



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

FABRICIO HENRIQUE DE OLIVEIRA SILVA

**ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DE MÚSCULOS DO
TRONCO NOS EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO DE
PRANCHA COM E SEM DIFERENTES SUPERFÍCIES
INSTÁVEIS**

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS

2022

FABRICIO HENRIQUE DE OLIVEIRA SILVA

**ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DE MÚSCULOS DO
TRONCO NOS EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO DE
PRANCHA COM E SEM DIFERENTES SUPERFÍCIES
INSTÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para obtenção do título de **MESTRE EM CIÊNCIAS**

Orientador: Prof. Dr. Adriano Alves Pereira

Coorientador: Prof. Dr. Frederico Balbino Lizardo

Assinatura do Orientador

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS

2022

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S586
2022 Silva, Fabricio Henrique de Oliveira, 1994-
ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DE MÚSCULOS DO TRONCO NOS
EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO DE PRANCHA COM E SEM
DIFERENTES SUPERFÍCIES INSTÁVEIS [recurso eletrônico] /
Fabricio Henrique de Oliveira Silva. - 2022.

Orientador: Adriano Alves Pereira .
Coorientador: Frederico Lizardo Balbino .
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de
Uberlândia, Pós-graduação em Engenharia Biomédica.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.351>
Inclui bibliografia.

1. Engenharia biomédica. I. , Adriano Alves Pereira,
1964-, (Orient.). II. , Frederico Lizardo Balbino,1980-
(Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia.
Pós-graduação em Engenharia Biomédica. IV. Título.

CDU: 62:61

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica
 Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 3N, Sala 115 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3239-4761 - www.ppgeb.feelt.ufu.br - ppegb@feelt.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia Biomédica				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 085, PPGEB				
Data:	Onze de julho de dois mil e vinte e dois	Hora de início:	14 horas	Hora de encerramento:	[15:45]
Matrícula do Discente:	11912EBI004				
Nome do Discente:	Fabrício Henrique de Oliveira Silva				
Título do Trabalho:	Análise Eletromiográfica de Músculos do Tronco nos Exercícios de Estabilização de Prancha com e Sem Diferentes Superfícies Instáveis				
Área de concentração:	Engenharia Biomédica				
Linha de pesquisa:	Engenharia de Sistemas de Saúde				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Caracterização da rigidez em pessoas com a doença de Parkinson por meio de uma órtese de punho				

Reuniu-se por videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, assim composta: Professores Doutores: Frederico Balbino Lizardo - ICBIM/UFU; Anselmo Alves de Oliveira - UNIARAXÁ; Adriano Alves Pereira - PPGEB/UFU orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr. Adriano Alves Pereira, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Anselmo Alves de Oliveira, Usuário Externo**, em 11/07/2022, às 16:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Frederico Balbino Lizardo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 11/07/2022, às 16:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adriano Alves Pereira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 11/07/2022, às 16:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3745547** e o código CRC **6D79E258**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, pela oportunidade de ter saúde e sabedoria para concluir mais este ciclo que se encerra, foram momentos difíceis mas que consegui chegar ao resultado final através da sua graça.

Ao meu orientador, Professor Dr. **Adriano Alves Pereira**, que abriu as portas e confiou na nossa parceria em realizar esse trabalho, se dispondo de muita humildade e apoio durante todo esse período. Muito obrigado

Ao meu coorientador, Professor Dr. **Frederico Lizardo Balbino**, por mostrar sempre o melhor caminho. Muito obrigado por acreditar no meu potencial, por encarar esse desafio e se disponibilizar para auxiliar em qualquer dificuldade. Obrigado pelos ensinamentos, conselhos e sugestões que sempre foram muito acertadas.

Aos **voluntários**, a minha eterna gratidão, em especial ao meu amigo **Jacyr Junior** que não mediu esforços para me ajudar a todo momento, sem eles, este trabalho não teria seguido adiante.

Agradeço a minha mãe **Eliciana de Oliveira** pelo apoio sem medida, sou eternamente grato a Deus pela vida da senhora.

À **Universidade Federal de Uberlândia, a Faculdade de Engenharia Elétrica, o Programa de Pós Graduação em Engenharia Biomédica e Instituto de Ciências Biomédicas**, por me possibilitar realizar um sonho. Muito obrigado.

“Só me sinto digno das minhas asas se eu as utilizar para fazer os outros voarem.”

(Augusto Cury)

RESUMO

Diferentes aparelhos são desenvolvidos com o objetivo de proporcionar maior ativação EMG dos músculos estabilizadores do tronco, no entanto, a inclusão de equipamentos instáveis em programas de exercícios de estabilização do tronco não deve ser baseada em evidências casuais sem uma compreensão dos mecanismos neuromusculares. O objetivo deste estudo foi analisar e comparar a atividade eletromiográfica dos músculos Reto do Abdome (RA), Oblíquo Externo do Abdome (OE) e Eretor da Espinha (EE) nos exercícios de estabilização prancha ventral e prancha lateral, com e sem utilização de diferentes superfícies instáveis (*balance board*, *twist e surf*). A amostra foi composta por 15 voluntários do gênero masculino, fisicamente ativos, com idade média $28 \pm 2,28$ anos, massa corporal $77,13 \pm 4,45$ kg, estatura $178,56 \pm 3,77$ cm, percentual de gordura $13,6 \pm 3,84\%$. Como critérios para inclusão, todos os participantes deveriam ser considerados fisicamente ativos, ou muito ativos, A coleta foi realizada utilizando-se eletrodos de superfície diferenciais simples, com ganho de 20 vezes, e registrada por meio de um eletromiógrafo computadorizado (EMG System do Brasil 830C). O sinal eletromiográfico foi analisado no domínio temporal (*Root Mean Square – RMS*). Para calcular o pico do RMS na contração isométrica voluntária máxima (CIVM), para posterior normalização, foi utilizada janela móvel de um segundo em todo o sinal. Utilizando o programa computadorizado GraphPad Prism (versão Free Trial 8.4 – Graphpad Software, Inc) e os dados são apresentados na forma de média e erro padrão. Na presente pesquisa foi demonstrado que a atividade EMG dos músculos abdominais (RA e OE) nos exercícios de estabilização prancha ventral e lateral com equipamentos instáveis *balance board* e *twist* foi significativamente maior em comparação aos mesmos exercícios no solo, enquanto que para o músculo EE não houve diferenças. Conclui-se que a utilização das superfícies instáveis *balance e twist*, nos exercícios de estabilização do tronco (prancha ventral e lateral), produziu maior atividade EMG dos músculos abdominais (RA e OE), enquanto que a atividade EMG do músculo EE não foi influenciada pela utilização de diferentes superfícies instáveis.

PALAVRAS CHAVE: Músculos estabilizadores do tronco; *core*; superfícies instáveis; exercício de estabilização; eletromiografia.

ABSTRACT

Different devices are developed with the aim of providing greater EMG activation of the trunk stabilizer muscles, however the inclusion of unstable equipment in trunk stabilization exercise programs should not be based on anecdotal evidence without an understanding of neuromuscular mechanisms. The aim of this study was to analyze and compare the electromyographic activity of the Rectus Abdomen (RA), External Oblique Abdomen (OE) and Erector Spine (EE) muscles in the ventral plank and lateral plank stabilization exercises, with and without the use of different unstable surfaces (balance board, twist and surf). The sample consisted of 15 male volunteers, physically active, with a mean age of 28 ± 2.28 years, body mass 77.13 ± 4.45 kg, height 178.56 ± 3.77 cm, fat percentage $13.6 \pm 3.84\%$. As criteria for inclusion, all participants should be considered physically active, or very active. The collection was performed using simple differential surface electrodes, with a gain of 20 times, and recorded using a computerized electromyograph (EMG System do Brasil 830C). The electromyographic signal was analyzed in the temporal domain (Root Mean Square – RMS). To calculate the RMS peak in the CIVM, for further normalization, a moving window of one second was used across the entire signal. Using the computer program GraphPad Prism (version 8.4 – Graphpad Software, Inc) and the data are presented as mean and standard error. In the present study, it was demonstrated that the EMG activity of the abdominal muscles (RA and OE) in the ventral and lateral board stabilization exercises with unstable balance board and twist equipment was significantly higher compared to the same exercises on the floor, while for the EE muscle it was not there were differences. It is concluded that the use of unstable balance and twist surfaces in trunk stabilization exercises (ventral and lateral plank) produced greater EMG activity of the abdominal muscles (RA and OE), while the EMG activity of the EE muscle was not influenced by the use of different unstable surfaces.

KEYWORDS: Trunk stabilizer muscles; *core*; unstable surfaces; stabilization exercise; electromyography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Posicionamento dos eletrodos para os músculos do core: (A) Vista anterior: Músculos RA (músculo reto do abdome), OE (músculo oblíquo externo do abdome), (B) Vista Posterior: Músculos EE (músculo eretor da espinha).....	18
Figura 2 - Exemplo do teste de CIVM de flexão, flexão lateral e extensão de tronco Exemplo do teste de CIVM de extensão do tronco.....	20
Figura 3 - Exercício de estabilização do tronco prancha do tronco prancha ventral (PV) do músculo Reto do Abdome (RA) (OE) (EE) no exercício prancha ventral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha ventral normal (PVN) (1); Prancha ventral com equipamentos: twist (PVT)(2). balance (PVB)(3) surf (PVS)(4).....	21
Figura 4 - Exercício de estabilização do tronco prancha do tronco prancha lateral inferior (PLN) do músculo Reto do Abdome (RA) (OE) (EE) no exercício prancha lateral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha lateral normal (PVN) (1); Prancha lateral com equipamentos: twist (PLT)(2) balance (PLB)(3).....	22
Figura 5- Equipamentos instáveis: (1) Surf Board; (2) Balance Board; (3) Twist Board.....	22
Figura 6 - Delineamento experimental.....	23

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Reto do Abdome (RA) no exercício prancha ventral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha ventral normal (PVN); Prancha ventral com equipamentos: surf (PVS), balance (PVB) e twist (PVT). α significativamente maior em comparação PVN.....	24
Gráfico 2 - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Oblíquo Externo do Abdome (OE) no exercício prancha ventral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha ventral normal (PVN); Prancha ventral com equipamentos: surf (PVS), balance (PVB) e twist (PVT). α significativamente maior em comparação PVN.....	25
Gráfico 3 - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Eretor da Espinha (EE) no exercício prancha ventral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha ventral normal (PVN); Prancha ventral com equipamentos: surf (PVS), balance (PVB) e twist (PVT)	25
Gráfico 4 - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Reto do Abdome (RA) no exercício prancha lateral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha lateral normal (PLN); Prancha lateral com equipamentos: balance (PVB) e twist (PVT). α significativamente maior em comparação PLN.....	26
Gráfico 5 - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Oblíquo Externo do Abdome (OE) no exercício prancha lateral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha lateral normal (PLN); Prancha lateral com equipamentos: balance (PVB) e twist (PVT). α significativamente maior em comparação PLN.....	26
Gráfico 6 - Comparação dos valores de RMS normalizado (% CIVM) dos músculos EE e MU nas diferentes etapas (A, B e C) dos exercícios de prancha ventral: solo (PV-SO), bosu (PV-BS), bola de ginástica (PV-BG), peanut ball (PV-PB) e sistema TRX (PV-TX). As barras representam médias e erro padrão.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% = Porcentagem

%GC = Porcentagem de gordura corporal

< = Menor

> = Maior

Ag/AgCl = Prata/Cloreto de prata

BIA = Bioimpedância

CIVM = Contração isométrica voluntária máxima

cm = centímetros

dB = Decibel

EIAS = Espinha ilíaca anterossuperior

EXT = Extensão de tronco

FL = Flexão lateral de tronco

FT = Flexão de tronco

HZ = Hertz

ICC = Índice de correlação intraclasse

IPAQ = Questionário de índice de capacidade física

ISEK = *International Society of Electrophysiology and Kinesiology*

kg = Quilograma

kgf = Quilograma força

LABEC = Laboratório de Eletromiografia Cinesiológica

m = Metro

RA = Músculo reto do abdome

EE = Músculo eretor da espinha

OE = Músculo oblíquo externo

PVN = prancha ventral normal

PVS = prancha ventral com utilização do *Surf*

PVB = prancha ventral com utilização do *Balance*

PVT = prancha ventral com utilização do *Twist*

PLN = prancha lateral normal

PLB = prancha lateral com utilização do *Balance*

PLT = prancha lateral com utilização do *Twist*

RMS = *Root Mean Square*

RMSn = *Root Mean Square* normalizado

SENIAM = *Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3	MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1	Caracterização do estudo.....	14
3.2	População e amostra	14
3.3	Critérios de inclusão.....	15
3.4	Critérios de exclusão	15
3.5	Coleta do sinal EMG	15
3.6	Procedimentos experimentais.....	17
3.7	Análise dos dados.....	22
3.8	Análise Estatística.....	22
4	RESULTADOS	22
5	DISCUSSÃO	26
6	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O core (núcleo) é definido como a região do tronco que inclui partes do sistema esquelético (caixa torácica, coluna vertebral, cingulos do membro superior e inferior), tecidos passivos associados (cartilagens e ligamentos) e os músculos que produzem, controlam ou impedem os movimentos nessa região do corpo¹.

Os músculos abdominais podem ser fortalecidos realizando exercícios com aparelhos específicos em academia, no entanto, fatores como tempo e acessibilidade, desempenham um papel importante na adesão ao exercício físico. Portanto, são necessários exercícios abdominais eficientes que possam ser realizados fora da academia, por exemplo, no local de trabalho, em casa ou em clínicas de reabilitação².

Além disso, com a pandemia do coronavírus e a quarentena, a venda de itens para exercícios em casa cresceu até 10 vezes no Brasil³. 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, utilização de superfícies instáveis ou a combinação destas estratégias⁴.

As decisões sobre quais exercícios e aparelhos são mais eficientes na estabilização dos músculos do Core são muitas vezes baseadas em artigos, experiência pessoal ou revisão bibliográfica que podem ou não ser embasada nas evidências científicas existentes. A tomada de decisões, levou a implementação de uma variedade de técnicas no treinamento dos músculos estabilizadores do tronco. Quais aparelhos/exercícios são mais adequados na ativação, melhora da força e estabilidade ainda é constantemente debatido⁵.

Nesse contexto, diferentes aparelhos abdominais são lançados no mercado e muito difundidos na prática do treinamento para supostamente provocar maior ativação eletromiográfica (EMG) dos músculos abdominais em comparação ao exercício abdominal tradicional⁶. O uso da eletromiografia se faz importante para avaliar diferenças agudas na ativação muscular entre exercícios a fim de proporcionar aplicações práticas direcionado a programas de treinamento de estabilização e fortalecimento da região do core⁷.

Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar e comparar a atividade eletromiográfica dos músculos Reto do Abdome (RA), Oblíquo Externo do Abdome (OE) e Ereter da Espinha (EE) nos exercícios de estabilização prancha ventral e prancha lateral, com e sem utilização de diferentes superfícies instáveis (*balance board, twist e surf*).

A hipótese desse estudo é que a utilização das superfícies instáveis produzirá maior atividade eletromiográfica em comparação com as outras condições, devido à maior instabilidade e dificuldade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Byrne *et al*⁸ verificaram os efeitos do treinamento de prancha com e sem suspensão, na ativação muscular durante a execução de variações nos exercícios de prancha. Constataram, que as pranchas suspensas proporcionaram maior atividade muscular do reto do abdome em todas as variações, quando comparada a prancha realizada no solo e sugeriram que a prancha em suspensão e com instabilidade aumentam a demanda sobre esse grupo muscular específico.

A instabilidade proporcionada pelo equipamento utilizado, produziu uma atividade significativa em todos músculos analisados no estudo supracitado. O RA e OE foram os principais em relação a participação na estabilização do movimento porém os demais músculos envolvidos também obtiveram um atividade significativa. Em geral os resultados apresentaram diferença significativa com 21% maior para o RA e 12% maior para o OE se comparando ArmsIn e FeetIn respectivamente. Estes resultados podem ser explicados pela análise biomecânica da atividade, pois o ângulo do tronco em relação ao solo é maior no ArmsIn se comparado ao FeetIn por este motivo a gravidade atua mais sobre o primeiro exercício assim exigindo uma maior atividade da musculatura envolvida.

Os autores concluíram que os resultados sugerem que o método de treinamento utilizado no estudo pode ser um potencializador de intensidade do exercício em níveis de ativação muscular durante a execução de prancha frontal. Para indivíduos com pouca experiência em treinamento com instabilidade, a prancha realizada no solo ainda é considerada o exercício mais seguro devido a uma menor demanda de trabalho da musculatura.

Lizardo *et al*⁹ analisaram 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. O sinal eletromiográfico foi analisado no domínio temporal (Root Mean Square - RMS) e normalizado pela Contração Isométrica Voluntária Máxima e os dados

foram submetidos à análise estatística paramétrica, empregando-se teste de análise de variância de medidas repetidas (ANOVA).

Lizardo *et al*⁹ 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.

Santos¹⁰ analisou e comparou a atividade eletromiográfica (domínio temporal e espectral) dos músculos reto do abdome, oblíquo externo do abdome, oblíquo interno do abdome, eretor da espinha e multifido no exercício prancha ventral em superfície instável: bosu normal e invertido, durante 45 segundos de contração isométrica. Os resultados demonstraram que não houve diferenças significativas entre os exercícios PV-BS e PV-PV-BI para a atividade eletromiográfica entre todos os músculos, entretanto, entre as etapas houve diferenças significativas para os músculos RA, OE, OI, EE e MU. Nas etapas B de 20 a 25 segundos (RA: $p < 0.017$; OE: $p < 0.003$) e C de 40 a 45 segundos (RA: $p < 0.015$; OE: $p < 0.013$) os valores foram significativos se comparados a etapa A de 5 a 10 segundos.

Os resultados de Santos¹⁰ confirmaram a hipótese de que mais tempo no exercício, provocaria aumentos significativos da atividade eletromiográfica, mesmo sem diferenças entre o PV-BS e PV-BI. Conclui-se que houve similaridade de atividade EMG, a escolha do PV-BS e PV-BI, do ponto de vista prático, não se difere entre indivíduos treinados, entretanto a escolha do tempo de 45 segundos se faz interessante para aumentar a atividade EMG de músculos do *core*, além de trabalhar a resistência á fadiga muscular, fatores estes que são imprescindíveis para a prevenção de lombalgia.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização do estudo

Este estudo constitui uma pesquisa de caráter experimental-quantitativo e foi desenvolvido no Laboratório de Eletromiografia Cinesiológica (LABEC), Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG.

3.2 População e amostra

A amostra foi composta por 15 voluntários do gênero masculino, fisicamente ativos, com idade média $28 \pm 2,28$ anos, massa corporal $77,13 \pm 4,45$ kg, estatura $178,56 \pm 3,77$ cm, percentual de gordura $13,6 \pm 3,84\%$. Como critérios para inclusão, todos os participantes deveriam ser considerados fisicamente ativos, ou muito ativos, de acordo com a classificação do questionário internacional de atividade física (IPAQ versão curta), e ter experiência em treinamento resistido de no mínimo um ano anterior a este estudo, especialmente em exercícios específicos para os músculos da região abdominal e lombar. Foram selecionados apenas os sujeitos sem histórico de lombalgia.

Fizeram parte da amostra somente os voluntários que aceitarem o convite, mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme as Normas de Realização de Pesquisa em Seres Humanos (resolução nº 466/12 do CNS). Este estudo foi submetido à aprovação e aprovado pela Colegiado de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da UFU (número 4.430.340).

O tamanho da amostra (n) foi determinado por meio do cálculo amostral com base no parâmetro eletromiográfico RMS do músculo RA, obtido em estudo piloto com três voluntários. O cálculo amostral foi realizado utilizando-se o aplicativo *GPower* 3.1, *power* de 80% e $\alpha = 0,05$. Este cálculo forneceu uma amostra de tamanho mínimo (n=15) para este estudo.

3.3 Critérios de inclusão

Todos os sujeitos eram fisicamente ativo ou muito ativo, de acordo com a classificação do questionário internacional de atividade física (IPAQ versão curta), e tinham experiência em treinamento resistido de no mínimo um ano anterior a este estudo, especialmente em exercícios abdominais¹⁰. Visando uma mensuração mais fidedigna da atividade elétrica da musculatura predeterminada, o percentual de gordura corporal foi mensurado para selecionar somente voluntários com baixo nível de gordura, uma vez que a quantidade de tecido entre a superfície do músculo e o eletrodo pode afetar o sinal eletromiográfico¹¹. Foram selecionados apenas os sujeitos sem histórico de lombalgia.

3.4 Critérios de exclusão

Seriam excluídos do estudo os participantes que apresentarem contra-indicações para a realização dos exercícios propostos no presente trabalho, como: doenças cardíacas, disfunções neurológicas, alcoolismo, tabagismo, diabetes, miopatias ou neuromiopatias, lombalgias, dores na região abdominal ou qualquer outro tipo de problema clínico que possa interferir na execução dos exercícios, uso de antiinflamatórios, analgésicos ou mio-relaxantes e enfermidades osteomioarticulares que podem influenciar a atividade muscular.

3.5 Coleta do sinal EMG

Para o registro do sinal eletromiográfico foi utilizado o eletromiógrafo computadorizado da EMG System do Brasil com oito canais (EMG System do Brasil Ltda., São José dos Campos, SP, Brasil), que possui conversor analógico/digital com resolução 16 bits, ganho do amplificador 1000 vezes, filtros *Butterworth* e bateria recarregável integrada. Eletromiógrafo foi conectado ao notebook alimentado por bateria e os sinais eletromiográficos foram coletados e processados pelo *Software EMGLab*. com frequência de amostragem 2000 Hz por canal e filtro passa-alta 20 Hz e passa-baixa 500 Hz.

Foram utilizados eletrodos de superfície constituídos por dois discos de Ag/AgCl com 10 milímetros de diâmetro (EMG System do Brasil Ltda.), onde foram fixados eletrodos descartáveis (3M do Brasil Ltda) com distância inter-eletrodos de 20 milímetros. O sistema é composto por eletrodos bipolares ativos com ganho de pré-amplificação 20 vezes e razão de rejeição modo comum > 120 dB. A força isométrica máxima foi quantificada no teste de

contração isométrica voluntária máxima (CIVM) por uma célula de carga (EMG System do Brasil Ltda.) com capacidade de 200 kgf.

A preparação dos voluntários constituiu em tricotomia e limpeza da pele com álcool 70%. Os eletrodos de superfície foram colocados nos músculos RA, OE e EE do antímero direito. Para o músculo RA, o eletrodo foi fixado no centro do ventre muscular, no ponto médio entre o processo xifóide do osso esterno e a cicatriz umbilical, três centímetros laterais a linha mediana do corpo¹².

O eletrodo do músculo OE foi fixado superiormente a espinha íliaca ântero-superior (EIAS) do osso do quadril, aproximadamente a 15 centímetros laterais da cicatriz umbilical, posicionado de forma oblíqua estando alinhado paralelamente a uma linha que conecta o ponto inferior da margem costal das costelas ao tubérculo púbico contralateral^{12 13}. Para o EE, o eletrodo foi fixado lateralmente ao processo espinhoso da terceira vértebra lombar numa distância de aproximadamente dois a três centímetros da linha mediana¹³.

Após colocação dos eletrodos os voluntários realizaram movimentos específicos, para verificar o posicionamento correto e examinar qualidade do sinal¹⁴. O eletrodo de referência (*Bio-logic Systems* - SP Médica, Científica e Comercial Ltda., São Paulo, SP, Brasil), constituído por disco de aço inoxidável (30 mm de diâmetro x 1,5 mm de espessura), foi fixado na pele sobre a EIAS esquerda.

Para garantir maior precisão na recolocação dos eletrodos entre os diferentes testes, foi utilizada uma técnica de mapas com transparência (papel acetato) em cada voluntário²⁶.

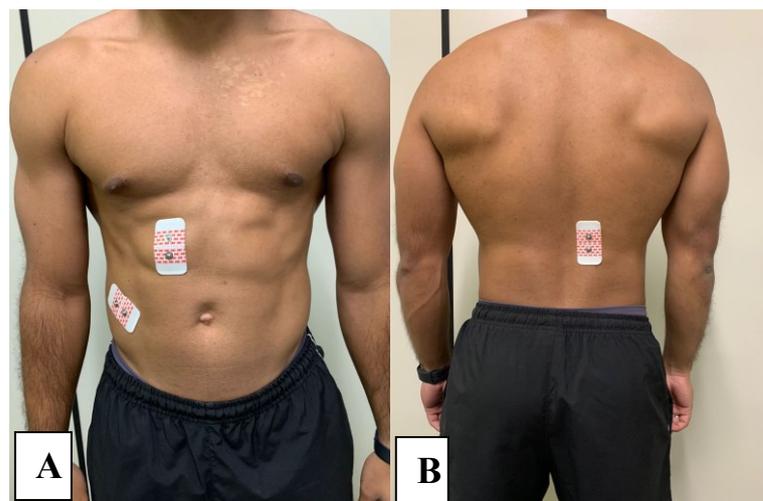


Figura 1 - Posicionamento dos eletrodos para os músculos do core: (A) Vista anterior: Músculos RA (músculo reto do abdome), OE (músculo oblíquo externo do abdome) (B) Vista Posterior: Músculos EE (músculo eretor da espinha).

FONTE: O Autor

3.6 Procedimentos experimentais

A coleta de dados foi realizada em três dias distintos e os voluntários foram convocados a comparecer ao LABEC da UFU em dias e horários pré-estabelecidos. Inicialmente, os voluntários foram esclarecidos sobre os objetivos e a metodologia da pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

➤ **PRIMEIRA SESSÃO:** Após a explanação dos procedimentos experimentais, todos os voluntários passaram por avaliação física (estatura, massa corporal e percentual de gordura corporal) e foram aplicados dois questionários para avaliar o nível de atividade física (questionário internacional de atividade física / versão curta - IPAQ) e o índice de incapacidade lombar (questionário para avaliação funcional - índice de incapacidade lombar Oswestry).

No final da primeira sessão foram realizadas simulações dos diferentes exercícios de prancha ventral e lateral com e sem aparelhos e dos testes de CIVM, a serem executados nos dias das coletas dos dados eletromiográficos. Cada participante recebeu instruções verbais e visuais sobre a realização correta destes exercícios para assegurar conforto e familiaridade e, por conseguinte, obter sinal de melhor qualidade durante a coleta de dados¹².

➤ **SEGUNDA SESSÃO:** A segunda sessão ocorreu entre 48 e 72 horas depois da primeira, no qual foi realizada a coleta dos dados eletromiográficos referentes à CIVM dos músculos abdominais e EE.

Para determinar a força produzida durante a CIVM, foi utilizado uma célula de carga (EMG System do Brasil, São José dos Campos, SP, Brasil) com capacidade de 0 a 200 kgf de tração ou compressão, conectada a um dos canais auxiliares do eletromiógrafo. Os sinais de força foram processados utilizando o software para coleta eletromiográfica, o qual fornece valores numéricos expressos em kgf.

Os sinais eletromiográficos de cada músculo foram coletados durante duas CIVM de cinco segundos com período de descanso de cinco minutos entre cada uma¹⁷, para evitar a fadiga muscular. Os testes de CIVM dos músculos RA, OE e EE foram realizados de acordo com as funções musculares e seguindo a literatura específica¹⁵.

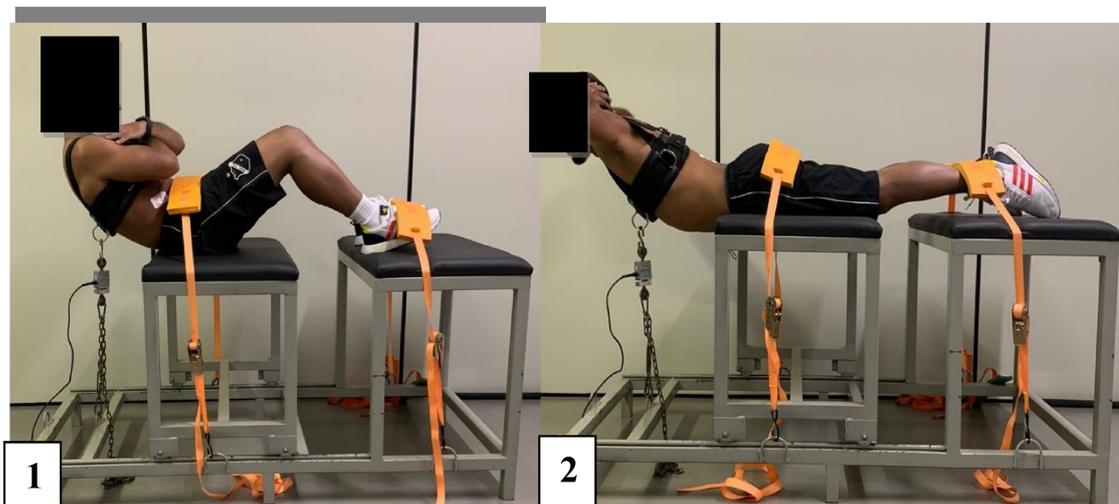
Foi utilizado um aparelho para padronizar as posições de flexão do tronco, flexão lateral do tronco e extensão do tronco, e fixar a célula de carga durante os testes, seguindo as

descrições de Maeo *et al*¹⁶ e Gregorio *et al*¹⁵. A ordem de execução dos testes de CIVM, foi randomizada e contra-balanceada.

1- Teste de flexão do tronco: Os voluntários ficaram deitados em decúbito dorsal nos assentos almofadados do aparelho, com quadris e joelhos flexionados, pés apoiados no assento e fixados com um cinto e flexão parcial do tronco. Foi utilizado um cinto que cobriu a parte superior do tronco e ficou conectado a uma corrente, a qual estava fixada na célula de carga. Os participantes foram mantidos firmemente na posição do teste e foram instruídos na tentativa de realizar uma flexão isométrica máxima do tronco no plano sagital durante cinco segundos^{15 16}.

2- Teste de flexão lateral do tronco: Os voluntários ficaram deitados em decúbito lateral, com lado esquerdo do tronco em contato com os assentos almofadados do aparelho, pernas estendidas, quadris e pés fixados no assento por meio de um cinto. Foi utilizado um cinto que cobriu a parte superior do tronco e ficava conectado a uma corrente, a qual estava fixada na célula de carga. Os participantes foram mantidos firmemente na posição do teste e foram instruídos na tentativa de realizar uma flexão lateral direita isométrica máxima do tronco no plano frontal durante cinco segundos^{15 16}.

3- Teste de Extensão do tronco: O voluntário foi posicionado em decúbito ventral com o abdome apoiado sobre o aparelho e membros inferiores estendidos. O quadril e os tornozelos foram fixados com auxílio de uma cinta e foi utilizado um cinto que cobriu a parte superior do tronco e ficou conectado a uma corrente, a qual estava fixada na célula de carga. Os participantes foram mantidos firmemente na posição do teste e foram instruídos na tentativa de realizar uma extensão isométrica máxima do tronco no plano sagital durante cinco segundos¹⁶.



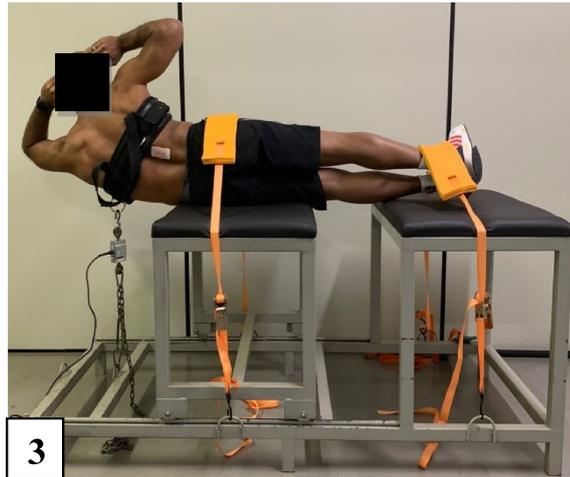


Figura 2- Teste de contração isométrica voluntária máxima: (1) Flexão do tronco; (2) Extensão do tronco. (3) Flexão lateral do tronco.

FONTE: O Autor.

➤ **TERCEIRA SESSÃO:** A terceira visita ocorreu entre 48 e 72 horas depois da segunda, no qual foi realizada a coleta dos dados eletromiográficos durante a execução dos exercícios de estabilização do tronco (prancha ventral e prancha lateral) com e sem utilização das superfícies instáveis (*balance board, twist e surf*).

Para evitar o efeito da fadiga muscular como fator limitante, foram utilizados cinco minutos de intervalo de descanso entre cada exercício¹⁷. A ordem de execução foi randomizada e contra-balanceada.

Os dados eletromiográficos foram coletados durante 45 segundos em cada exercício abdominal isométrico (prancha ventral no solo e com superfícies instáveis [*balance board, twist e surf*]; prancha lateral no solo e com superfícies instáveis [*balance board, twist e surf*]).

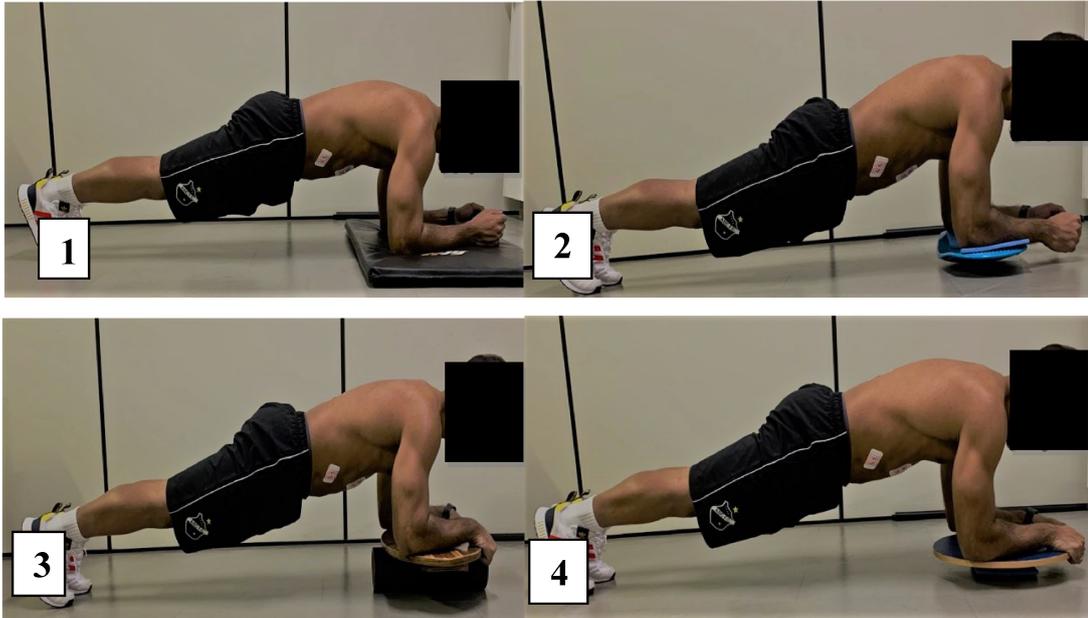


Figura 3 - Exercício de estabilização do tronco prancha do tronco prancha ventral (PV) do músculo Reto do Abdomine (RA) (OE) (EE) no exercício prancha ventral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha ventral normal (PVN) (1); Prancha ventral com equipamentos: *twist* (PVT)(2). *surfe* (PVB)(3) *balance* (PVS)(4).

FONTE: O Autor

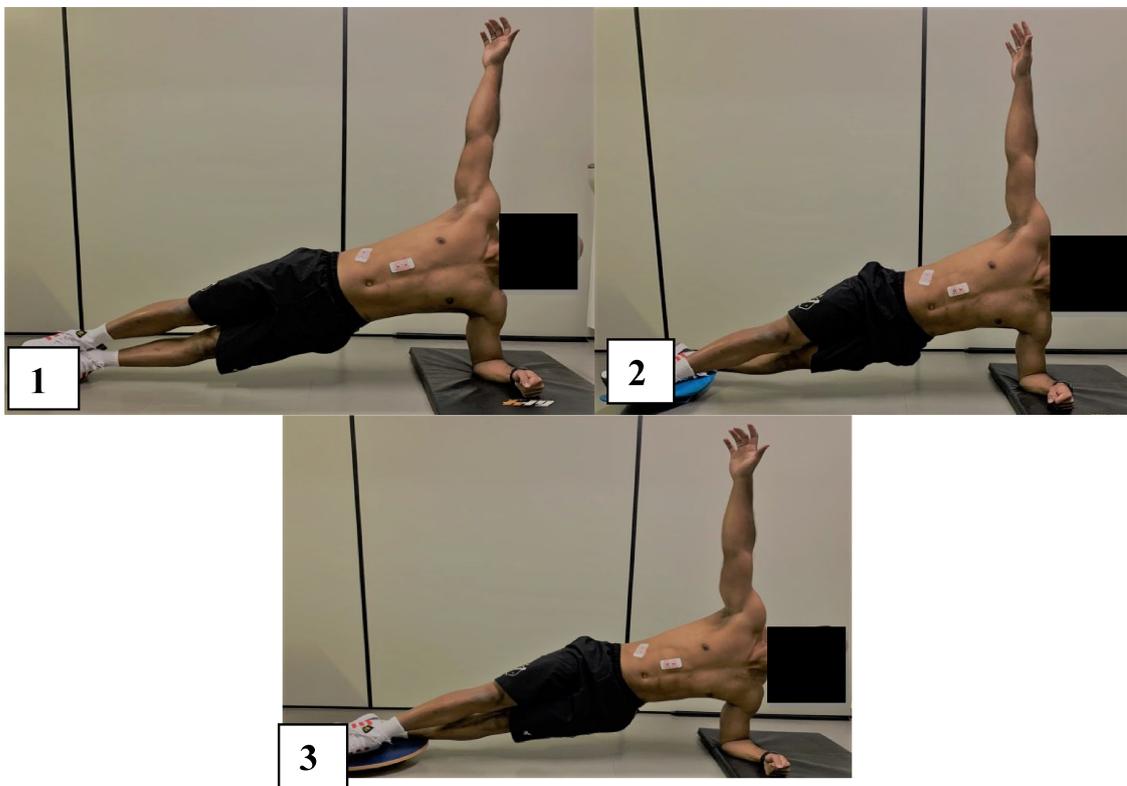


Figura 4 - Exercício de estabilização do tronco prancha do tronco prancha lateral inferior (PLN) do músculo Reto do Abdomine (RA) (OE) (EE) no exercício prancha lateral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha lateral normal (PVN) (1); Prancha lateral com equipamentos: *twist* (PLT)(2) *balance* (PLB)(3).

FONTE: O Autor



Figura 5 - Equipamentos instáveis: (1) Surf Board; (2) Balance Board; (3) Twist Board.

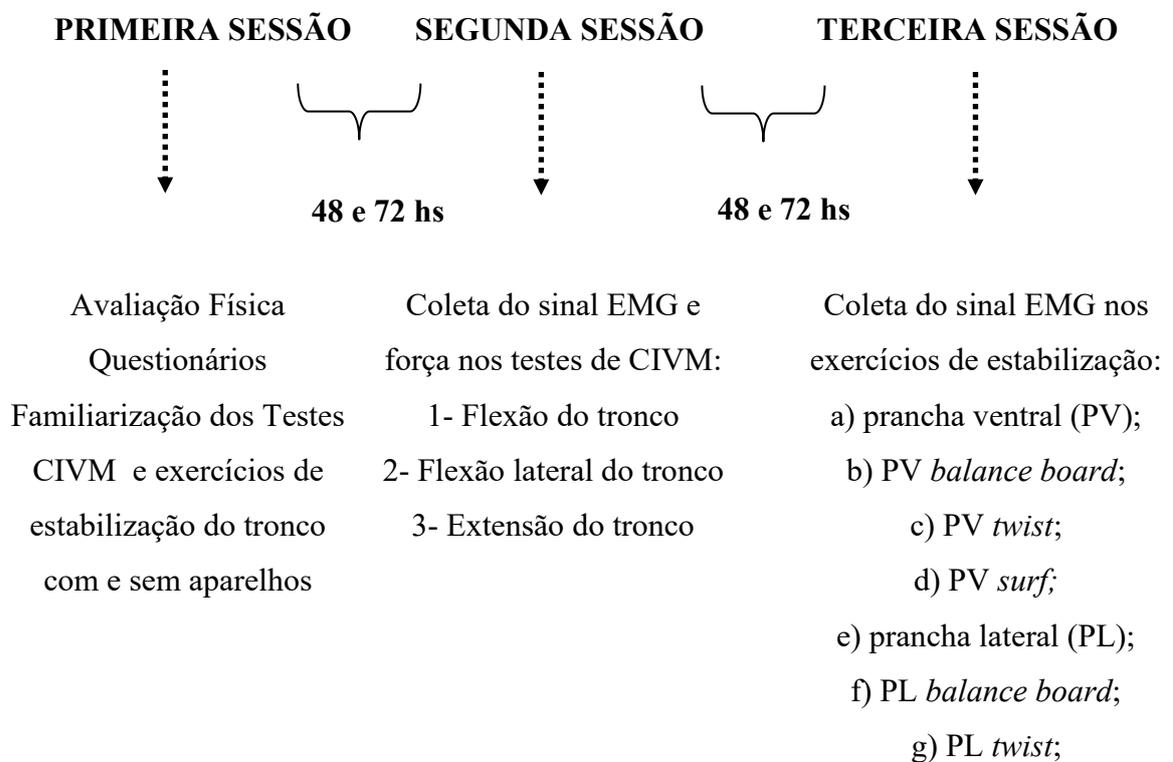


Figura 6 - Delineamento experimental

FONTE: O Autor.

3.7 Análise dos dados

Os sinais eletromiográficos obtidos durante as CIVM e todos os exercícios de estabilização foram analisados e quantificados no domínio do tempo utilizando o parâmetro *root mean square* (RMS). Para calcular o pico do RMS na CIVM, para posterior normalização, foi utilizada janela móvel de um segundo em todo o sinal. Nos exercícios de prancha ventral e prancha lateral, o pico do RMS de cada músculo foi calculado utilizando janela móvel de um segundo durante 30 segundos centrais, correspondendo ao trecho médio de atividade eletromiográfica (7,5 segundos iniciais e 7,5 segundos finais foram excluídas). Os valores máximos (pico) de RMS nos exercícios foram normalizados (RMSn) em termos de porcentagem do pico da CIVM (%CIVM). Para o processamento desses dados foi utilizado o aplicativo R.

3.8 Análise Estatística

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa computadorizado GraphPad Prism (versão 8.4 – Graphpad Software, Inc) e os dados são apresentados na forma de média e erro padrão. Teste Kolmogorov–Smirnov foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados e posteriormente teste de análise de variância de medidas repetidas de um fator (ANOVA) foi utilizado para comparação dos valores médios de RMS normalizado (RMSn) do mesmo músculo em diferentes exercícios; em todas as análises foi realizado o teste de comparações múltiplas de Bonferroni para apontar eventuais diferenças. O nível de significância foi estabelecido em 5% e o tamanho do efeito foi calculado por meio da fórmula de *Cohen's*, baseado nos seguintes critérios: < 0,35 trivial; 0,35-0,80 pequeno; 0,80-1,50 moderado; e > 1.5 grande, para sujeitos recreacionalmente treinados.

4 RESULTADOS

Prancha ventral

A atividade EMG do músculo RA foi significativamente maior nos exercícios PVB ($p < 0.01$; ES = 0.91) e PVT ($p < 0.001$; ES = 0.83) em comparação ao exercício PVN.

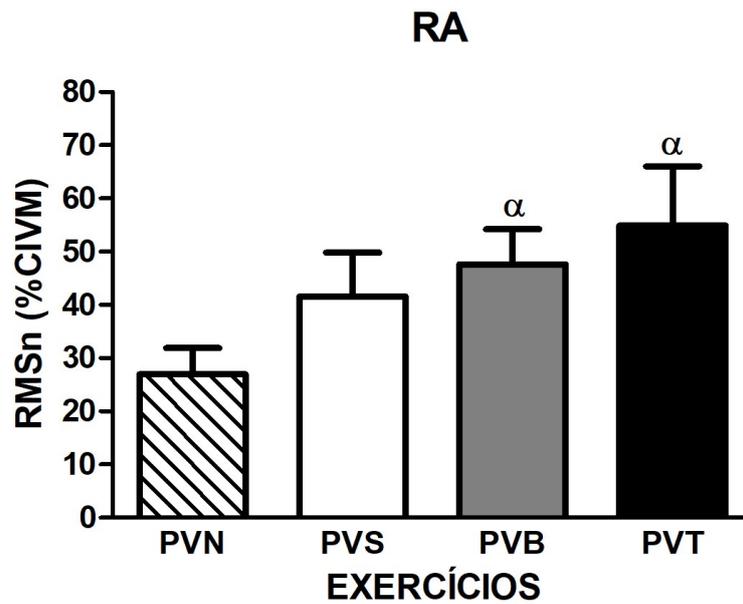


Gráfico 1 - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Reto do Abdome (RA) no exercício prancha ventral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha ventral normal (PVN); Prancha ventral com equipamentos: *surf* (PVS), *balance* (PVB) e *twist* (PVT). α significativamente maior em comparação PVN.

A atividade EMG do músculo OE foi significativamente maior nos exercícios PVB ($p < 0.01$; ES = 0.58) e PVT ($p < 0.01$; ES = 0.56) em relação ao exercício PVN.

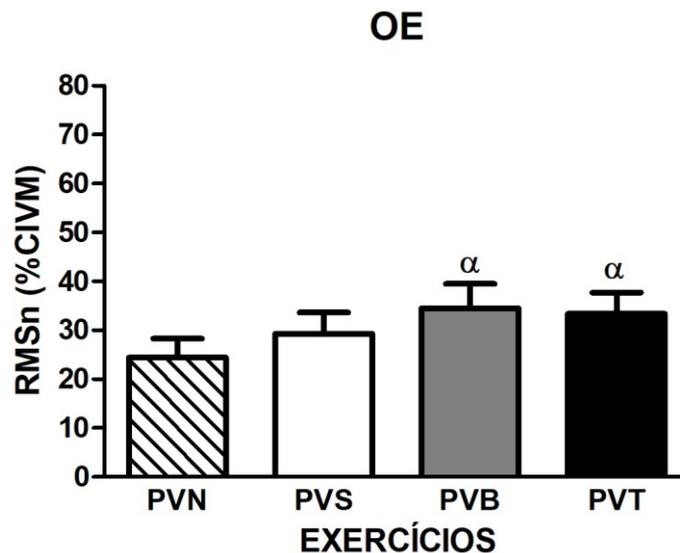


Gráfico 2 - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Oblíquo Externo do Abdome (OE) no exercício prancha ventral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha ventral normal (PVN); Prancha ventral com equipamentos: *surf* (PVS), *balance* (PVB) e *twist* (PVT). α significativamente maior em comparação PVN.

Para a atividade EMG do músculo EE, não houve diferenças significativas entre os diferentes exercícios de prancha ventral ($p > 0.05$).

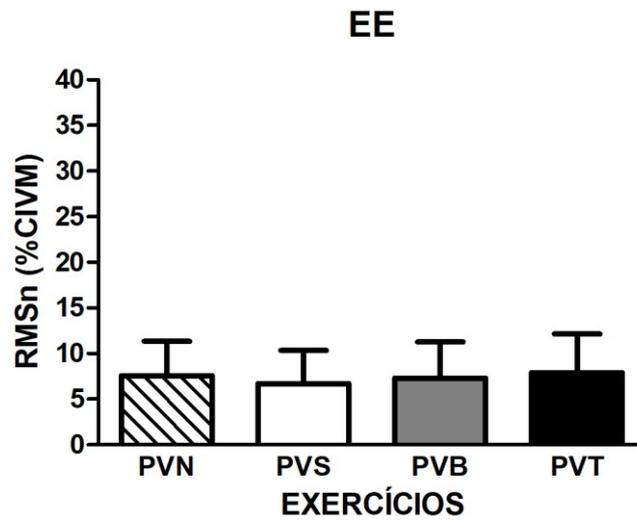


Gráfico 3 - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Eretor da Espinha (EE) no exercício prancha ventral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha ventral normal (PVN); Prancha ventral com equipamentos: *surf* (PVS), *balance* (PVB) e *twist* (PVT).

Prancha lateral

A atividade EMG do músculo RA foi significativamente maior nos exercícios PLB ($p < 0.001$; ES = 1.11) e PLT ($p < 0.01$; ES = 0.76) em comparação ao exercício PLN.

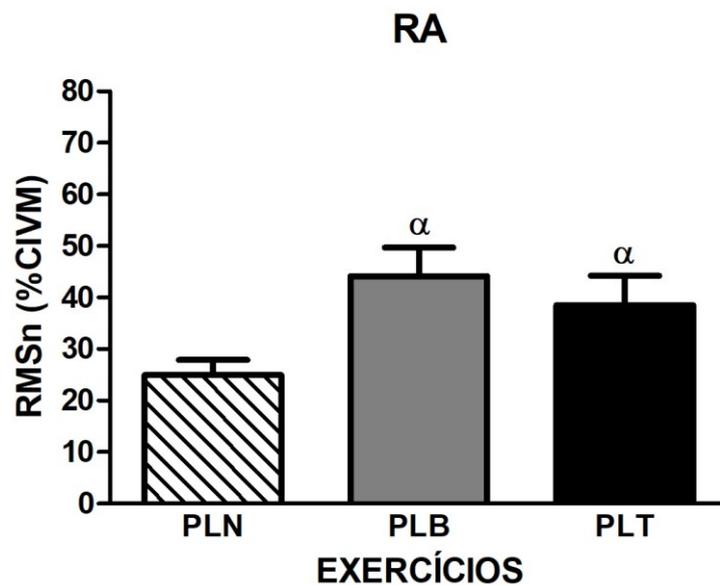


Gráfico 4 - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Reto do Abdome (RA) no exercício prancha lateral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha lateral normal (PLN); Prancha lateral com equipamentos: *balance* (PVB) e *twist* (PVT). α significativamente maior em comparação PLN.

A atividade EMG do músculo OE foi significativamente maior nos exercícios PLB ($p < 0.001$; ES = 0.76) e PLT ($p < 0.001$; ES = 0.58) em comparação ao exercício PLN.

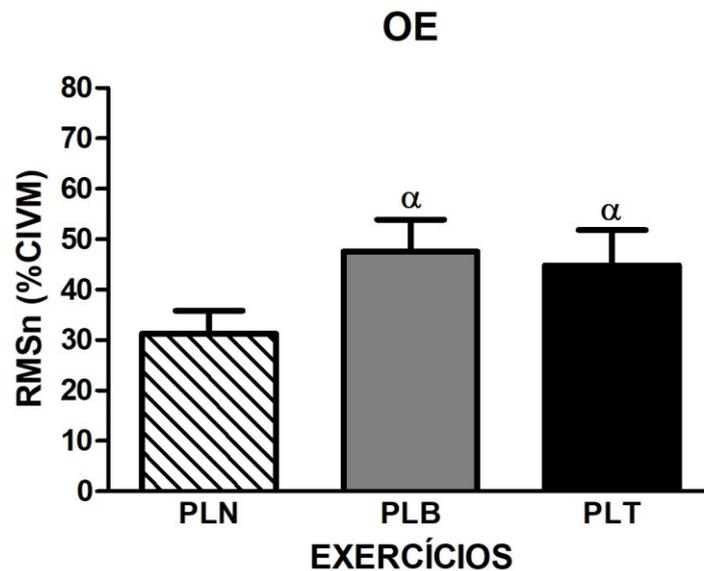


Gráfico 5 - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Oblíquo Externo do Abdome (OE) no exercício prancha lateral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha lateral normal (PLN); Prancha lateral com equipamentos: *balance* (PVB) e *twist* (PVT). α significativamente maior em comparação PLN.

Em relação ao músculo EE, não houve diferenças significativas na atividade EMG entre os diferentes exercícios de prancha lateral ($p > 0.05$).

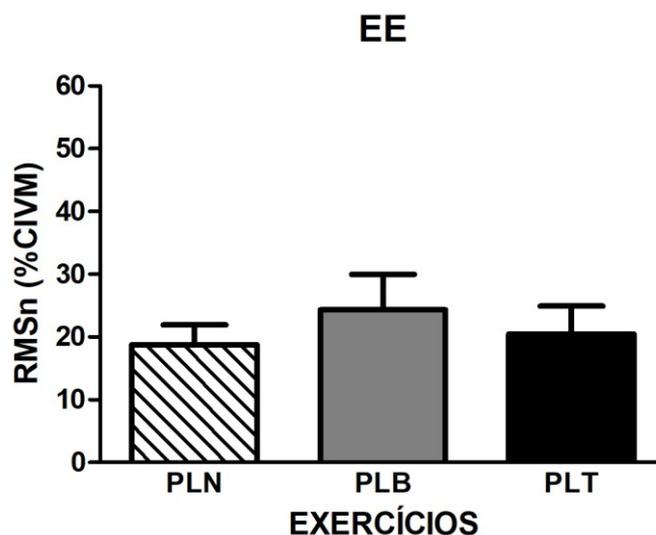


Gráfico 6 - Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do músculo Ereter da Espinha (EE) no exercício prancha lateral com e sem diferentes equipamentos instáveis. Prancha lateral normal (PLN); Prancha lateral com equipamentos: *balance* (PVB) e *twist* (PVT).

5 DISCUSSÃO

Diferentes aparelhos são desenvolvidos com o objetivo de proporcionar maior ativação EMG dos músculos estabilizadores do tronco. Na presente pesquisa foi demonstrado que a atividade EMG dos músculos abdominais (RA e OE) nos exercícios de estabilização prancha ventral e lateral com equipamentos instáveis *balance board* e *twist* foi significativamente maior em comparação aos mesmos exercícios no solo, enquanto que para o músculo EE não houve diferenças.

A inclusão de equipamentos instáveis em programas de exercícios de estabilização do tronco não deve ser baseada em evidências casuais sem uma compreensão dos mecanismos neuromusculares. Desta forma, ressalta-se a importância do presente trabalho para atletas dos esportes em geral, mas principalmente para fisioterapeutas e profissionais da educação física, em fornecer dados sobre a atividade eletromiográfica dos músculos do *core* em exercícios de estabilização com diferentes superfícies instáveis que são comumente utilizadas em programas de prevenção e reabilitação de lombalgia ou treinamento esportivo, tornando-se uma ferramenta útil para o direcionamento destes programas.

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 exercício¹⁸. Sendo assim, no presente trabalho, foi observado que a manutenção de estabilidade do tronco com equipamentos instáveis foi alcançada com maior atividade EMG dos músculos agonistas abdominais (RA e OE), visto que esses músculos são agonistas nos exercícios de estabilização prancha ventral e lateral¹³. Por outro lado, o músculo antagonista EE não foi influenciado pela utilização de superfícies instáveis, sendo necessário a implementação de outras estratégias de sobrecarga ou utilização de diferentes exercícios para aumentar a atividade EMG desse músculo.

A estabilidade durante o exercício pode ficar comprometida caso a base de suporte não possua uma boa área de contato com o solo¹⁹. Portanto, o tamanho da área de contato da base de suporte (superfície instável) com o solo é um fator a ser considerado para se determinar a estabilidade exigida no exercício¹⁰, ou seja, comparando *balance board* e *twist* com os demais

exercícios, nota-se que esses equipamentos possuem menor área de contato com o solo e maior instabilidade. Além disso, esses equipamentos possuem uma instabilidade multiplanar, enquanto o equipamento *surf* apresenta instabilidade somente látero-lateral, confirmando a hipótese de que a utilização de diferentes superfícies instáveis produz respostas distintas na atividade EMG dos músculos globais do *core*, em especial os equipamentos instáveis *balance board* e *twist*.

A estabilidade da coluna lombar é mantida por meio da ação integrada de três subsistemas: o ativo, o passivo e o neural. O subsistema ativo é composto pelos músculos do tronco, que podem ser classificados em locais e globais, de acordo com suas características anatômicas e funcionais²⁰.

Os estabilizadores locais são os músculos profundos da coluna vertebral (multífido [MU]) e da parede abdominal (transverso do abdome e oblíquo interno do abdome [OI]) e estão associados com estabilidade segmentar da coluna durante movimentos do corpo ou nos ajustes posturais, enquanto os 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 de flexão, rotação e extensão do tronco, respectivamente^{20 21}. Na presente pesquisa foram analisados somente os músculos globais, sendo assim, futuros estudos devem realizar uma análise simultânea da atividade EMG dos músculos globais e locais para permitir uma melhor compreensão do sistema neuromuscular durante esses exercícios de estabilização.

Todos os exercícios analisados no presente trabalho proporcionaram atividade EMG menor de 60% para os músculos RA, OE e EE. De acordo com a classificação do nível de atividade muscular¹² em baixa (0% a 20% CIVM), moderada (21% a 40%), alta (41% a 60%) e muito alta (acima de 60%), estes exercícios são direcionados principalmente para a melhora da resistência muscular e controle neuromuscular do tronco. Para o Músculo OE os exercícios realizados no *balance* e *twist* se mostraram significativamente maior quando comparado ao exercício de prancha ventral realizado no solo PVB ($p < 0.01$; ES = 0.58) e PVT ($p < 0.01$; ES = 0.56) o que reforça os achados de Youdas *et al*²² onde em seu estudo comparando a prancha frontal no solo com exercícios realizados na bola sob instabilidade, o OE foi consideravelmente mais ativado no STP (Stir-the-pot) (144 SD 108% MVIC) se comparado ao PPOF (Prone Plank On Floor) (76 SD 63% MVIC, $p < 0.001$) porém deve-se ter cautela ao analisar os resultados do estudo referido pois o teste de CIVM não se mostrou eficiente tendo em vista que os valores foram $>100\%$, contudo esta alta atividade do músculo nos exercícios

com superfícies instáveis reforça a importância no trabalho de estabilização do tronco e cintura escapular.

A resistência muscular é uma qualidade física que deve ser enfatizada no programa de estabilização do tronco, pois, segundo Neumann²³, durante o cotidiano, a estabilização da região lombar-pélvica deve ser mantida durante várias horas com a utilização de níveis moderados de atividade muscular, fator que ressalta a importância desses exercícios em um programa de treinamento do *core*. Além disso, segundo Catalayud *et al*²⁵, apenas com 25% das contrações isométricas voluntárias máximas são capazes para fornecer rigidez articular e aumentar a estabilização do tronco. O trabalho de fortalecimento dos músculos estabilizadores do tronco melhora a biomecânica dos movimentos o que auxilia na prevenção de lesões relacionadas ao esporte²⁴. A importância do controle neuromuscular do tronco não está relacionada apenas com o esporte, aplicado ao alto rendimento.

Ainda, segundo Campos¹⁹, vários movimentos da vida diária exigem contrações isométricas dos músculos abdominais e lombares para ajudarem na estabilização da coluna vertebral, desta forma, estes exercícios deveriam fazer parte de qualquer programa de condicionamento físico que pretenda melhorar a capacidade funcional das pessoas.

Baseado nos achados do presente trabalho, acredita-se que a utilização de estímulos variados (diferentes aparelhos) possa ser um fator importante para que possa ser respeitado dois princípios do treinamento desportivo, como a individualidade biológica e a variabilidade. O primeiro preconiza que o treinamento deve ser elaborado de maneira individualizada para melhor obtenção dos resultados, respeitando as limitações funcionais de cada sujeito, enquanto o segundo defende a idéia da variação de exercícios para melhorar a motivação, o desempenho e o bem estar psicológico dos atletas. Portanto, a utilização de diferentes equipamentos instáveis no treinamento de estabilização do tronco é importante para respeitar as dificuldades e as limitações de cada voluntário e para proporcionar uma variação nas rotinas de treinamento.

No presente estudo foi utilizado um grupo de voluntários do gênero masculino, relativamente jovens, saudáveis, fisicamente ativos e sem históricos de lombalgia, portanto, os resultados devem ser aplicados com precauções para diferentes populações, o que se torna um fator limitante deste trabalho.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a utilização das superfícies instáveis *balance e twist*, nos exercícios de estabilização do tronco (prancha ventral e lateral), produziu maior atividade EMG dos músculos abdominais (RA e OE), enquanto que a atividade EMG do músculo EE não foi influenciada pela utilização de diferentes superfícies instáveis.

REFERÊNCIAS

1. WILLARDSON, Jeffrey M. **Desenvolvendo o core**. Phorte Editora LTDA, 2017.
2. VINSTRUP, Jonas *et al.* Core muscle activity, exercise preference, and perceived exertion during core exercise with elastic resistance versus machine. **Scientifica**, v. 2015, 2015.
3. LARGHI, Nathália. Com quarentena, venda de itens para exercícios em casa cresce até 10 vezes. **Valor investe**, 2020. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/mercados/renda-variavel/empresas/noticia/2020/04/06/com-quarentena-venda-de-itens-para-exercicios-em-casa-cresce-ate-10-vezes.ghtml>.
4. FELDWIESER, Florian M. *et al.* 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.
5. LANDOW, Loren; HAFF, G. Gregory. Use of stability balls in strength and conditioning. **Strength & Conditioning Journal**, v. 34, n. 1, p. 48- 49, 2012.
6. WILLARDSON, Jeffrey M. *et al.* A comparison of trunk muscle activation: Ab Circle vs. traditional modalities. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 12, p. 3415-3421, 2010.
7. CZAPROWSKI, Dariusz *et al.* Abdominal muscle EMG-activity during bridge exercises on stable and unstable surfaces. **Physical therapy in sport**, v. 15, n. 3, p. 162-168, 2014.
8. BYRNE, Jeannette M. *et al.* Effect of using a suspension training system on muscle activation during the performance of a front plank exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 11, p. 3049-3055, 2014.

9. LIZARDO, Frederico Balbino *et al.* Análise eletromiográfica de músculos do abdome e reto femoral em exercícios abdominais com e sem superfície instável. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 32, n. 2, p. 171-180, 2018.
10. SANTOS, Phillippe Rodrigues Alves. **Análise eletromiográfica de músculos do tronco e percepção subjetiva de esforço no exercício prancha ventral até a exaustão com diferentes equipamentos instáveis**. 2020. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.787>.
11. DE LUCA, Carlo J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of applied biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135-163, 1997.
12. ESCAMILLA, Rafael F. *et al.* Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 40, n. 5, p. 265-276, 2010.
13. GARCÍA-VAQUERO, María Pilar *et al.* 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.
14. KONRAD, Peter. The ABC of EMG. In: KONRAD, P. (Eds.) **A practical introduction to kinesiological electromyography**. Scottsdale: Noraxon, 2005.
15. GREGORIO, Fabio Clemente *et al.* Comparison of the electromyographic activity of the abdominal and rectus femoris muscles during traditional crunch and Rock Gym® device. **Research on Biomedical Engineering**, v. 36, n. 1, p. 39-48, 2020.
16. MAEO, Sumiaki *et al.* Trunk muscle activities during abdominal bracing: comparison among muscles and exercises. **Journal of sports science & medicine**, v. 12, n. 3, p. 467, 2013.
17. Brown, Lee. E. **Treinamento de força**. Editora Manole, 2008.

18. DESAI, Imtiaz; MARSHALL, Paul WM. 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.
19. CAMPOS, M. A; NETO, B. C. **Treinamento funcional resistido**: Para melhoria da capacidade funcional e reabilitação de lesões musculoesqueléticas. Rio de Janeiro: Revinter, 2008.
20. BEHM, David G. *et al.* The use of instability to train the core musculature. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 35, n. 1, p. 91-108, 2010.
21. SUNDSTRUP, Emil *et al.* 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, 2012.
22. YOUDAS, James W. *et al.* Magnitudes of muscle activation of spine stabilizers in healthy adults during prone on elbow planking exercises with and without a fitness ball. **Physiotherapy theory and practice**, v. 34, n. 3, p. 212-222, 2018.
23. NEUMANN, D. A. **Cinesiologia do Aparelho Musculoesquelético: Fundamentos para Reabilitação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
24. SASAKI, Shizuka *et al.* Core-muscle training and neuromuscular control of the lower limb and trunk. **Journal of Athletic Training**, v. 54, n. 9, p. 959-969, 2019.
25. CALATAYUD, Joaquin *et al.* Progression of core stability exercises based on the extent of muscle activity. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 96, n. 10, p. 694-699, 2017.
26. SILVA, Fabricio HO *et al.* Comparison of the electromyographic activity of the trunk and rectus femoris muscles during traditional crunch and exercise using the 5-minute shaper device. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 34, n. 1, p. 1-10, 2020.