

Análise eletromiográfica de grupos musculares do *core* em diferentes exercícios de estabilização do tronco

Layne Rodrigues de Oliveira
Laboratório de Eletromiografia
Cinesiologia
Universidade Federal de
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-9482-0338

Andreia de Souza Macedo
Laboratório de Eletromiografia
Cinesiologia
Universidade Federal de
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0003-0952-6124

Fábio Clemente Gregório
Laboratório de Eletromiografia
Cinesiologia
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0003-3836-6254

Phillipe Rodrigues Alves Santos
Laboratório de Eletromiografia
Cinesiologia
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0001-9847-4172

Thiago Monte Fidade
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Biomédica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-6137-1687

Frederico Balbino Lizardo
Laboratório de Eletromiografia
Cinesiologia
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-5118-7616

Resumo — O *core* é uma região do tronco e tem papel fundamental na estabilização da coluna, fornecendo suporte em diversas atividades. Os exercícios de estabilização têm sido amplamente utilizados para o treinamento do *core*, seja para qualidade de vida ou alto rendimento. Objetivou-se analisar a atividade eletromiográfica de grupos musculares do *core* (abdominal (GA) e paravertebral (GP)) durante cinco variações de exercícios isométricos de estabilização do tronco: prancha ventral (PV), prancha lateral (PL), balanço para trás (BA), ponte (PO) e prancha dorsal (PD). A amostra foi composta por 10 voluntários do gênero masculino adultos, saudáveis e praticantes de atividade física regular (20,9±1,62 anos, 65,5±11,0 kg, 1,71±0,10m e 22,24±2,50 kg/m²). Utilizou-se eletrodos de superfície diferenciais simples nos músculos reto do abdome, oblíquo externo e interno do abdome, multífido e eretor da espinha. O sinal foi registrado por um eletromiógrafo computadorizado e quantificados pelos valores médios de RMS e normalizados (RMSn) pela Contração Isométrica Voluntária Máxima. A análise estatística foi realizada no programa GraphPad Prism, utilizado os testes Kolmogorov-Smirno e Anova. Os resultados demonstraram que a atividade eletromiográfica do GA foi maior nos exercícios BA, PV e PL, enquanto GP apresentou maiores resultados no PD, seguidos de PL e PO. Conclui-se que a atividade eletromiográfica dos grupos musculares sofreu variações de acordo com a biomecânica postural do exercício, tornando importante a utilização dos dados em programas de treinamento do *core*, levando em consideração a individualidade e a variabilidade.

Palavras-chaves — Core; Prancha Ventral; Eletromiografia; Prancha Lateral.

I. INTRODUÇÃO

O *core*, pode ser definido como a região do tronco, composta por estruturas osteoarticulares e musculares que produzem, controlam ou impedem movimentos nessa região do corpo. A sua estabilidade é fundamental como suporte para permitir a produção e transferência de força durante movimentos dos membros, além de auxiliar no suporte de cargas, prevenir disfunções, proteger a coluna e manter o controle postural¹.

O sistema ativo muscular, juntamente com os

subsistemas passivo e neural, são responsáveis de forma integrada pela estabilidade intervertebral², e são classificados como estabilizadores locais e globais. Os músculos locais possuem inserção nas vértebras e estão relacionados com a estabilidade segmentar da coluna durante movimentos do corpo e ajustes posturais (multífido [MU], transverso do abdome [TA] e oblíquo interno do abdome [OI]). Já o conjunto dos músculos globais possuem inserção em pontos anatômicos diferentes das vértebras, atuam na estabilização multisegmentar e na função de gerar movimentos de grande amplitude (reto do abdome [RA], oblíquo externo do abdome [OE] e eretor da espinha [EE])³.

A atuação de forma sinérgica dos grupos musculares do *core* é fundamental para proporcionar um equilíbrio que mantém a postura do tronco, mesmo quando ele está sob influência de fatores desestabilizadores⁴. Visto isso, a ocorrência de alterações no padrão de recrutamento dos músculos do tronco e disfunções musculares impõe consequências posturais desafiando a estabilidade da coluna, sendo, a fraqueza e a instabilidade muscular um fator causador de dor lombar⁵.

Exercícios de estabilização do tronco são métodos comuns e muito utilizados em programas de treinamento em *fitness*, esportes e reabilitação, pois desafiam a capacidade de controle do sistema motor para manter ou retomar a posição do tronco sob cargas internas e / ou externas, sendo assim importantes para o controle neuromuscular e estabilização da coluna vertebral. São exercícios que consistem na manutenção da coluna em posição neutra (com movimento mínimo associado do tronco), enquanto mantém a pelve levantada contra a gravidade, em diferentes posturas, pronada, supinada ou lateral⁶.

A escolha dos exercícios de estabilização que devem ser realizados em um programa de treinamento são constantemente baseadas em opiniões, experiências pessoais e “artigos” que podem ou não serem embasados em evidências científicas⁷. Porém, a escolha desses exercícios deve sempre ser fundamentada na eficácia e segurança, por isso a utilização da eletromiografia de

superfície representa uma ferramenta de avaliação inicial para estabelecer diferenças agudas na ativação muscular visto que permite avaliar a eficácia dos exercícios de estabilização analisando a intensidade da ativação muscular dos músculos do tronco⁸.

De acordo com Willardson (2017)¹, do ponto de vista prático, os músculos estabilizadores locais do *core* não podem ser treinados de forma independente dos estabilizadores globais, portanto, tanto os músculos locais como os globais são essenciais na formação de estabilidade vertebral suficiente para tarefas de movimentos complexos. Sendo assim, destaca-se a importância de analisar a ativação eletromiográfica dos músculos do *core* por grupos musculares, e não apenas isolados.

Desta forma, com a utilização da eletromiografia de superfície é possível proporcionar uma base teórica para direcionamento de programas de prevenção, reabilitação e treinamento esportivo que objetivam o desenvolvimento e fortalecimento do *core*.

Portanto, objetivou-se analisar a atividade eletromiográfica (EMG) de grupos musculares do *core* (abdominal e paravertebral) durante cinco variações de exercícios isométricos de estabilização do tronco. A hipótese deste estudo é que os diferentes exercícios de estabilização produzirão alterações diversas na atividade EMG dos grupos musculares abdominal e paravertebral.

II. MÉTODOS

Uma amostra de conveniência foi selecionada e composta por 10 voluntários do gênero masculino, adultos jovens saudáveis e praticantes de atividade física regular. Com idade entre $20,9 \pm 1,62$ anos, massa corporal $65,5 \pm 11,0$ kg, estatura $1,71 \pm 0,10$ m e Índice de Massa Corpórea $22,24 \pm 2,50$ kg/m². Como critérios de inclusão, todos os indivíduos deveriam ser praticantes de atividade física regular pelo menos três vezes por semana nos últimos três meses, incluindo treinamento resistido, ser considerado fisicamente ativo ou muito ativo, de acordo com a classificação do questionário internacional de atividade física (IPAQ versão curta), e possuir Índice de Massa Corporal (IMC) normal.

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. Também foram considerados como fatores de exclusão o uso de anti-inflamatórios, analgésicos ou de mio-relaxantes. Os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O estudo foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), com o número do parecer: 174.012.

A. Caracterização do estudo

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Eletromiografia Cinesiológica (LABEC), da UFU, em dois dias distintos. Na primeira sessão, os voluntários foram submetidos a uma avaliação física para determinação das características antropométricas e ao final realizaram a familiarização dos exercícios e da contração isométrica voluntária máxima (CIVM).

A coleta dos dados eletromiográficos ocorreu na segunda sessão, uma semana depois, no qual foram realizadas duas CIVM de 5 segundos com resistência manual e período de descanso de três minutos, para posterior normalização dos dados. Os testes de CIVM dos músculos do *core* foram realizados pelos voluntários de acordo com as respectivas funções musculares, conforme as recomendações da literatura específica^{9, 10}.

Após o término das CIVM, foram utilizados cinco minutos de intervalo e, posteriormente, os sujeitos realizaram todos os exercícios de estabilização: prancha lateral (PL), prancha ventral (PV), ponte (PO), balanço para trás (BA) e prancha dorsal (PD), (figura 1). A ordem destes foi aleatória por meio de sorteio. Cada sujeito executou duas repetições de cada exercício com cinco segundos de contração isométrica, com intervalo de 60 segundos entre as repetições e dois minutos entre os diferentes exercícios.

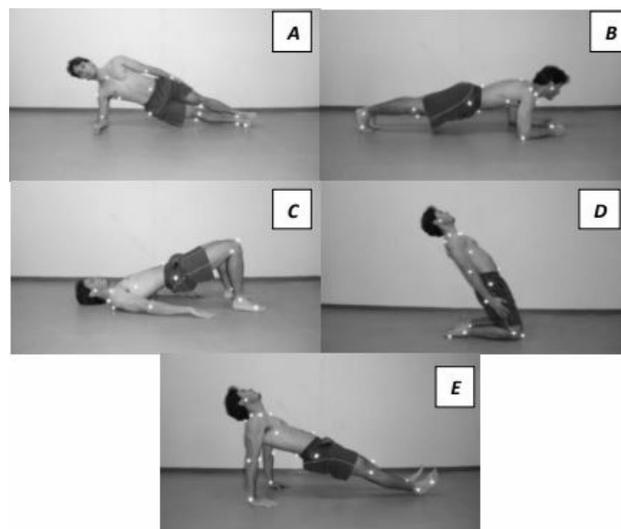


Figura 1: Exercícios de estabilização (A):prancha lateral (PL); (B): prancha ventral (PV); (C): ponte (PO); (D): balanço para trás (BA); (E): prancha dorsal (PD).

Para a captação dos sinais eletromiográficos, foram utilizados eletrodos de superfície diferenciais simples (DataHominis Tecnologia Ltda., Uberlândia, MG, Brasil) constituído por duas barras retangulares paralelas de prata pura de 10mm de comprimento, 1mm de largura e distância entre as barras de 10mm, com circuito pré-amplificador com ganho de 20 vezes, razão de rejeição em modo comum de 92 dB e razão sinal/ruído $<3\mu\text{V RMS}$. Os sinais EMG foram registrados dos seguintes músculos: reto do abdome (RA), oblíquo externo do abdome (OE), oblíquo interno do abdome (OI), multífido (MU) e eretor da espinha (EE), do antímero direito, seguindo recomendações da literatura.

Para o registro eletromiográfico, 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. O MyosystemBr1 P84 foi conectado a um laptop/notebook alimentado apenas por bateria. Os sinais eletromiográficos foram coletados e processados posteriormente usando um

aplicativo de software Myosystem Br1 (versão 3.5.6). A frequência de amostragem utilizada foi de 2000 Hz por canal durante toda a coleta, e os sinais eletromiográficos foram submetidos a um filtro passa-alta de 20 Hz e passa-baixa de 500 Hz.

Os valores brutos de RMS de cada músculo foram processados e analisados utilizando-se o software Myosystem br1 (versão 3.5.6) a partir de uma janela de tempo de 3 segundos centrais, correspondendo ao trecho médio da atividade eletromiográfica. 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 de RMS obtido das duas repetições de CIVM.

Posteriormente, para análise estatística, foram criados dois grupos musculares: grupo abdominal (GA: RA, OE e OI) e grupo paravertebral (GP: EE e MU). A média da atividade EMG (RMSn) de cada grupo foi calculado da seguinte forma: $(RA + OE + OI)/3 = GA$; $(EE + MU)/2 = GP$, seguindo as descrições da literatura específica¹¹.

B. Análise estatística

A análise estatística foi realizada pelo programa GraphPad Prism (versão 8.4 – Graphpad Software, Inc). Teste Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados e, posteriormente, análise de variância de medidas repetidas de um fator (ANOVA) foi utilizada para: 1) comparação dos valores médios de RMSn do grupo muscular abdominal (GA) entre os diferentes exercícios; 2- comparação dos valores médios de RMSn do grupo muscular paravertebral (GP) entre os diferentes exercícios, sendo que em todas as análises foi realizado o teste de comparações múltiplas de Bonferroni para verificar onde havia diferença. O nível de significância foi estabelecido em 5% ($p < 0,05$).

III. RESULTADOS

A. Grupo Abdominal

A atividade EMG do grupo abdominal (GA) nos exercícios BA (19.95 ± 3.26), PV (16.43 ± 2.59) e PL (19.66 ± 2.32) foram significativamente maiores em comparação aos exercícios PO (2.32 ± 0.43 ; $p < 0.001$) e PD (4.40 ± 0.83 ; $p < 0.001$).

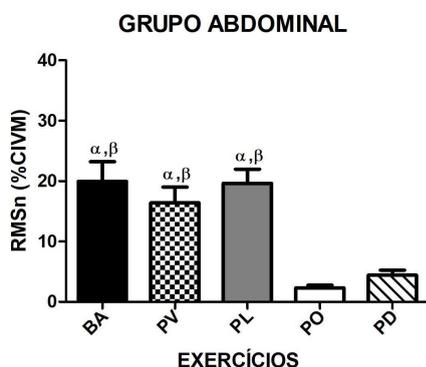


Figura 2: Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do Grupo Abdominal (RA, OE e OI) durante os exercícios de estabilização do tronco: Balanço para trás (BA), prancha ventral (PV), prancha lateral (PL), ponte (PO) e prancha dorsal (PD). α significativamente maior em comparação PO; β significativamente maior em comparação PD.

B. Grupo Paravertebral

A atividade EMG do grupo paravertebral (GP) no exercício PD (40.85 ± 4.92) foi significativamente maior em comparação aos outros exercícios (BA= 6.12 ± 1.62 , $p < 0.001$; PV= 3.41 ± 0.78 , $p < 0.001$; PL= 27.20 ± 3.27 , $p < 0.001$; PO= 26.19 ± 3.45 , $p < 0.001$).

A atividade EMG do GP nos exercícios PL e PO foram significativamente maiores em comparação aos exercícios BA ($p < 0.001$) e PV ($p < 0.001$).

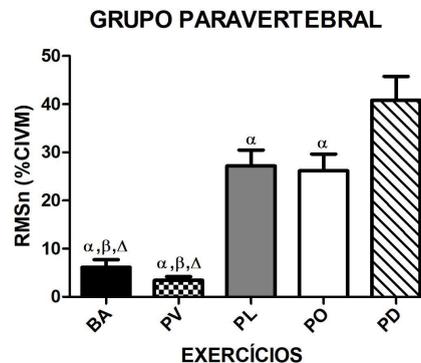


Figura 2: Comparação dos valores de RMSn (% CIVM) do Grupo Paravertebral (EE e MU) durante os exercícios de estabilização do tronco: Balanço para trás (BA), prancha ventral (PV), prancha lateral (PL), ponte (PO) e prancha dorsal (PD). α significativamente menor em comparação PD; β significativamente menor em comparação PL; Δ significativamente menor em comparação PO.

IV. DISCUSSÃO

No presente estudo analisou-se a atividade eletromiográfica de grupos musculares do core (abdominal e paravertebral) durante cinco variações de exercícios isométricos de estabilização do tronco, e os resultados demonstraram que essas variações provocaram respostas diferentes nos grupos musculares. O grupo abdominal apresentou maior atividade eletromiográfica nos exercícios de BA, PV E PL, enquanto o grupo paravertebral demonstrou maior atividade eletromiográfica no exercício PD, seguido pelos exercícios PL e PO.

Podem-se observar por meio dos resultados, que ocorreu uma ativação preferencial do grupo muscular de acordo com atuação da força da gravidade, sendo que os exercícios de prancha ventral, lateral e balanço para trás estão relacionados com o grupo abdominal, e os exercícios de prancha dorsal, ponte e prancha lateral, relacionados com o grupo paravertebral. Dessa forma a ativação muscular sofreu variações de acordo com a biomecânica postural do exercício de estabilização isométrico, para promover a manutenção da posição neutra da coluna vertebral contra forças desestabilizadoras. Esses achados corroboram com os estudos de García-Vaquero, et al., (2012)⁹ que demonstraram maior atividade eletromiográfica dos músculos RA, OE e OI durante os exercícios de prancha ventral e lateral, e também no exercício de prancha dorsal, os valores do sinal eletromiográfico dos eretores e multifído foram maiores. Vera- Garcia, et al., (2013)⁸, também encontrou resultados semelhantes, dessa forma fica evidente atuação dos grupos musculares para estabilizar o tronco em diferentes variações posturais (pronada, supinada e lateral). Entretanto, é importante ressaltar que a maior atividade de um grupo, não anula a ativação do outro, visto que eles atuam de forma sinérgica para a estabilização do tronco.

Apesar das diferenças biomecânicas entre exercícios prancha ventral, (decúbito ventral com apoio do antebraço e dos pés), prancha lateral (decúbito lateral, com

apoio do antebraço direito e pé direito), e balanço para trás (ajoelhados, braços ao lado do corpo e tronco inclinado para trás), não houve diferença de atividade EMG no grupo abdominal, visto que os três exercícios tiveram atividade similar. No exercício de estabilização BA, o grupo muscular abdominal atua de forma a “segurar o tronco”, evitando uma hiperextensão da coluna e a queda para trás do indivíduo, contra a força da gravidade e gera uma resistência, mantendo a isometria do exercício. O mesmo ocorre na prancha ventral, onde a atuação do GA, que na biomecânica do exercício fica posicionado na parte inferior, sustenta o tronco diante dos fatores desestabilizadores.

Na prancha lateral, pode-se perceber uma atividade eletromiográfica relativamente alta, tanto no grupo abdominal, quanto no grupo paravertebral, visto que analisando o grupo paravertebral a PL, obteve uma atividade muscular significativamente maior que o BA e PV. Pela posição do corpo, pode-se concluir que os grupos atuam como sinergistas para manter a estabilidade e a postura do tronco elevada durante o exercício. Vera- Garcia, et al., (2013)⁸, encontra resultados similares, ao obter uma ativação eletromiográfica alta nos músculos RA e EE, durante a realização da prancha lateral.

Escamilla et al., (2010)¹², apresenta uma classificação do nível de atividade muscular onde de 0% a 20% da CIVM é uma atividade baixa, de 21% a 40% moderada, de 41% a 60% alta e acima de 60% muito alta. Sendo assim, é importante ressaltar que mesmo fazendo uma análise EMG por grupo muscular os valores obtidos estão em níveis de intensidade baixa ou moderada, o que indica que não é necessário gerar altos níveis de ativação para estabilizar a coluna diante das forças a que é submetida, como ocorre também na maioria das ações realizadas diariamente⁸.

Essa variação na atividade eletromiográfica, conforme muda a posição do exercício de estabilização, é um importante fator na prescrição desses exercícios em programas de prevenção, treinamento ou esportivos, dessa forma pode-se direcionar o exercício conforme o objetivo de ativação muscular necessário, priorizando um treinamento individualizado. Pois, conforme afirma Santos (2020)¹³ o uso de diferentes exercícios é um fator importante para atender a dois princípios do treinamento desportivo, sendo um deles a individualidade biológica e o outro a variabilidade. Dessa forma, é possível elaborar programas individualizados que respeitem e atendam as características e limitações funcionais de cada indivíduo, além de manter uma variação de exercícios que podem melhorar a motivação, desempenho e bem estar psicológico.

Outros estudos também avaliaram por meio da eletromiografia, a atividade de grupos musculares do *core*, como Mueller et al., (2017)¹¹, que fez a análise em exercícios sensório-motores, como: postura em pé com abdução do quadril (em superfície estável, instável, e com perturbação); e bird dog nas mesmas condições. No presente trabalho não foram avaliados os mesmos exercícios tornando difícil a comparação, mas ressaltando a importância de avaliar grupos musculares, visto que, o trabalho do sistema ativo do *core*, é feito em conjunto por músculos locais e globais, o que facilita a compreensão da ativação conjunta dos estabilizadores do tronco. É imprescindível também que futuros estudos analisem o nível de co-contração global e local dos músculos flexores e extensores do tronco, para que se possa ter uma compreensão mais adequada do sistema ativo durante diferentes exercícios de estabilização.

Porém deve-se levar em consideração que os dados analisados foram com indivíduos saudáveis, o que deve ser levado em consideração ao aplicar os exercícios em diferentes populações. Sendo assim, novos estudos

analisando indivíduos com dores lombares torna-se necessário para novas conclusões.

O presente estudo apresenta algumas limitações, como por exemplo, o tempo de contração utilizado em cada exercício, que foi relativamente um tempo curto (5s). Visto que, os achados de Santos et al., (2020)¹³, apresenta que um maior tempo de exercício provoca o aumento significativo da atividade EMG, e permite maior recrutamento de unidades motoras necessárias para manter a integridade da coluna. Outro fator limitante foi o uso da resistência manual nos testes de contração isométrica voluntária máxima, o que pode influenciar nos valores obtidos durante as CIVM.

V. CONCLUSÃO

Conclui-se que o grupo muscular abdominal obteve um padrão de atividade eletromiográfica maior nos exercícios de balanço para trás, prancha ventral e prancha lateral, enquanto o grupo paravertebral apresentou maior ativação eletromiográfica nos exercícios de prancha dorsal, seguido pelos exercícios de ponte e prancha lateral. O padrão de atividade EMG dos grupos musculares, sofreu variações de acordo com a biomecânica postural do exercício, tornando importante a utilização dos dados em programas de treinamento do core levando em consideração a individualidade e a variabilidade.

REFERÊNCIAS

- [1] WILLARDSON, M. J. Desenvolvendo O Core. Phorte Editora, 2017. 264 p. WINTER, D. A. Biomechanics and motor control of human movement. New York: Wiley, 2005. p. 384.
- [2] MORITA, A. K.; MARQUES, N. R.; NAVEGA, M. T. Neuromuscular control strategies of the trunk antagonist muscles during the Biering-Sorensen test in individuals with recurrent low back pain and healthy subjects. *Motriz*, v. 22, n.4, p. 266-271, 2016.
- [3] MARQUES, N. R., HALLAI, C. Z., GONÇALVES, M. Padrão de co-ativação dos músculos do tronco durante exercícios com haste oscilatória. *Motriz*, v. 18, n.2, p. 245-252, 2012.
- [4] Neumann, D.A. Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: Fundamentos para Reabilitação. (GEN Guanabara Koogan, 2018).
- [5] GHAMKHAR, L., KAHLAEE, A. H. The effect of trunk muscle fatigue on postural control of upright stance: A systematic review. *Gait & Posture*. v. 72, p. 167-174, 2020.
- [6] VERA-GARCÍA, F. J., et al. Progressions of core stabilization exercises based on postural control challenge assessment. *European Journal of Applied Physiology*. v. 120, p. 567-577, 2020.
- [7] FIDALE, T. M. et al. Electromyographic Activity of the Rectus Abdominis Muscle during Physical Conditioning Exercises: A Systematic Review. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, v. 6,n.7, p. 495-506, 2019.
- [8] VERA-GARCÍA, F. J. et al. Trunk muscle activation in spine stabilization exercises: activación de los músculos del tronco en ejercicios de estabilización raquídea. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, v. 13, n. 52, p.673-685, set. 2013.
- [9] 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, p. 398-406, 2012.
- [10] 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, p. 510-515, 2012.
- [11] Mueller, J., et al. Effect of high-intensity perturbations during core-specific sensorimotor exercises on trunk muscle activation. *Journal of Biomechanics*. V. 17, p. 212-218, 2017.
- [12] ESCAMILLA, R. 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] SANTOS, Phillipe 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.