without neuromuscular disorder, were recruited for this study. Data collection was performed using single differential surface electrodes, with a gain of 20 times, and recorded by a computerized electromyograph. The electromyographic signal was analyzed in the time domain (root mean square - RMS) and normalized by using the maximum voluntary isometric contraction. Data were analyzed by parametric tests, employing analysis of variance (ANOVA) for repeated measures. The results showed that the use of simple instability with gym ball and double instability in the front bridge exercise intensifies the EMG activity of the abdominal muscles in relation to the stable exercise, however, despite the difficulty great shown in the front bridge with double instability, no greater activation was found in comparison to simple instability with gym ball, and the use of double instability is not justifiable when aiming to increase the EMG activity of these muscles. In addition, the gym ball was shown to be the most suitable surface to increase the EMG activity of global abdominal muscles in the front bridge exercise compared to *bosu*, therefore, the influence of the unstable surface is dependent on the muscle, the exercise and the type of instability.

KEYWORDS: Front bridge, *core*, rectus abdominis, *bosu* and gym ball.

1 | INTRODUÇÃO

O *core* é um segmento do corpo relacionado com o tronco ou, mais especificamente, com a região lombar-pélvica, e sua estabilidade é fundamental para proporcionar uma base durante movimentos dos membros superior e inferior em atividades da vida diária ou gestos esportivos, suportar cargas, prevenir disfunções como lombalgia, desenvolver força e proteger a medula espinal e suas raízes neurais (ELLSWORTH, 2012).

O sistema de estabilização do *core* é dividido em três subsistemas distintos: subsistema passivo, subsistema ativo muscular e subsistema neural. O subsistema passivo consiste nos ligamentos da coluna vertebral e as articulações entre as faces articulares das vértebras adjacentes (articulações zigoapofisárias), que sustentam uma carga limitada de cerca de 10 kg, portanto, o subsistema ativo muscular é necessário para permitir o suporte da própria massa corporal e de cargas adicionais associados com as atividades dinâmicas. Quando considerado de forma independente, o subsistema passivo tem um potencial limitado para estabilizar a coluna vertebral (WILLARDSON, 2007; BEHM et al., 2010).

O subsistema ativo é composto pelos músculos do tronco, que podem ser classificados em locais e globais de acordo com suas características anatômicas e funcionais (BEHM et al., 2010). Os estabilizadores locais são os músculos profundos da coluna vertebral (multífido [MU]) e parede abdominal (transverso do abdome [TA] e oblíquo interno do abdome [OI]) e estão associados com a estabilidade segmentar da coluna durante movimentos do corpo ou ajustes posturais. Como estabilizadores globais, são considerados os músculos superficiais da região abdominal e lombar (reto do abdome [RA], oblíquo externo do abdome [OE] e eretor da espinha [EE]) que atuam na estabilização multissegmentar e são agonistas nos movimentos flexão, rotação e extensão do tronco (BEHM et al., 2010; SUNDSTRUP et al., 2012).

O subsistema neural tem a complexa tarefa de monitorar e ajustar continuamente as forças musculares baseado no feedback fornecido pelos fusos neuromusculares, os órgãos tendinosos de Golgi e ligamentos da coluna vertebral. Os requisitos para a estabilidade pode variar instantaneamente, de acordo com os ajustes posturais ou cargas externas aplicadas. O subsistema neural deve trabalhar concomitantemente para garantir estabilidade suficiente mas também para permitir movimentos articulares (WILLARDSON, 2007).

Em relação ao treinamento do *core*, existem duas linhas básicas de trabalho: uma voltada para a qualidade de vida e outra direcionada para o esporte de alto rendimento. A estabilidade do *core* é um componente fundamental para maximizar a eficiência atlética por meio da ativação de cadeia cinética que gerará melhoras no posicionamento e na velocidade de movimento (EVANGELISTA; MACEDO, 2011).

O treinamento do *core* para a qualidade de vida está relacionado principalmente à diminuição na prevalência da dor lombar referida. Nos dias atuais, calcula-se que 70 a 80% da população mundial têm ou terão algum problema relacionado a lombalgia, com episódios mais frequentes em indivíduos entre os 30 a 50 anos (EVANGELISTA; MACEDO, 2011). O impacto na sociedade, geralmente, é avaliado pelos custos diretos e indiretos, como com cuidados médicos e compensações, chegando a bilhões de dólares anualmente em todo o mundo (ROSSI, 2011).

Na prática desportiva, segundo estudos epidemiológicos, a lombalgia acomete de 30 a 60% dos ciclistas, representando uma das queixas mais comuns entre as disfunções musculoesqueléticas neste esporte (ALENCAR et al., 2011). Gillies e Dorgo (2013) afirmaram que entre 21 e 84% dos atletas de “esportes rotacionais” como tênis, beisebol e golfe, tiveram lombalgia durante a participação em seu esporte, além disso, tal como acontece com atletas de outros esportes que exigem movimentos repetitivos de extensão, rotação ou flexão do tronco, ginastas demonstram alta prevalência de dor lombar (DURALL et al., 2009).

Desse modo, vários programas de intervenção utilizando exercícios de estabilização da coluna foram propostos com o intuito de aprimorar a estabilidade lombar e automaticamente prevenir e reabilitar a dor lombar não específica (MARQUES et al., 2013).

Os exercícios de estabilização do tronco (ponte, prancha ventral e lateral) consistem na manutenção da posição “neutra” da coluna com aplicação de diferentes tipos de sobrecarga, como movimento dos membros (KIM; OH; PARK, 2013; TAN et al., 2013), utilização de superfícies instáveis (IMAI et al., 2010) ou a combinação destas estratégias (FELDWIESER et al., 2012).

Com a crescente popularidade do treinamento do *core*, diferentes equipamentos são lançados no mercado, dentre os quais, destacam-se as superfícies instáveis (bola de ginástica, *bosu*, disco e rolo de espuma) que são amplamente utilizadas na prática clínica e no âmbito esportivo (BEHM et al., 2010).

Devido a popularidade das superfícies instáveis e sua aplicação na área de reabilitação e treinamento, torna-se importante verificar os efeitos da utilização destes equipamentos no exercício de estabilização prancha ventral para preencher lacunas existentes na literatura e responder dúvidas, tais como: (1) A instabilidade dupla produzirá maior ativação eletromiográfica (EMG) dos músculos abdominais em comparação com instabilidade simples? (2) A utilização da bola de ginástica produzirá maior ativação EMG dos músculos abdominais em comparação com *bosu*?

A utilização da eletromiografia de superfície representa uma ferramenta de avaliação inicial para estabelecer diferenças agudas na ativação muscular entres estes exercícios, proporcionando uma base teórica para consumidores e para o direcionamento de programas de prevenção, reabilitação e treinamento esportivo que objetivam o desenvolvimento e fortalecimento do *core*, pois, segundo Martuscello et al. (2013), exercícios que maximizam a atividade EMG podem proporcionar maiores desafios para o sistema neuromuscular e, conseqüentemente, serem mais eficazes para a melhora da força muscular.

Portanto, objetivou-se analisar a atividade EMG dos músculos abdominais no exercício de estabilização prancha ventral, em três situações: (a) estabilidade normal; (b) instabilidade simples no membro superior e (c) instabilidade dupla.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de caráter experimental-quantitativo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (número 174.012) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e desenvolvido no Laboratório de Eletromiografia Cinesiológica (LABEC) da UFU.

A amostra foi composta por 22 voluntários do gênero masculino, com idade entre 23.65 ± 4.49 anos, massa corporal 71.31 ± 7.85 kg, estatura 175.35 ± 5.48 cm e Índice de Massa Corporal (IMC) 23.14 ± 1.74 kg/m². Como critérios de inclusão, todos os sujeitos deveriam ser considerados fisicamente ativo ou muito ativo, de acordo com a classificação do questionário internacional de atividade física (IPAQ versão curta), ter experiência em treinamento resistido de no mínimo um ano anterior a este estudo, e possuir IMC normal. Os voluntários não possuíam experiência nas cinco variações de prancha ventral, porém, todos tinham experiência no exercício prancha ventral normal

(sem superfície instável).

Foram excluídos indivíduos com histórico de lombalgias, avaliado pelo índice de incapacidade lombar Oswestry, e/ou qualquer outro tipo de disfunção musculoesquelética que pudesse interferir na execução dos exercícios. Foram excluídos os indivíduos que utilizavam medicamentos que pudessem influenciar a atividade muscular.

O tamanho da amostra (n) foi determinado por meio do cálculo amostral com base no parâmetro eletromiográfico *Root Mean Square* (RMS) do músculo RA, obtido em um estudo piloto com seis voluntários. O cálculo amostral foi realizado utilizando-se o aplicativo BioEstat 4.0, *power* de 80% e *alpha* = 0,05. Este cálculo forneceu uma amostra de tamanho $n = 22$ para este estudo.

Foi utilizado o eletromiógrafo computadorizado da MyosystemBr1 P84/DATAHOMINIS Tecnologia® (Uberlândia, MG, Brasil), projetado de acordo com normas da *International Society of Electrophysiology and Kinesiology* (ISEK), o qual possui impedância de entrada de 1015 Ohms, conversor analógico/digital com resolução de 16 bits, filtros *Butterworth* e bateria recarregável integrada. Os sinais eletromiográficos foram coletados e processados posteriormente usando um aplicativo de *software Myosystem Br1* (versão 3.5.6). A frequência de amostragem foi de 2000 Hz por canal e os sinais foram submetidos a um filtro passa-banda de 20 a 500 Hz.

Para captação dos sinais, utilizou-se eletrodos de superfície diferenciais simples (DataHominis Tecnologia Ltda., Uberlândia, MG, Brasil) constituído por duas barras retangulares paralelas, ganho de 20 vezes, razão de rejeição em modo comum de 92 dB e razão sinal/ruído $< 3\mu\text{V RMS}$. A preparação dos voluntários consistiu em tricotomia e limpeza da pele com álcool 70%.

Os eletrodos de superfície foram colocados nos músculos reto do abdome (RA), oblíquo externo do abdome (OE) e oblíquo interno do abdome (OI) do antímero direito, com sua orientação paralela e as barras de detecção do sinal perpendicular ao sentido das fibras musculares (DE LUCA, 1997). O eletrodo no músculo RA foi alinhado verticalmente e fixado no centro do ventre muscular no ponto médio entre o processo xifóide do osso esterno e cicatriz umbilical, aproximadamente três centímetros lateral e cinco centímetros superior a cicatriz umbilical (HIBBS et al., 2011).

Para o músculo OE, o eletrodo foi colocado superiormente a espinha ilíaca ântero-superior (EIAS) do osso do quadril, aproximadamente a 15 centímetros laterais da cicatriz umbilical (GARCÍA-VAQUERO et al., 2012). O eletrodo do músculo OI foi alinhado horizontalmente e colocado dois centímetros inferior e medial a EIAS do osso do quadril (HIBBS et al., 2011; GARCÍA-VAQUERO et al., 2012).

A coleta de dados foi dividida em dois dias distintos. No primeiro, os voluntários passaram por avaliação física (estatura e massa corporal), responderam dois questionários (versão curta - IPAQ e índice de incapacidade lombar Oswestry) e realizaram a familiarização dos exercícios e contração isométrica voluntária máxima (CIVM). A coleta dos dados eletromiográficos ocorreu uma semana depois, no qual foram realizadas duas CIVM de 5 segundos para cada músculo com intervalo de três

minutos, para posterior normalização dos dados. Os testes de CIVM dos músculos RA, OE e OI foram realizados pelos voluntários de acordo com as respectivas funções musculares e seguindo as recomendações da literatura específica (VERA-GARCIA; MORESIDE; MCGILL, 2010).

Posteriormente, os voluntários realizaram duas repetições de cada exercício de prancha ventral com cinco segundos de contração isométrica, intervalo de um minuto entre as repetições e dois minutos entre os diferentes exercícios. Foram realizados cinco exercícios de prancha ventral, em ordem aleatória, que estão demonstrados na figura 1.

Os exercícios foram executados com respiração normal e o tamanho da bola de ginástica (*gym ball, adidas performance* - FIT4 STORE, Campinas, SP, Brasil) foi selecionada de acordo com altura do sujeito (SUNDSTRUP et al., 2012) e foi inflada em relação ao peso do voluntário (ESCAMILLA et al., 2010).

O disco de equilíbrio (Disco Flex Multiuso – MERCUR S.A., Santa Cruz do Sul, RS, Brasil) possui 30 cm e foi inflado de forma que as superfícies (os dois lados do disco) permanecessem planas, seguindo as recomendações do fabricante. O equipamento *bosu* (Bosu Balance - ISP Dyna, Campinas, SP, Brasil) foi inflado até uma altura recomendada de aproximadamente 25 cm, e foi utilizado com a plataforma apoiada no chão (*bosu normal*) e virada para cima (*bosu virado*).

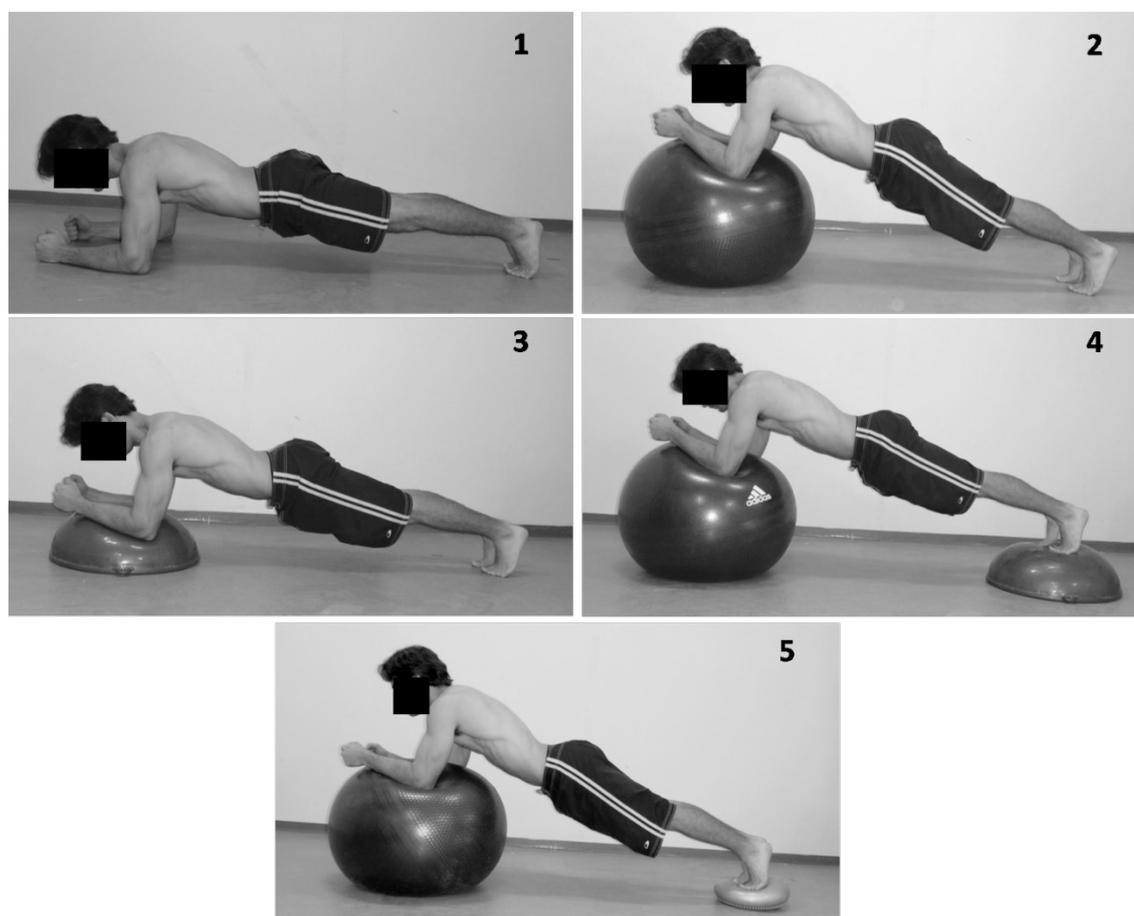


Fig. 1: Exercícios de estabilização do tronco: (1) PV: prancha ventral; (2) PV-BGS: prancha ventral com bola de ginástica no membro superior; (3) PV-BOS: prancha ventral com bosu no

membro superior; (4) PV-BGB: prancha ventral com bola de ginástica e bosu; (5) PV-BGD: prancha ventral com bola de ginástica e disco.

Para análise do sinal, os valores brutos de RMS de cada músculo foram processados a partir de uma janela de tempo de 3 segundos centrais na CIVM e nos exercícios de estabilização, correspondendo ao trecho médio de atividade. Os valores de RMS de cada músculo foram calculados a partir da média das duas repetições em cada exercício e normalizados em termos de porcentagem do valor máximo da CIVM. Os valores de coeficientes de correlação intraclasse (ICC) do RMS nos testes de CIVM foram 0.896 (RA), 0.887 (OE) e 0.865 (OI).

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa computadorizado GraphPad Prism (versão 3.0 – Graphpad Software, Inc). Utilizou-se o teste Kolmogorov-Smirnov para avaliar normalidade dos dados e, posteriormente, aplicou-se a análise de variância de medidas repetidas de um fator (ANOVA) para comparação das médias dos valores de RMS normalizado (RMSn) do mesmo músculo em diferentes exercícios, sendo utilizado o teste de comparações múltiplas de Bonferroni para apontar eventuais diferenças. O nível de significância foi 5% ($p < 0.05$) e o tamanho do efeito (*effect size* - ES) foi calculado utilizando a descrição de *Cohen's* para interpretação (ES = 0.2 pequeno; ES = 0.5 médio e ES = 0.8 grande).

3 | RESULTADOS

Os valores da atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos RA, OE e OI durante os exercícios de prancha ventral estão demonstrados na figura 2, no qual foi demonstrado que a atividade EMG do RA foi significativamente maior nos exercícios prancha ventral com bola de ginástica no membro superior (PV-BGS; 38.55%), prancha ventral com bola e bosu (PV-BGB; 39.46%) e prancha ventral com bola e disco (PV-BGD; 41.70%) em comparação aos exercícios prancha ventral normal (PV= 22.76%; $p < 0.05$; ES=0.78-0.84) e prancha ventral com bosu no membro superior (PV-BOS= 24.27%; $p < 0.05$; ES=0.63-0.71).

A atividade EMG do OE foi significativamente mais alta na PV-BGD (35.15%) em comparação com os exercícios PV (23.44%; $p < 0.05$; ES=0.84) e PV-BOS (24.89%; $p < 0.05$; ES=0.78). A atividade EMG do OI foi significativamente maior nos exercícios PV-BGB (21.41%) e PV-BGD (21.45%) em comparação com PV (13.07%; $p < 0.05$; ES=0.75-0.79).

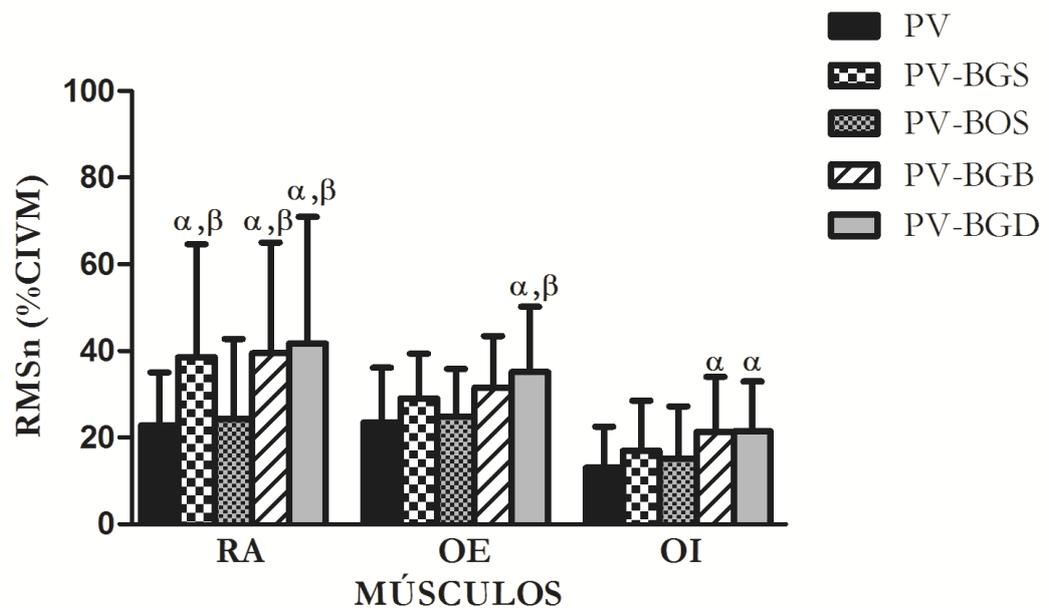


Fig. 2: Comparação dos valores de RMSn expressos em porcentagem da Contração Isométrica Voluntária Máxima (% CIVM) dos músculos abdominais (RA, OE e OI) durante os exercícios de estabilização do tronco: PV, PV-BGS, PV-BOS, PV-BGB e PV-BGD. As barras representam a média e desvio padrão. ^α Significativamente maior em comparação a PV ($p < 0.05$); ^β Significativamente maior em comparação a PV-BOS ($p < 0.05$).

4 | DISCUSSÃO

A lógica para a utilização da superfície instável nos exercícios de estabilização do tronco baseia-se no potencial de aumentar a perturbação do tronco e o deslocamento do centro de gravidade, sendo necessário maior demanda neuromuscular para manter o controle adequado da coluna vertebral durante o exercício (DESAI; MARSHALL, 2010).

Na presente pesquisa não foram demonstradas diferenças significativas na atividade EMG na maioria dos músculos analisados (OE, OI) durante a prancha ventral normal (PV) e instabilidade simples no membro superior (PV-BGS e PV-BOS). Todavia, o músculo RA no exercício PV-BGS apresentou significativamente maior atividade EMG em comparação ao exercício com estabilidade normal. Esses resultados não estão de acordo com Kang, Jung e Yu (2012), os quais demonstraram que a utilização do *sling* ou da bola de ginástica na prancha ventral produziu maior atividade EMG dos músculos globais (RA e EE) e locais (OI e MU) em comparação com PV.

Acredita-se que as divergências dos resultados podem ser explicadas pelas diferenças dos voluntários de cada pesquisa. No presente trabalho, a amostra foi composta por indivíduos fisicamente ativos, enquanto Kang, Jung e Yu (2012) utilizaram sujeitos com lombalgia. De acordo com Desai e Marshal (2010), indivíduos com lombalgia exibem alterações no padrão de ativação muscular comparado com sujeitos saudáveis, demonstrando maior atividade dos músculos do *core* durante

movimentos do tronco nos planos sagital, frontal e transversal.

A atividade EMG elevada do RA na PV-BGS pode ser explicada por dois fatores: a utilização da bola produziu maior instabilidade e com isso aumentou o recrutamento do RA para melhorar a estabilização da coluna; a postura do voluntário foi alterada. No exercício PV-BGS o sujeito fica numa posição mais vertical, aumentando o torque de extensão e o alongamento do RA, fatores que podem aumentar a ativação desse músculo para contrapor estes efeitos.

No presente estudo constatou-se que a atividade EMG dos músculos RA, OE e OI foi mais alta na prancha ventral com instabilidade dupla (PV-BGB; PV-BGD) em comparação com a condição estável (PV), corroborando, em parte, com os achados de Imai et al. (2010), que demonstraram maior recrutamento dos músculos RA, OE, TA, EE e MU na prancha ventral com dupla instabilidade.

Por outro lado, não foram observadas diferenças na atividade EMG dos músculos abdominais na prancha ventral com instabilidade dupla (PV-BGB e PV-BGD) em comparação a instabilidade simples com bola de ginástica (PV-BGS), contrastando com Anderson et al. (20013), que demonstraram maior ativação dos músculos do *core* no exercício flexão de braço com instabilidade dupla em relação a instabilidade simples.

Sendo assim, não foi confirmada a hipótese que a instabilidade dupla produziria maior atividade EMG dos músculos abdominais em comparação com instabilidade simples, portanto, a questão central sobre a instabilidade nos exercícios de estabilização não é o número de superfície instável utilizada, e sim o tipo de superfície. Além disso, a utilização da instabilidade dupla apresentou maior desequilíbrio, dificuldade e risco de queda para os voluntários sem maximizar a ativação da musculatura analisada, tornando-se questionável a sua utilização quando objetiva-se aumentar a atividade EMG dos músculos abdominais.

No presente trabalho o músculo RA exibiu significativamente maior atividade EMG na prancha ventral com bola de ginástica no membro superior (PV-BGS) em relação ao mesmo exercício com *bosu* (PV-BOS), confirmando a hipótese de que a utilização de diferentes superfícies instáveis produz respostas distintas na ativação dos músculos do *core*.

Os exercícios de estabilização com diferentes superfícies instáveis proporcionaram atividade EMG menor que 45% da CIVM para todos os músculos, sendo indicados para melhora da resistência muscular e controle neuromuscular do tronco. Dessa forma, os achados do presente estudo corroboram com as afirmações de Saeterbakken e Fimland (2013), de que, apesar das superfícies instáveis proporcionarem maiores exigências de estabilização, o treinamento resistido instável não fornece sobrecarga adequada para o treinamento de força, potência e hipertrofia.

As limitações deste trabalho foram ausência do registro da atividade EMG dos músculos extensores da coluna vertebral e ausência de dados sobre cinemetria, o que pode ter causado variações na postura da coluna vertebral durante os exercícios.

Conclui-se que a utilização de instabilidade simples com bola de ginástica e instabilidade dupla na prancha ventral intensifica a atividade EMG dos músculos abdominais em relação ao exercício estável, todavia, apesar da grande dificuldade demonstrada na prancha ventral com instabilidade dupla, não foi encontrado maior ativação em comparação a instabilidade simples com bola de ginástica, não sendo justificável a utilização da instabilidade dupla quando objetiva-se aumentar a atividade EMG desses músculos. Além disso, a bola de ginástica é a superfície mais indicada para aumentar a atividade dos músculos abdominais globais na prancha ventral em comparação ao *bosu*, portanto, a influência da superfície instável é dependente do músculo, do exercício e do tipo de instabilidade.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, T. A. M. D.; MATIAS, K. F. S.; BINI, R. R.; CARPES, F. P. Revisão etiológica da lombalgia em ciclistas. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 33, n. 2, p. 507-528, 2011.
- ANDERSON, G. S.; GAETZ, M.; HOLZMANN, M.; TWIST, P. Comparison of EMG activity during stable and unstable push-up protocols. **European Journal of Sport Science**, v.13, n.1, p. 42-48, 2013.
- BEHM, D. G.; DRINKWATER, E. J.; WILLARDSON, J. M.; COWLEY, P. M. The use of instability to train the core musculature. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v.35, n.1, p. 91-108, 2010.
- DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135-163, 1997.
- DESAI, I.; MARSHALL, P. W. M.. Acute effect of labile surfaces during core stability exercises in people with and without low back pain. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 20, n.6, p. 1155-1162, 2010.
- DURALL, C. J.; UDERMANN, B. E.; JOHANSEN, D. R.; GIBSON, B.; REINEKE, D. M.; REUTEMAN, P. The effects of preseason trunk muscle training on low-back pain occurrence in women collegiate gymnasts. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n.1, p. 86–92, 2009.
- ELLSWORTH, A. **Treinamento do core: Anatomia ilustrada - guia completo para o fortalecimento do core**. Barueri: Manole, 2012.
- ESCAMILLA, R. F.; LEWIS, C.; BELL, D.; BRAMBLET, G.; DAFFRON, J.; LAMBERT, S.; PECSON, A.; IMAMURA, R.; PAULO, L.; ANDREWS, J. R. Core muscles activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 40, n. 5, p. 265-276, 2010.
- EVANGELISTA, A. L.; MACEDO, J. **Treinamento funcional e core training: exercícios práticos aplicados**. São Paulo: Phorte, 2011.
- FELDWIESER, F. M.; SHEERAN, L.; MEANA-ESTEBAN, A.; SPARKES, V. Electromyographic analysis of trunk-muscle activity during stable, unstable and unilateral bridging exercises in healthy individuals. **European Spine Journal**, v. 21, n. 2, p. 171-186, 2012.
- GARCÍA-VAQUERO; M.P.; MORESIDE, J. M.; BRONTONS-GIL, E. PECO-GONZÁLEZ, N. VERA-GARCIA, F. J. Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 22, n.3, p. 398-406, 2012.

- GILLIES, A.; DORGO, S. Preventing Lumbar Injuries in Rotational Striking Athletes. **Strength and Conditioning Journal**, v. 35, n. 2, p. 55-62, 2013.
- HIBBS, A. E.; THOMPSON, K. G; FRENCH, D. N.; HODGSON, D.; SPEARS, I. R. Peak and average rectified EMG measures: Which method of data reduction should be used for assessing core training exercises? **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 21, n.1, p. 102-111, 2011.
- IMAI, A.; KANEOKA, K.; OKUBO, Y.; SHIINA, I.; TATSUMURA, M.; IZUMI, S.; SHIRAKI, H. Trunk Muscle Activity During Lumbar Stabilization Exercises on Both a Stable and Unstable Surface. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v.40, n.6, 369-375, 2010.
- KANG, H.; JUNG, J.; YU, J. Comparison of trunk muscle activity during bridging exercises using a sling in patients with low back pain. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 11, n.3, p. 510-515, 2012.
- KIM, M. J.; OH, D. W.; PARK H. J. Integrating arm movement into bridge exercise: Effect on EMG activity of selected trunk muscles. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 23, n.5, p.1119-1123, 2013.
- MARQUES, N. R.; MORCELLI, M. H.; HALLAL, C. Z.; GONÇALVES, M. EMG activity of trunk stabilizer muscles during Centering Principle of Pilates Method. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v.17, n. 2, p.185-191, 2013.
- MARTUSCELLO, J. M.; NUZZO, J. L.; ASHLEY, C. D.; CAMPBELL, B. L.; ORRIOLA, J. J.; MAYER, J. M. Systematic review of core muscles activity during physical fitness exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1684–1698, 2013.
- ROSSI, T. N. Efeitos do exercício físico sobre a lombalgia. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 5, n. 26, p. 163-169, 2011.
- SAETERBAKKEN, A. H.; FIMLAND, M. S. Muscle force output and electromyographic activity in squats with various unstable surfaces. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n.1, p. 130-136, 2013.
- SUNDSTRUP, E.; JAKOBSEN, M. D.; ANDERSEN, C. H.; JAY, K.; ANDERSEN, L. L. Swiss ball abdominal crunch with added elastic resistance is an effective alternative to training machines. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 7, n. 4, p. 372-380, 2012.
- TAN, S.; CAO, L.; SCHOENFISCH, W.; WANG, J. Investigation of Core Muscle Function through Electromyography Activities in Healthy Young Men. **Journal of Exercise Physiology-online**, v. 16, n. 1, p. 45-52, 2013.
- VERA-GARCIA, F. J.; MORESIDE, J. M.; MCGILL, S. M. MVC techniques to normalize trunk muscle EMG in healthy women. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 20, n. 1, p. 10-16, 2010.
- WILLARDSON, J. M. Core stability training: applications to sports conditioning programs. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 3, p. 979-985, 2007.

SOBRE OS ORGANIZADORES

LAIS DAIENE COSMOSKI Professora adjunta do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), nos cursos de Tecnologia em Radiologia e Bacharelado em Farmácia. Analista clínica no Laboratório do Hospital Geral da Unimed (HGU). Bacharel em Biomedicina pelas Universidades Integradas do Brasil (UniBrasil). Especialista em Circulação Extracorpórea pelo Centro Brasileiro de Ensinos Médicos (Cebramed) Mestre em Ciências Farmacêuticas pelo programa de Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas da UEPG. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de avaliação clínico/laboratorial de processos fisiopatológicos.

FABRÍCIO LORENI DA SILVA CERUTTI Coordenador de Curso do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE). Professor adjunto do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO). Tecnólogo em Radiologia pela Universidade Tecnologia Federal do Paraná (UTFPR). Mestre e doutorando em Engenharia Biomédica pelo programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI) da UTFPR. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de diagnóstico por imagem, física nuclear, controle de qualidade e simulação computacional.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-67-3

