

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA - FAEFI  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

LARA MARIA PREVITALI FAGIANI  
IZABELA MACHADO DE FREITAS FERREIRA

Cinemática do tronco nos planos sagital e frontal ao longo da aprendizagem de uma tarefa  
nova: o *putting* do golfe

Uberlândia

2026

LARA MARIA PREVITALI FAGIANI  
IZABELA MACHADO DE FREITAS FERREIRA

Cinemática do tronco nos planos sagital e frontal ao longo da aprendizagem de uma  
tarefa nova: o *putting* do golfe

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Educação  
Física e Fisioterapia da Universidade  
Federal de Uberlândia como requisito  
parcial para obtenção do título de  
bacharel em Fisioterapia

Orientador: Prof. Dr. Thiago Ribeiro  
Teles dos Santos

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Drews

Coorientadora: Me. Gina Olívia Brigido  
da Costa Curi

Uberlândia

2026

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

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F155<br>2026 | <p>Fagiani, Lara Maria Previtali, 2004-</p> <p>Cinemática de tronco nos planos sagital e frontal ao longo da aprendizagem de uma tarefa nova: o putting do golfe [recurso eletrônico] / Lara Maria Previtali Fagiani. - 2026.</p> <p>Orientador: Thiago Ribeiro Teles dos Santos .<br/>Coorientadora: Gina Olivia Brigido da Costa Curi.<br/>Coorientador: Ricardo Drews .<br/>Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em Fisioterapia.<br/>Modo de acesso: Internet.<br/>Inclui bibliografia.<br/>Inclui ilustrações.</p> <p>1. Fisioterapia. I. , Thiago Ribeiro Teles dos Santos,1984-, (Orient.). II. Curi, Gina Olivia Brigido da Costa,1996-, (Coorient.). III. , Ricardo Drews,1988-, (Coorient.). IV. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Fisioterapia. V. Título.</p> <p>CDU: 615.8</p> |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

LARA MARIA PREVITALI FAGIANI  
IZABELA MACHADO DE FREITAS FERREIRA

Cinemática do tronco nos planos sagital e frontal ao longo da aprendizagem de uma  
tarefa nova: o *putting* do golfe

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Educação  
Física e Fisioterapia da Universidade  
Federal de Uberlândia como requisito  
parcial para obtenção do título de  
bacharel em Fisioterapia

Uberlândia, 05 de agosto de 2026

Banca Examinadora:

Thiago Ribeiro Teles dos Santos – UFU

Carolina Naves Oliveira – UFU

Elaine Gabrielly Borges – UFU

“Todos nós somos histórias no final ...  
apenas faça dela uma boa”

Doctor Who

“Um ouvinte apreciativo é sempre estimulante”

Agatha Christie

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a cinemática do tronco nos planos sagital e frontal durante a aprendizagem do *putting* em indivíduos sem experiência prévia no golfe. Vinte participantes foram distribuídos em grupo controle e grupo OPTIMAL. Ambos realizaram um protocolo experimental composto pelas fases de pré-teste, aquisição, retenção e transferência, em três dias consecutivos. As avaliações foram realizadas ao longo das diferentes fases do protocolo experimental, utilizando distâncias específicas em relação ao alvo (2,0 m, 2,5 m, 5,0 m e 5,5 m). O grupo OPTIMAL recebeu orientações adicionais baseadas na teoria OPTIMAL, composta por foco externo da atenção, suporte à autonomia e expectativas positivas de sucesso, enquanto o grupo controle recebeu apenas as instruções básicas para a execução das tacadas. A amplitude de movimento e a velocidade angular do tronco foram analisadas nos planos frontal e sagital a partir de filmagens obtidas com duas câmeras GoPro HERO11 e marcadores refletivos posicionados em pontos anatômicos. Os dados foram submetidos à análise de variância mista para avaliar os efeitos do grupo, da condição experimental e da interação entre esses fatores. Observou-se efeito significativo da condição experimental para todas as variáveis cinemáticas analisadas, indicando alterações na amplitude de movimento e na velocidade angular do tronco ao longo da aprendizagem. No entanto, não foram identificadas diferenças entre os grupos, tampouco interação entre grupo e condição. Esses achados sugerem que a prática da tarefa promoveu adaptações cinemáticas do tronco durante a aprendizagem do *putting*, independentemente da estratégia de instrução adotada, em indivíduos sem experiência prévia no golfe.

**Palavras-chave:** aprendizagem motora; cinemática do tronco; *putting*.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate trunk kinematics in the sagittal and frontal planes during the learning of the golf putting task in individuals with no previous golf experience. Twenty participants were allocated to either a control group or an OPTIMAL group. Both groups completed an experimental protocol consisting of pre-test, acquisition, retention, and transfer phases over three consecutive days. Assessments were performed throughout the different phases of the experimental protocol using specific distances from the target (2.0 m, 2.5 m, 5.0 m, and 5.5 m). The OPTIMAL group received additional instructions based on the OPTIMAL theory, including an external focus of attention, autonomy support, and enhanced expectancies for success, whereas the control group received only the basic instructions required to perform the putting task. Trunk range of motion and angular velocity were analyzed in the frontal and sagittal planes using recordings obtained from two GoPro HERO11 cameras and reflective markers placed on anatomical landmarks. Data were analyzed using a mixed analysis of variance to evaluate the effects of group, experimental condition, and the interaction between these factors. A significant effect of experimental condition was observed for all kinematic variables analyzed, indicating changes in trunk range of motion and angular velocity throughout the learning process. However, no significant differences were found between the groups, nor was there a significant interaction between group and condition. These findings suggest that task practice promoted trunk kinematic adaptations during golf putting learning regardless of the instructional strategy adopted in individuals with no previous golf experience.

**Keywords:** motor learning; trunk kinematics; putting.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                               |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Figura 1 – Representação do protocolo de tacadas realizadas.....                                              |  |
| Figura 2 – Relação das distâncias das tacadas até o buraco alvo.....                                          |  |
| Figura 3 – Vista sagital da análise, e marcadores utilizados.....                                             |  |
| Figura 4 – Disposição da câmera e dos refletores no plano frontal.....                                        |  |
| Figura 5 – Amplitude de movimento (A) e velocidade (B) do tronco no plano frontal ao longo das condições..... |  |
| Figura 6 – Amplitude de movimento (A) e velocidade (B) do tronco no plano sagital ao longo das condições..... |  |

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Estatística inferencial para as variáveis de amplitude de movimento e velocidade do tronco no plano frontal

Tabela 2 – Estatística inferencial para as variáveis de amplitude de movimento e velocidade do tronco no plano sagital

## SUMÁRIO

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>            | <b>10</b> |
| <b>2 MÉTODOS .....</b>               | <b>11</b> |
| <i>2.1 Procedimentos .....</i>       | <i>11</i> |
| <i>2.2 Redução dos dados .....</i>   | <i>16</i> |
| <i>2.3 Análise estatística .....</i> | <i>16</i> |
| <b>3 RESULTADOS .....</b>            | <b>16</b> |
| <b>4 DISCUSSÃO .....</b>             | <b>21</b> |
| <b>5 CONCLUSÃO .....</b>             | <b>23</b> |
| <b>6 REFERÊNCIAS .....</b>           | <b>24</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O golfe é uma modalidade esportiva praticada por indivíduos com diferentes níveis de habilidade, cujo desempenho é influenciado pela qualidade da execução das diferentes tacadas. (Hume *et al.*, 2005). Dentre elas, o *putting* é considerado a tacada de maior precisão da modalidade e caracteriza-se por um movimento pendular do taco, com o objetivo de impulsionar a bola em direção ao buraco-alvo, controlando sua direção e velocidade. (Grober, 2009). Essa tacada é considerada uma das mais desafiadoras do jogo, na qual pequenas variações no movimento podem alterar a trajetória final da bola (Bate, 1997; Richardson *et al.*, 2018; Merry *et al.*, 2022).

Durante o *putting*, o golfista mantém o tronco em posição sustentada de flexão, condição que modifica o posicionamento do centro de massa corporal e a relação entre o tronco, os membros superiores e o taco (Delphinus & Sayers, 2011). Nesse contexto, o tronco desempenha papel fundamental na execução da tacada, favorecendo o movimento necessário para direcionar a bola ao alvo. Estudos sugerem que a cinemática do tronco varia de acordo com as demandas da tarefa. Entre as variáveis investigadas, a inclinação do tronco no plano frontal tem sido descrita como um componente importante do processo de exploração e de adaptação funcional do movimento, podendo influenciar no posicionamento dos membros superiores e na condução do taco durante a execução da tacada (Robbins *et al.*, 2025; Willigenburg *et al.*, 2010). Além disso, foram observadas diferenças na posição e no movimento do tronco e da cintura escapular entre indivíduos com diferentes níveis de habilidade no *putting*, sugerindo que alterações cinemáticas nesses segmentos estão associadas ao desempenho da tarefa. (Lawrence *et al.*, 2012). Dessa forma, compreender como a cinemática do tronco se modifica ao longo da aprendizagem do *putting* pode contribuir para o entendimento das adaptações motoras envolvidas na aquisição dessa habilidade.

Com o objetivo de otimizar a aquisição de habilidades motoras, Wulf & Lewthwaite (2016) propuseram a teoria OPTIMAL, em que a aprendizagem é otimizada quando o ambiente de prática promove suporte à autonomia, expectativas positivas de sucesso e foco externo da atenção. Em conjunto, esses fatores potencializam a aquisição, a retenção e a transferência das habilidades motoras, além de aumentar a motivação e a confiança dos praticantes, favorecendo a execução do movimento e a reorganização das variáveis cinemáticas ao longo da aprendizagem motora. Embora os efeitos da teoria

OPTIMAL sobre o desempenho motor estejam bem estabelecidos, ainda não está claro como essas estratégias influenciam a cinemática durante a aprendizagem do *putting*.

Considerando isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a cinemática do tronco nos planos sagital e frontal durante a aprendizagem do *putting* em indivíduos sem experiência prévia no golfe, divididos em dois grupos: OPTIMAL e controle. A hipótese deste estudo foi que ambos os grupos apresentariam alterações na cinemática do tronco ao longo da aprendizagem, porém essas adaptações seriam mais pronunciadas no grupo OPTIMAL. Os achados deste estudo podem subsidiar métodos de ensino e treinamento mais eficientes no âmbito esportivo, além de contribuir para o avanço do conhecimento sobre a aprendizagem motora em habilidades esportivas de precisão.

## 2 MÉTODOS

Estudo experimental foi realizado com 20 participantes, alocados em dois grupos: controle (sete do sexo feminino e três do sexo masculino,  $22,8 \pm 2,20$  anos,  $167,2 \pm 8,7$  cm de altura,  $66,9 \pm 9,3$  kg de massa corporal) e OPTIMAL (sete do sexo feminino e três do sexo masculino,  $23,6 \pm 1,17$  anos,  $167,7 \pm 11,4$  cm de altura,  $66,5 \pm 14,0$  kg de massa corporal). Os critérios de inclusão foram idade entre 18 e 40 anos ausência de experiência prévia na prática do golfe e na execução do *putting*. Os critérios de exclusão foram presença de dor, histórico de cirurgia ortopédica e alterações cognitivas, neuromotoras, vestibulares ou visuais que pudessem comprometer a execução da tarefa ou a compreensão das instruções. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (CAAE: 45678321.6.0000.5152), e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### 2.1 Procedimentos

Todos os participantes assistiram a um vídeo demonstrativo da execução do *putting*, realizado por um golfista experiente, e receberam instruções verbais padronizadas sobre a execução da tarefa, incluindo a pegada, a postura e o posicionamento corporal. A orientação sobre a pegada consistiu em posicionar as mãos voltadas uma para a outra, mantendo o taco firme, porém sem tensionar excessivamente a musculatura das mãos e dos antebraços. Os participantes também foram orientados a manter leve flexão dos joelhos e do tronco a partir dos quadris, além de posicionar os pés

alinhados, afastados na largura dos ombros e com o peso corporal igualmente distribuído entre eles. Em ambos os grupos, o objetivo da tarefa foi acertar o centro do alvo. O grupo controle recebeu apenas essas instruções básicas para a execução da tarefa. Não foram fornecidas instruções específicas sobre a postura corporal e o balanço do taco. Além disso, a cor da bola de golfe foi definida pelo pesquisador, sem possibilidade de escolha pelo participante. O grupo OPTIMAL, por sua vez, recebeu as mesmas instruções básicas, acrescidas de orientações específicas sobre a postura corporal e o balanço do taco, e de suporte à autonomia, com a possibilidade de escolher a cor da bola (branca, vermelha ou azul). As bolas não possuíam nenhuma diferença além da cor, sendo permitida a troca da cor escolhida a cada dez tentativas, conforme a preferência do participante.

Ambos os grupos realizaram tacadas em três dias consecutivos. No primeiro dia, na fase de pré-teste, o participante realizou cinco tacadas a 2 m do alvo. Em seguida, na fase de aquisição, o participante realizou 60 tacadas a 2 m do alvo. No segundo dia, na fase de retenção após 24 h, o participante realizou 10 tacadas a 2 m do alvo. Na fase de transferência, o participante realizou 10 tacadas a 2,5 m do alvo. Na fase pré-teste complexa, o participante realizou cinco tacadas a 5 metros do alvo. Na fase de aquisição complexa, o participante realizou 60 tacadas a 5 m do alvo. No terceiro dia, na fase retenção 24 h complexa, o participante realizou 10 tacadas a 5 m do alvo. Na fase de transferência, o participante realizou 10 tacadas a 5,5 m do alvo (Figuras 1 e 2).

Figura 1 – Representação do protocolo experimental.

| PROTOCOLO DE TACADAS – GOLFE ( <i>Putting</i> )                                                                                                                                                                                                                                            |                               |                     |                                                                                               |                                                                            |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| DIA                                                                                                                                                                                                                                                                                        | QUANTIDADE DE TACADAS (TOTAL) | DISTÂNCIA DO BURACO | TACADAS ANALISADAS                                                                            | DESCRIÇÃO                                                                  | REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA                                                             |
| DIA 1<br>                                                                                                                                                                                               | 5                             | 2 m                 | 1, 3, 5    | Tacadas iniciais para avaliação de desempenho antes da aquisição.          |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 60                            | 2 m                 | 1, 30, 60  | Prática para aquisição da habilidade na distância de 2 metros.             |  |
| DIA 2<br>                                                                                                                                                                                               | 10                            | 2 m                 | 1, 5, 10   | Avaliação da retenção da habilidade 24 horas após a aquisição.             |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 10                            | 2,5 m               | 1, 5, 10   | Avaliação da transferência da habilidade para uma nova distância.          |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5                             | 5 m                 | 1, 3, 5    | Tacadas iniciais para avaliação de desempenho antes da aquisição complexa. |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 60                            | 5 m                 | 1, 30, 60  | Prática para aquisição da habilidade na distância de 5 metros.             |  |
| DIA 3<br>                                                                                                                                                                                               | 10                            | 5 m                 | 1, 5, 10   | Avaliação da retenção da habilidade 24 horas após a aquisição complexa.    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 10                            | 5,5 m               | 1, 5, 10   | Avaliação da transferência da habilidade para uma nova distância.          |  |
|  BOLA: posição inicial              ----- TRAJETÓRIA DA TACADA  BURACO: alvo da tacada              Obs.: m = metros |                               |                     |                                                                                               |                                                                            |                                                                                       |

Nota: Imagem gerada por inteligência artificial (ChatGPT)

Figura 2 – Relação das distâncias das tacadas até o buraco alvo

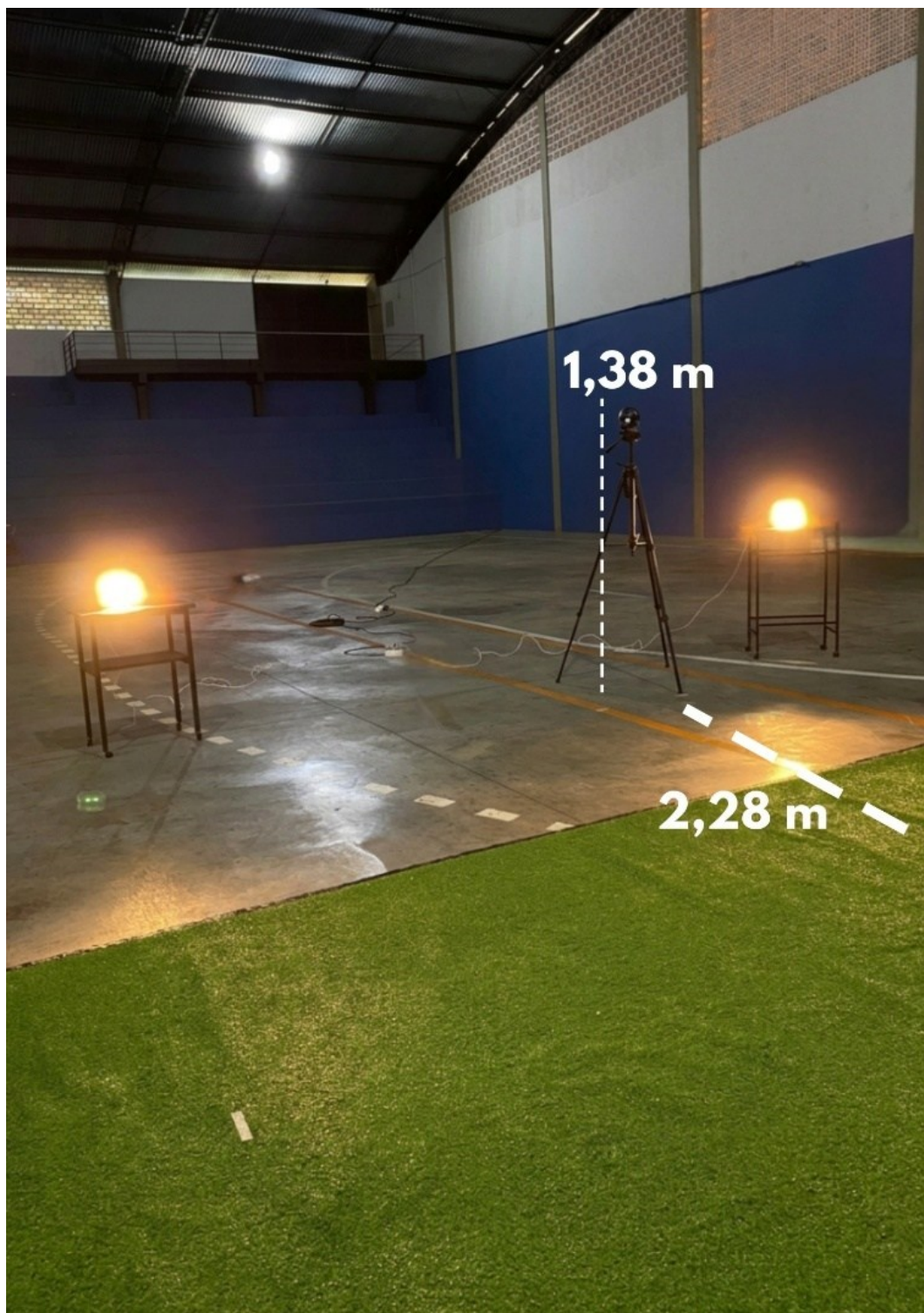


Figura 3 – Vista sagital da análise, e marcadores utilizados



Os dados foram coletados por meio de filmagens em alta resolução (1080 p / 60 fps), com duas câmeras GoPro HERO11, posicionadas para capturar os planos frontal e sagital do tronco (Figura 4). Marcadores refletivos foram colocados nas seguintes proeminências ósseas: na região anterior e lateral do acrômio e no trocânter maior do fêmur, bilateralmente (Figura 3).

Figura 4 – Disposição da câmera e dos refletores no plano frontal



## 2.2 Redução dos dados

Os dados cinemáticos do tronco foram analisados no software Kinovea versão 0.9.5. Para a análise do plano frontal, extraiu-se o ângulo formado entre os marcadores posicionados anteriormente sobre os acrômios e a horizontal. Para o plano sagital, foi extraído o ângulo formado entre o marcador posicionado sobre o trocânter maior do fêmur e o marcador posicionado sobre o acrômio lateral, em relação à vertical. (Okuda *et al.*, 2010). Após isso, calculou-se, para cada tacada, a amplitude de movimento (ADM), definida como a diferença entre os valores máximo e mínimo do ângulo durante a tacada, e a velocidade angular do tronco, obtida pela razão entre a ADM e a duração da tacada. A média dessas variáveis em cada condição experimental foi utilizada para a análise estatística.

## 2.3 Análise estatística

A estatística descritiva a partir do cálculo da média e do desvio padrão foi realizada para caracterizar as variáveis de desfecho. A análise de variância (ANOVA) mista foi utilizada para verificar o efeito da condição, do grupo e da interação condição e grupo nas variáveis ADM e velocidade angular do tronco nos planos frontal e sagital. Na presença de efeito significativo da condição e interação, foi realizada a análise *post hoc* com ajuste de Bonferroni. O tamanho de efeito  $f$  e  $d$  de Cohen foram calculados e interpretados como pequeno ( $f = 0,10$  e  $d = 0,20$ ), médio ( $f = 0,25$  e  $d = 0,50$ ), e grande ( $f = 0,40$  e  $d = 0,80$ ). O nível de significância de 0,05 foi utilizado em todas as análises. As análises foram realizadas no JASP versão 0.95.1 (JASP Team, 2025).

## 3 RESULTADOS

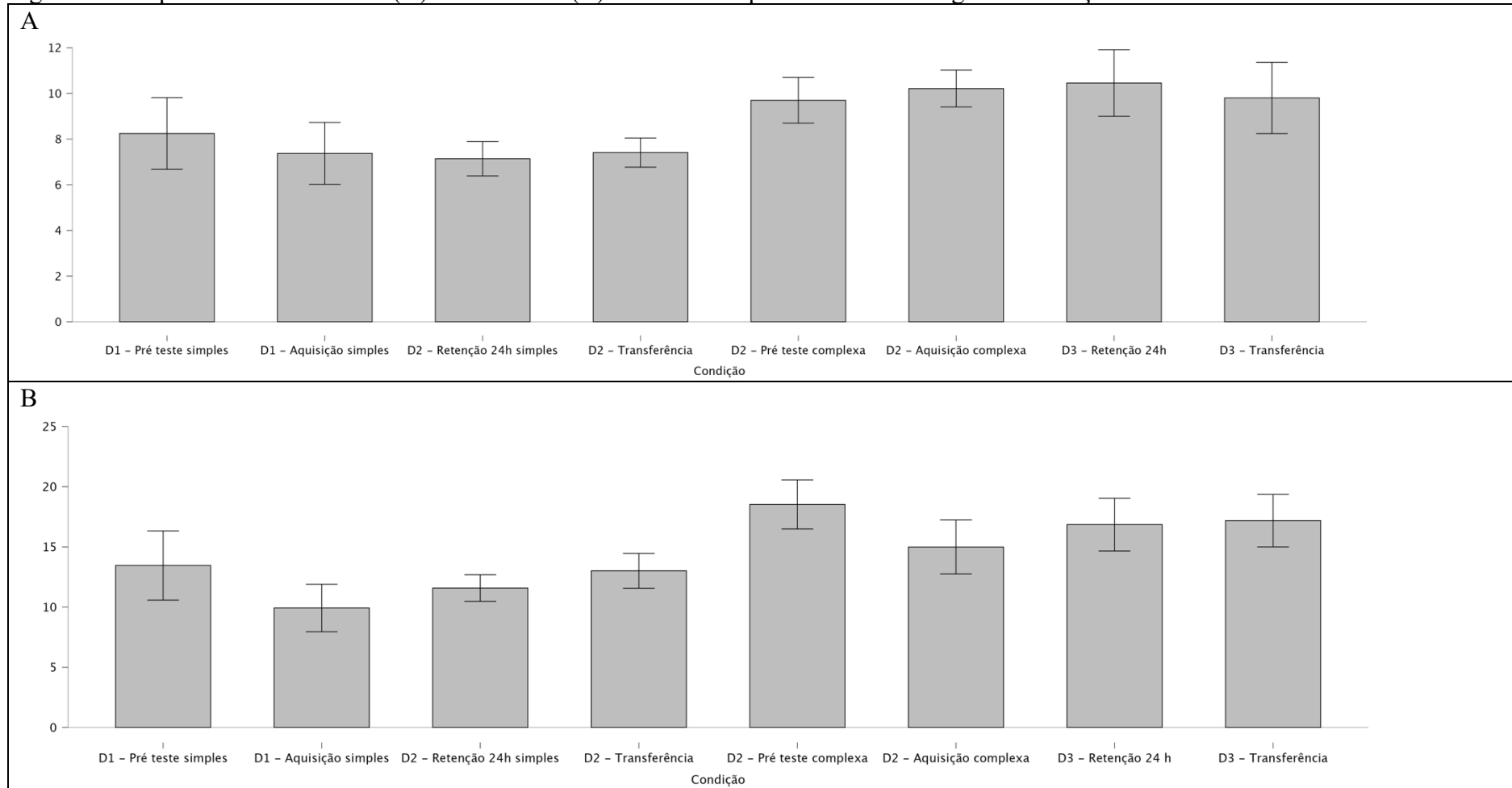
Os resultados da ANOVA mista para as variáveis cinemáticas do tronco nos planos frontal e sagital estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Para todas as variáveis analisadas, houve efeito significativo da condição, mas não houve efeito significativo para grupo e interação. Os resultados das comparações par a par para o efeito condição estão apresentados nas respectivas tabelas. Além disso, as variáveis cinemáticas do tronco nos planos frontal e sagital ao longo das condições experimentais estão representadas nas Figuras 5 e 6, respectivamente.

Tabela 1 – Estatística inferencial para as variáveis de amplitude de movimento e velocidade do tronco no plano frontal

| Variável      | ANOVA                                     |                                         |                                         | Post hoc               |                    |                        |                        |                          |                          |                          |                          |                          |
|---------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|               | Efeito Principal                          |                                         |                                         | Dia 1                  |                    | Dia 2                  |                        | Dia 3                    |                          |                          |                          |                          |
|               | Condição                                  | Grupo                                   | Interação                               | Aquisição              | Retenção 24 h      | Transf.                | Pré-teste complexa     | Aquisição complexa       | Retenção 24 h            | Transf.                  |                          |                          |
| ADM           | $p = 0,002^*$<br>f = 0,58<br>Poder = 1,00 | $p = 0,646$<br>f = 0,11<br>Poder = 0,10 | $p = 0,229$<br>f = 0,29<br>Poder = 0,91 | Dia 1                  | Pré-teste          | $p = 1,00$<br>d = 0,24 | $p = 1,00$<br>d = 0,30 | $p = 1,00$<br>d = 0,23   | $p = 1,00$<br>d = 0,39   | $p = 0,81$<br>d = 0,53   | $p = 1,00$<br>d = 0,60   | $p = 1,00$<br>d = 0,24   |
|               |                                           |                                         |                                         |                        | Aquisição          |                        | $p = 1,00$<br>d = 0,06 | $p = 1,00$<br>d = 0,01   | $p = 0,56$<br>d = 0,63   | $p = 0,05$<br>d = 0,77   | $p = 0,33$<br>d = 0,83   | $p = 1,00$<br>d = 0,65   |
|               |                                           |                                         |                                         |                        | Retenção 24 h      |                        | $p = 1,00$<br>d = 0,07 | $p = 0,01^*$<br>d = 0,69 | $p < 0,01^*$<br>d = 0,83 | $p = 0,04^*$<br>d = 0,89 | $p = 0,29$<br>d = 0,72   |                          |
|               |                                           |                                         |                                         | Dia 2                  | Transferência      |                        |                        | $p = 0,01^*$<br>d = 0,62 | $p < 0,01^*$<br>d = 0,76 | $p = 0,02^*$<br>d = 0,82 | $p = 0,15$<br>d = 0,65   |                          |
|               |                                           |                                         |                                         |                        | Pré-teste complexa |                        |                        |                          | $p = 1,00$<br>d = 0,14   | $p = 1,00$<br>d = 0,20   | $p = 1,00$<br>d = 0,03   |                          |
|               |                                           |                                         |                                         |                        | Aquisição complexa |                        |                        |                          |                          | $p = 1,00$<br>d = 0,07   | $p = 1,00$<br>d = 0,11   |                          |
|               |                                           |                                         |                                         | Dia 3                  | Retenção 24 h      |                        |                        |                          |                          |                          | $p = 1,00$<br>d = 0,18   |                          |
|               |                                           |                                         |                                         |                        | Dia 1              | Pré-teste              | $p = 0,07$<br>d = 0,55 | $p = 1,00$<br>d = 0,29   | $p = 1,00$<br>d = 0,07   | $p = 0,53$<br>d = 0,79   | $p = 1,00$<br>d = 0,24   | $p = 1,00$<br>d = 0,53   |
|               |                                           |                                         |                                         | Aquisição              |                    |                        | $p = 1,00$<br>d = 0,26 | $p = 0,30$<br>d = 0,48   | $p < 0,01^*$<br>d = 1,33 | $p = 0,03^*$<br>d = 0,78 | $p = 0,01^*$<br>d = 1,07 | $p = 0,01^*$<br>d = 1,12 |
|               |                                           |                                         |                                         | Retenção 24 h          |                    |                        | $p = 0,99$<br>d = 0,22 | $p < 0,01^*$<br>d = 1,07 | $p = 0,14$<br>d = 0,53   | $p = 0,01^*$<br>d = 0,82 | $p = 0,01^*$<br>d = 0,87 |                          |
| Transferência |                                           |                                         | $p < 0,01^*$<br>d = 0,85                | $p = 0,59$<br>d = 0,31 |                    | $p = 0,22$<br>d = 0,59 | $p = 0,13$<br>d = 0,65 |                          |                          |                          |                          |                          |
| Velocidade    | $p < 0,001^*$<br>f = 0,74<br>Poder = 1,00 | $p = 0,132$<br>f = 0,37<br>Poder = 0,56 | $p = 0,057$<br>f = 0,38<br>Poder = 0,97 | Dia 2                  | Pré-teste complexa |                        |                        |                          | $p = 0,42$<br>d = 0,55   | $p = 1,00$<br>d = 0,26   | $p = 1,00$<br>d = 0,21   |                          |
|               |                                           |                                         |                                         |                        | Aquisição complexa |                        |                        |                          |                          | $p = 1,00$<br>d = 0,29   | $p = 1,00$<br>d = 0,34   |                          |
|               |                                           |                                         |                                         |                        | Retenção 24 h      |                        |                        |                          |                          |                          | $p = 1,00$<br>d = 0,05   |                          |

Legenda: Transf.:Transferência; ADM: amplitude de movimento; \*:p<0,05.

Figura 5 – Amplitude de movimento (A) e velocidade (B) do tronco no plano frontal ao longo das condições



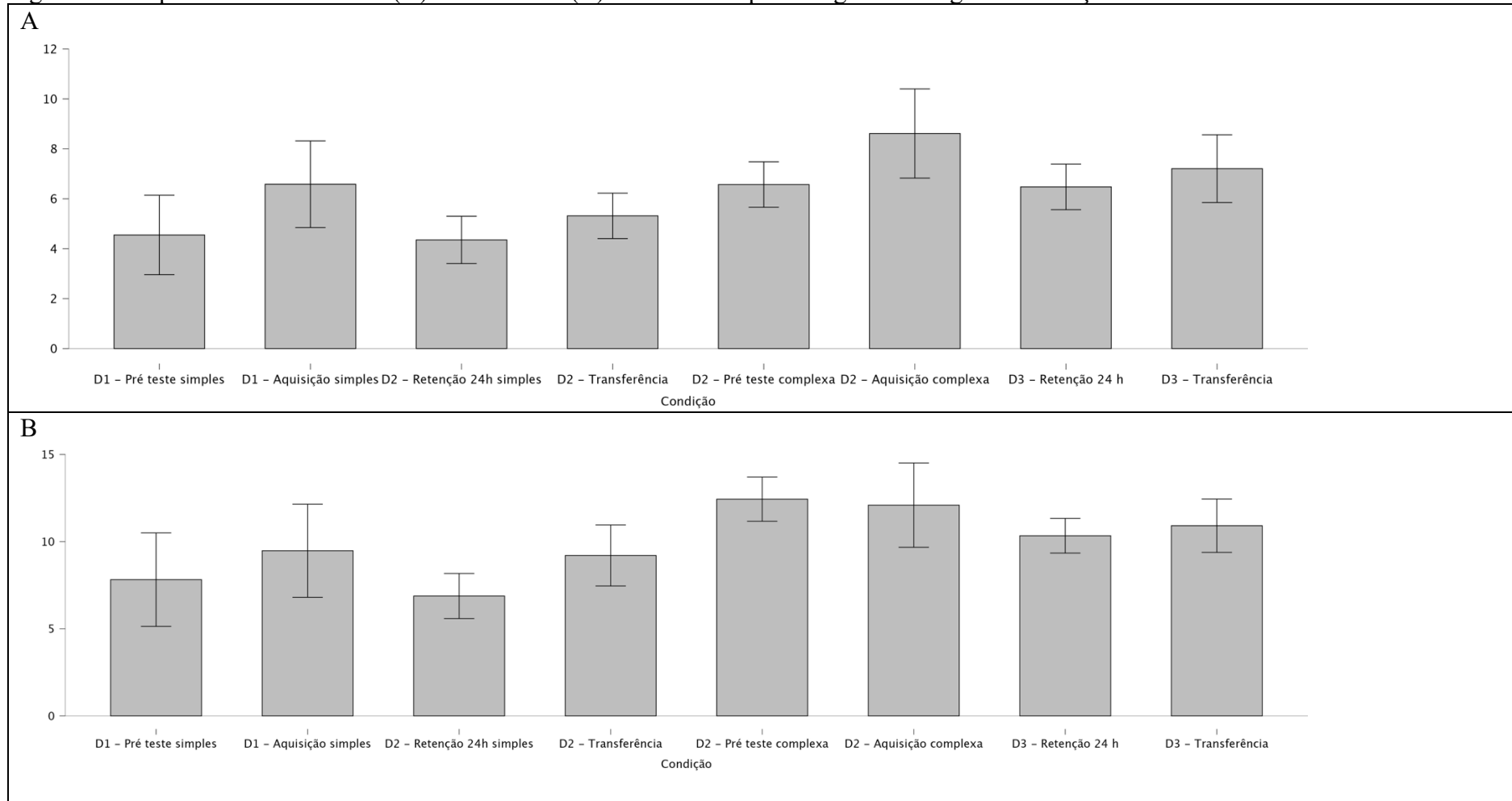
**Nota:** Barra de erro: Intervalo de confiança de 95%; D1: Dia 1; D2: Dia 2; D3: Dia 3.

Tabela 2 – Estatística inferencial para as variáveis de amplitude de movimento e velocidade do tronco no plano sagital

| Variável | ANOVA                                       |                                           |                                           | Post hoc   |                                             |                                           |                                           |                          |                            |                            |                          |                          |                            |                            |                            |                            |
|----------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|          | Efeito Principal                            |                                           | Interação                                 | Dia 1      |                                             | Dia 2                                     |                                           | Dia 3                    |                            |                            |                          |                          |                            |                            |                            |                            |
|          | Condição                                    | Grupo                                     |                                           | Aquisição  | Retenção 24 h                               | Transf.                                   | Pré-teste complexa                        | Aquisição complexa       | Retenção 24 h              | Transf.                    |                          |                          |                            |                            |                            |                            |
| ADM      | $p = 0,005^*$<br>$f = 0,53$<br>Poder = 0,99 | $p = 0,367$<br>$f = 0,22$<br>Poder = 0,23 | $p = 0,361$<br>$f = 0,25$<br>Poder = 0,61 | Dia 1      | Pré-teste                                   | $p = 0,05$<br>$d = 0,50$                  | $p = 1,00$<br>$d = 0,05$                  | $p = 1,00$<br>$d = 0,19$ | $p = 0,91$<br>$d = 0,50$   | $p = 0,30$<br>$d = 1,00$   | $p = 1,00$<br>$d = 0,47$ | $p = 1,00$<br>$d = 0,65$ |                            |                            |                            |                            |
|          |                                             |                                           |                                           |            | Aquisição                                   |                                           | $p = 0,50$<br>$d = 0,55$                  | $p = 1,00$<br>$d = 0,31$ | $p = 1,00$<br>$d = 0,003$  | $p = 1,00$<br>$d = 0,50$   | $p = 1,00$<br>$d = 0,03$ | $p = 1,00$<br>$d = 0,15$ |                            |                            |                            |                            |
|          |                                             |                                           |                                           |            | Retenção 24 h                               |                                           |                                           | $p = 1,00$<br>$d = 0,24$ | $p < 0,01^*$<br>$d = 0,54$ | $p = 0,02^*$<br>$d = 1,04$ | $p = 0,26$<br>$d = 0,52$ | $p = 0,15$<br>$d = 0,70$ |                            |                            |                            |                            |
|          |                                             |                                           |                                           | Dia 2      | Transferência                               |                                           |                                           |                          | $p = 1,00$<br>$d = 0,31$   | $p = 0,02^*$<br>$d = 0,81$ | $p = 0,28$<br>$d = 0,28$ | $p = 0,10$<br>$d = 0,46$ |                            |                            |                            |                            |
|          |                                             |                                           |                                           |            | Pré-teste complexa                          |                                           |                                           |                          |                            | $p = 0,95$<br>$d = 0,50$   | $p = 1,00$<br>$d = 0,02$ | $p = 1,00$<br>$d = 0,16$ |                            |                            |                            |                            |
|          |                                             |                                           |                                           |            | Aquisição complexa                          |                                           |                                           |                          |                            |                            | $p = 0,93$<br>$d = 0,52$ | $p = 1,00$<br>$d = 0,35$ |                            |                            |                            |                            |
|          |                                             |                                           |                                           | Dia 3      | Retenção 24 h                               |                                           |                                           |                          |                            |                            |                          | $p = 1,00$<br>$d = 0,18$ |                            |                            |                            |                            |
|          |                                             |                                           |                                           | Velocidade | $p = 0,009^*$<br>$f = 0,51$<br>Poder = 0,99 | $p = 0,247$<br>$f = 0,28$<br>Poder = 0,36 | $p = 0,193$<br>$f = 0,30$<br>Poder = 0,79 | Dia 1                    | Pré-teste                  | $p = 1,00$<br>$d = 0,26$   | $p = 1,00$<br>$d = 0,15$ | $p = 1,00$<br>$d = 0,22$ | $p = 0,30$<br>$d = 0,73$   | $p = 1,00$<br>$d = 0,40$   | $p = 1,00$<br>$d = 0,49$   | $p = 1,00$<br>$d = 0,58$   |
|          |                                             |                                           |                                           |            |                                             |                                           |                                           |                          | Aquisição                  |                            | $p = 1,00$<br>$d = 0,41$ | $p = 1,00$<br>$d = 0,04$ | $p = 1,00$<br>$d = 0,47$   | $p = 1,00$<br>$d = 0,42$   | $p = 1,00$<br>$d = 0,14$   | $p = 1,00$<br>$d = 0,23$   |
|          |                                             |                                           |                                           |            |                                             |                                           |                                           |                          | Retenção 24 h              |                            |                          | $p = 1,00$<br>$d = 0,37$ | $p < 0,01^*$<br>$d = 0,88$ | $p = 0,03^*$<br>$d = 0,83$ | $p = 0,02^*$<br>$d = 0,55$ | $p = 0,02^*$<br>$d = 0,64$ |
| Dia 2    | Transferência                               |                                           |                                           |            |                                             |                                           |                                           |                          | $p = 0,03^*$<br>$d = 0,51$ | $p = 0,86$<br>$d = 0,46$   | $p = 1,00$<br>$d = 0,18$ | $p = 1,00$<br>$d = 0,27$ |                            |                            |                            |                            |
|          | Pré-teste complexa                          |                                           |                                           |            |                                             |                                           |                                           |                          |                            | $p = 1,00$<br>$d = 0,05$   | $p = 0,16$<br>$d = 0,33$ | $p = 1,00$<br>$d = 0,24$ |                            |                            |                            |                            |
|          | Aquisição complexa                          |                                           |                                           |            |                                             |                                           |                                           |                          |                            |                            | $p = 1,00$<br>$d = 0,28$ | $p = 1,00$<br>$d = 0,19$ |                            |                            |                            |                            |
| Dia 3    | Retenção 24 h                               |                                           |                                           |            |                                             |                                           |                                           |                          |                            |                            |                          | $p = 1,00$<br>$d = 0,09$ |                            |                            |                            |                            |

Legenda: Transf.:Transferência; \*:p&lt;0,05.

Figura 6 – Amplitude de movimento (A) e velocidade (B) do tronco no plano sagital ao longo das condições



**Nota:** Barra de erro: Intervalo de confiança de 95%; D1: Dia 1; D2: Dia 2; D3: Dia 3

## 4 DISCUSSÃO

Este estudo avaliou a cinemática do tronco nos planos sagital e frontal durante a aprendizagem do *putting* em indivíduos sem experiência prévia no golfe, divididos em dois grupos. Partiu-se da hipótese de que ambos os grupos apresentariam alterações na cinemática do tronco ao longo da aprendizagem, porém essas adaptações seriam mais pronunciadas no grupo OPTIMAL. Os resultados confirmaram parcialmente essa hipótese, visto que foram observadas modificações significativas na amplitude de movimento e na velocidade angular do tronco ao longo das diferentes condições experimentais (tamanho de efeito grande), o que confirma que a prática promoveu adaptações na cinemática do tronco. No entanto, não foram identificadas diferenças entre os grupos, tampouco interação entre grupo e condição, indicando que as alterações identificadas ocorreram de forma semelhante, independente da estratégia de instrução, feedback visual e escolha da cor da bola. Dessa forma, os achados sugerem que, nas fases na aprendizagem do *putting*, a própria prática da tarefa fez com que fosse o principal estímulo para modificação da cinemática do tronco.

No plano frontal, tanto a ADM quanto a velocidade angular apresentaram modificações durante as condições investigadas (tamanho de efeito médio a grande). A ADM modificou a partir das comparações do segundo dia, em que a retenção 24h e a transferência (tacadas realizadas a 2 m e 2,5 do alvo, respectivamente) apresentaram menor ADM que no pré-teste complexa e aquisição complexa do dia 2 e retenção 24 h do dia 3 (tacadas realizadas a 5 m do alvo). Essa diferença poderia ser explicada pela maior distância do alvo. Porém, não houve diferença da retenção 24h e transferência do dia 2 para a transferência do dia 3, em que o alvo estava a 5,5 m. Na velocidade, observou-se um aumento da aquisição dia 1 (tacadas realizadas a 2 m do alvo) com as demais condições a partir da pré-teste complexa (tacadas realizadas a mais de 5 m do alvo). Observou-se ainda aumento na velocidade da retenção 24h h do dia 2 (tacadas realizadas a 2 m do alvo) do que pré-teste complexa do dia 2 e retenção 24h e transferência do dia 3 (tacadas realizadas a mais de 5 m do alvo). Por fim, observou-se aumento da velocidade da transferência do dia 2 (tacadas realizadas a 2,5 m do alvo) comparada a pré-teste complexa (tacadas realizadas a 5 m do alvo). Analisando em conjunto, uma hipótese levantada é que, especialmente, na transferência do dia 3 (tacadas a 5,5 m do alvo), os participantes usaram a estratégia de transferir mais energia para o taco, sem modificar a ADM do tronco superior, uma vez que não diferiram em ADM, mas aumentaram a

velocidade. Em linhas gerais, as modificações no tronco superior podem ser interpretadas como estratégia para favorecer o posicionamento dos membros superiores e, assim, do taco. Robbins *et al.* (2025) corroboram essa interpretação, uma vez que evidenciaram que alterações na inclinação do ombro apresentam adaptações funcionais às mudanças decorrentes das demandas do *putting*. Diante dos resultados encontrados, é possível afirmar a importância do plano frontal na adaptação postural, necessária para manter a estabilidade e o alinhamento do movimento durante a aprendizagem da tarefa.

No plano sagital, foram observadas menos diferenças nas comparações par a par entre as condições (tamanho de efeito médio a grande), o que pode ser decorrente da restrição de movimento do tronco nesse plano imposta pela tarefa de *putting*. A ADM aumentou, somente no segundo dia, entre a retenção 24 h (tacadas realizadas a 2 m do alvo) e pré-teste complexa e aquisição complexa (tacadas realizadas a 5 m do alvo), assim como entre transferência (tacadas realizadas a 2 m do alvo) e aquisição complexa. A velocidade aumentou entre a retenção 24 h no dia 2 (tacadas realizadas a 2 m do alvo) e pré-teste complexa e aquisição complexa do dia 2, assim como retenção 24h e transferência do dia 3 (todas tacadas realizadas > 5 m do alvo). Além disso, a velocidade, no dia 2, aumentou da transferência (tacadas realizadas a 2,5 m do alvo) e pré-teste complexa (tacadas realizadas a 5 m do alvo). Analisando em conjunto, uma hipótese levantada para interpretação dos achados no plano sagital se assemelha as do plano frontal: a ausência de diferença na ADM, especialmente das condições do dia 3, e o aumento de velocidade nas condições com o alvo mais distante, sugere que os participantes usaram a estratégia de transferir mais energia para o taco, sem modificar a ADM. Portanto, os resultados deste estudo sugerem um processo de otimização da transferência de energia ao taco por alterações na cinemática do tronco.

As modificações cinemáticas do tronco para lidar com a aprendizagem de uma tarefa nova podem ser interpretadas como uma maneira como o participante se expõe e explora soluções para que atinja o sucesso na tarefa, considerando as restrições impostas pela própria tarefa, pelo indivíduo e pelo ambiente (Davids et al., 2003; Hall, 2021; Bate, 1997). Além disso, os achados corroboram a interpretação de que a coordenação do tronco influencia a proficiência no *putting* (Delphinus e Sayers, 2012). Nesse sentido, as modificações cinemáticas de tronco parecem permear o objetivo de melhora do desempenho do *putting* (Lawrence *et al.*, 2012).

A ausência de efeito interação entre grupo e condição sugere que as estratégias adicionais decorrentes da teoria OPTIMAL não produziram adaptações cinemáticas do

tronco diferentes daquelas observadas no grupo controle. Uma possível interpretação é que seus efeitos – suporte à autonomia, o feedback social-comparativo e as instruções atencionais – podem se manifestar predominantemente em fatores de aprendizagem e desempenho, e não necessariamente na alteração de padrões cinemáticos. Do ponto de vista dos sistemas dinâmicos, a aprendizagem motora resulta da interação entre as restrições do indivíduo, da tarefa e do ambiente (Davids et al., 2003), de forma que as restrições impostas pela própria tarefa podem ter exercido maior influência sobre a organização do movimento do tronco do que as diferenças entre as intervenções. Assim, mesmo diante de estratégias de prática distintas, os participantes tenderam a adotar soluções motoras semelhantes para organizar às demandas mecânicas do *putting*, o que pode explicar a ausência de efeito de interação entre grupo e condição.

O estudo apresenta algumas limitações. A hipótese de que os achados cinemáticos seriam diferentes de acordo com o grupo não foi confirmada, uma vez que não foi identificado efeito interação. Apesar do poder estatístico ter sido alto para as variáveis no plano frontal ( $>0,90$ ), para o plano sagital, o poder pode ser classificado como moderado para velocidade e baixo para a ADM. Esse achado sugere que o tamanho amostral pode ter sido uma limitação para verificar o efeito interação nas variáveis do plano sagital. Além disso, a análise se restringiu à cinemática do tronco. A interpretação dos achados sugere que as modificações podem ter ocorrido para otimizar a transferência de energia para o taco, o que poderia ser investigado por variáveis cinéticas. Assim, estudos futuros com amostra maior, análise de outros segmentos corporais e de variáveis não só cinemáticas como também cinéticas poderão aprofundar a compreensão das adaptações envolvidas na aprendizagem do *putting*.

## 5 CONCLUSÃO

A ADM e a velocidade do tronco nos planos frontal e sagital modificaram-se ao longo da aprendizagem do *putting*, independente das instruções fornecidas aos participantes de cada grupo. Portanto, as adaptações observadas sugerem que a própria prática do *putting* foi o fator contribuinte pela mudança da cinemática do tronco.

## REFERÊNCIAS

- Bate, P. (1997). Motor control theories—Insights for therapists. *Physiotherapy*, 83(8), 397–405. [https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)65715-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(05)65715-X)
- Davids, K., Glazier, P., Araújo, D., & Bartlett, R. (2003). Movement systems as dynamical systems: The functional role of variability and its implications for sports medicine. *Sports Medicine*, 33(4), 245–260. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333040-00001>
- Delphinus, E. M., & Sayers, M. G. L. (2012). Putting proficiency: Contributions of the pelvis and trunk. *Sports Biomechanics*, 11(2), 212–222. <https://doi.org/10.1080/14763141.2011.637123>
- Grober, R. D. (2009). Resonance in putting. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.0903.1762>
- Hall, S. J. (2021). *Basic biomechanics* (8th ed.). McGraw Hill.
- Hume, P. A., Keogh, J., & Reid, D. (2005). The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots. *Sports Medicine*, 35(5), 429–449. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535050-00005>
- Lawrence, G. P., Gottwald, V. M., Khan, M. A., & Kramer, R. S. S. (2012). The movement kinematics and learning strategies associated with adopting different foci of attention during both acquisition and anxious performance. *Frontiers in Psychology*, 3, Article 468. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00468>
- Magee, D. J., Manske, R. C., Zachazewski, J. E., & Quillen, W. S. (2011). *Athletic and sport issues in musculoskeletal rehabilitation*. Saunders.
- Merry, C., Baker, J. S., Dutheil, F., & Ugbohue, U. C. (2021). Do kinematic study assessments improve accuracy and precision in golf putting? A comparison between elite and amateur golfers: A systematic review and meta-analysis. *Physical Activity and Health*, 5(1), 193–208. <https://doi.org/10.5334/paah.103>
- Okuda, I., Gribble, P., & Armstrong, C. (2010). Trunk rotation and weight transfer patterns between skilled and low skilled golfers. *Journal of Sports Science and Medicine* 9, 127–133
- Richardson, A. K., Mitchell, A. C. S., & Hughes, G. (2018). The effect of movement variability on putting proficiency during the golf putting stroke. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(6), 1151–1159. <https://doi.org/10.1177/1747954118768234>
- Robbins, S. M., Renaud, P., & Ugbohue, U. C. (2025). Kinematic alterations with changes in putting distance and slope incline in recreational golfers. *Bioengineering*, 12(1), Article 69. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12010069>

Willigenburg, N. W., Kingma, I., & van Dieën, J. H. (2010). How is precision regulated in maintaining trunk posture? *Experimental Brain Research*, 203(1), 39–49. <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2207-5>

Wulf G, Lewthwaite R. (2016). Optimizing performance through intrinsic motivation and attention for learning: The OPTIMAL theory of motor learning. *Psychon Bull Ver.*, 23(5):1382-1414. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0999-9>