

## ANÁLISE DO TEMPO DE RESPOSTA E DO TIPO DE ESTÍMULO EM ATLETAS DE VOLEIBOL E FUTSAL ESCOLAR DE AMBOS OS SEXOS

### ANALYSIS OF RESPONSE TIME AND TYPE OF STIMULUS IN SCHOOL VOLLEYBALL AND FUTSAL PLAYERS OF BOTH SEXES

Renan Guimarães Caldoncelli Franco<sup>1</sup>, Taiane da Silveira<sup>1</sup>, Ruy Batista Santiago Neto<sup>1</sup> e Frederico Souzalima Caldoncelli Franco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba-MG, Brasil.

#### RESUMO:

O tempo de resposta de uma ação motora pode ser impactado por fatores como idade, sexo, tipo de estímulo, especificidade motora, entre outros. Esse estudo investigou a diferença nos tempos de reação (TR), de movimento (TM) e de resposta (TTR) em atletas de voleibol e futsal para os sexos e tipo de estímulo. A amostra foi composta de 191 atletas em nível escolar. Utilizou-se o equipamento SPEED com 03 botões de contato e 02 sensores de estímulo [simples (S) e de escolha (E)]. Os resultados mostraram que atletas de voleibol apresentaram menores TR e TTR do que os de futsal, que liberos do voleibol tiveram desempenho superior que os ataques. Já no futsal, goleiros mostraram melhor desempenho que jogadores de linha, porém, goleiros não diferiram dos atletas de voleibol. Atletas masculinos exibiram menores TMS e TTRS que atletas femininos. Estímulo simples reduziu TR e TTR comparado ao estímulo de escolha. Já a mão dominante não afetou os tempos de resposta avaliados. Conclui-se que TR, TM e TTR variaram conforme a modalidade, posição do atleta, sexo e tipo de estímulo.

**Palavras-chave:** Tempo de movimento. Tempo de reação. Destreza motora. Futebol.

#### ABSTRACT

The response time of a motor action can be affected by factors such as age, gender, type of stimulus, motor specificity, among others. This study investigated the difference in reaction time (TR), movement time (TM) and response time (TTR) in volleyball and futsal athletes for gender and type of stimulus. The sample consisted of 191 school athletes. SPEED equipment was used with 03 contact buttons and 02 stimulus sensors [simple (S) and choice (E)]. The results showed that volleyball players had lower TR and TTR than futsal players, and that volleyball liberos performed better than attackers. In futsal, goalkeepers performed better than line players, but goalkeepers did not differ from volleyball players. Male athletes showed lower TMS and TTRS than female athletes. The simple stimulus reduced TR and TTR compared to the choice stimulus. The dominant hand did not affect the response times evaluated. It can be concluded that TR, TM and TTR varied according to sport, athlete position, gender and type of stimulus.

**Keywords:** Movement time. Reaction time. Motor dexterity. Soccer.

#### Introdução

Uma resposta motora é a ação transmitida pelas vias neuronais eferentes que passam pela medula espinal, ativando às unidades motoras para executar a ação motora desejada<sup>1</sup>. Neste contexto, o tempo de reação (TR) é considerado o intervalo de tempo para perceber o estímulo, processar a informação, realizar uma tomada de decisão e iniciar a resposta. Já o tempo de movimento (TM) é o intervalo de tempo entre o instante imediato após o início da resposta até o final da tarefa motora, sendo que a soma do TR e TM compõem o tempo total de resposta ( $TTR = TR + TM$ )<sup>2</sup>.

A neurofisiologia diferencia TR simples (TRS) e TR de escolha (TRE), onde no TRS apresenta-se um único estímulo cinestésico (visual, auditivo e/ou tátil) e se espera uma única resposta, já no TRE são apresentados mais de um estímulo exigindo a escolha de uma das possíveis respostas<sup>2</sup>. Badau *et al.*<sup>3</sup> afirmaram que essa resposta depende do tipo, intensidade e natureza do estímulo, além da complexidade da tarefa. Silva *et al.*<sup>4</sup> observaram valores de

TR visual que variavam de 150-301ms para estes parâmetros; e Zak *et al.*<sup>5</sup> demonstraram que normalmente o TRS é mais rápido aproximadamente 100ms do que o TRE.

O TR é uma habilidade neuromotora complexa influenciada por fatores, como: sexo, idade, mão dominante, aptidão física, tipo de estímulo, maturação corporal, entre outros<sup>6,7</sup>. Alguns estudos identificaram diferenças nos TR e TTR entre os sexos<sup>8,9</sup>. Spierer *et al.*<sup>9</sup> relataram que as mulheres exibem melhores respostas a estímulos semânticos, verbais e auditivos, já homens respondem melhor aos estímulos visuais e de natureza espacial. Sadler *et al.*<sup>10</sup> encontraram na literatura diversos estudos mostrando que os homens são mais rápidos do que as mulheres no TR e TTR. Huerta Ojeda *et al.*<sup>1</sup> verificaram que os homens foram mais rápidos que as mulheres nos TRS e TRE em adolescentes de 15 a 18 anos. Nieczuja-Dwojicka *et al.*<sup>11</sup> justificaram que esta diferença é devido à maior massa muscular dos homens, já Ervilha *et al.*<sup>12</sup> justificaram a diferença em função da quantidade de fibras musculares ativadas pelos homens. Contudo, Otero e Alonso<sup>8</sup> verificaram que mulheres exibiram menores TTR em comparação aos homens, o que demanda novos estudos para sanar esta lacuna.

Os atletas exibem TR mais rápidos do que os não atletas, podendo o TR variar conforme o nível técnico do jogador, posição em campo e tipo de esporte<sup>5</sup>. Em razão das demandas situacionais das modalidades voleibol e futsal como direção da bola, movimentação de um jogador, ações táticas e técnicas, que se caracterizarem como habilidades motoras abertas obrigando o atleta a reagir imediatamente após uma ação, tomar decisões mais rápidas é crucial para se obter sucesso esportivo<sup>2,3,13</sup>.

O voleibol é um esporte com predominância de coordenação óculo-manual<sup>14</sup>, já no futsal predomina-se por coordenação óculo-pedal<sup>13</sup>. Todavia, o goleiro no futsal desenvolve ações óculo-manuais, que poderiam ser comparadas em nível de similaridade aos jogadores de voleibol. Nesse contexto, torna-se relevante avaliar se existem diferenças nos tempos de respostas entre as posições dos jogadores de voleibol e futsal.

O TR pode ser avaliado empregando de diversos *software* e dispositivos, como *software TRT\_S2012*<sup>15</sup>, *Light Sport Training System*<sup>16</sup>, *Grooved Pegboard Test*<sup>17,18</sup>, ressonância magnética, neuroimagem e análises de gravidade de sintomas<sup>19</sup>, *software* ambiente de realidade virtual em 2D<sup>20</sup>, tarefa de TR em série alternado – ASRT<sup>21</sup>, entre outros. O equipamento SPEED é um dispositivo de baixo custo composto com botões de contato para acionar e desligar o cronômetro do sistema, além de possuir estímulos luminosos. Esse equipamento diferencia dos outros dispositivos por aferir separadamente os TR, TM e TTR, demonstrando maior especificidade em suas avaliações.

Não se encontra na literatura estudos que avaliam as frações do TTR (TR + TM) em membros superiores entre atletas de modalidades esportivas caracterizadas por predominância da coordenação óculo-manual e óculo-pedal. Desta forma, esse estudo investigou, por meio de avaliações com o equipamento SPEED, se há diferenças nos TR, TM e TTR de membros superiores em atletas escolares de voleibol e futsal para os sexos, tipos de estímulo e posições dos jogadores. A hipótese do estudo é que o sexo, a modalidade esportiva, o tipo de estímulo e a posição dos jogadores desencadeiam diferentes TR, TM e TTR em membros superiores.

## Métodos

### Amostra

O presente estudo teve como amostra 191 atletas das modalidades de voleibol e futsal participantes do Jogos dos Institutos Federais (JIF 2019) realizados em Guarapari-ES, no

período de 06 a 12 de outubro de 2019. Os indivíduos eram atletas de categoria sub-19 de equipes masculinas e femininas.

Após serem devidamente orientados sobre os procedimentos de estudo, os indivíduos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido-TALE, e seus responsáveis legais o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido-TCLE. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do IF Sudeste MG (Parecer: 4.032.938).

#### *Delineamento Experimental*

O presente estudo caracterizou-se por ser de natureza experimental transversal, no qual os indivíduos participaram de uma única sessão para a coleta de dados, com duração aproximada de 20 minutos. O procedimento de avaliação foi realizado com pelo menos 60 minutos de antecedência ao primeiro jogo do atleta no referido dia.

#### *Instrumento: Equipamento Eletrônico SPEED*

O equipamento eletrônico SPEED foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa do Núcleo de Educação Física e Saúde do campus Rio Pomba. O referido equipamento possui um hardware composto por um microprocessador (Microchip modelo PIC18F4423) para gerenciar as funcionalidades do cronômetro. O dispositivo mede o tempo em milissegundos (1/100 segundo) com uma frequência de 8MHz, sendo acionado por botões de contato. Os resultados das avaliações eram exibidos em um display LCD de 2 linhas por 16 colunas, bem como armazenados na memória do computador acoplado.

Para iniciar os testes de aferição dos tempos foram implementados dispositivos de estímulo luminoso, que emitiam um sinal em um instante aleatório e acionavam o cronômetro para o início do teste. Para encerrar o teste e desligar o cronômetro era necessário pressionar um dos botões de desligamento.

O equipamento SPEED foi posicionado sobre uma mesa da seguinte forma: o botão de acionamento por contato foi colocado centralizado à frente do avaliado. Os botões de desligamento foram posicionados a 85% do alcance da mão direita ou esquerda, formando um ângulo de 45° com a extremidade lateral da mesa e o indivíduo. Os sensores luminosos de estímulo foram colocados ao lado dos botões de desligamento. Todos os botões de contato e sensores luminosos estavam conectados por fios à unidade central do equipamento SPEED (Figura 1).



**Figura 1.** Equipamento SPEED. 1a: Disposição dos botões do equipamento Speed; 1b: Display de LCD acoplado ao notebook via bluetooth; 1c: Cronômetro do equipamento Speed; 1d: Posição inicial do teste com a mão no botão de acionamento; 1e: Posição final do teste com a mão no botão de desligamento após acender sensor luminoso.

Fonte: autores.

### Procedimentos

Inicialmente, os indivíduos preencheram uma ficha cadastral com informações pessoais. Em seguida, cada participante realizou 5 testes no equipamento SPEED para avaliar o tempo de reação (TR), o tempo de movimento (TM) e tempo total de resposta (TTR) nas situações de estímulo simples (S) ou de escolha (E). Os testes de 1 a 4 foram desenvolvidos para avaliar o TMS, enquanto o teste 5 foi realizado para aferir o TME.

Para avaliar os TR, TMS e TME, utilizou-se o equipamento SPEED com 01 botão de acionamento, 02 botões para desligamento e 02 sensores luminosos de estímulo. Os participantes, sentados, apoiavam as costas no encosto da cadeira, mantendo-se a 10 cm da mesa e com a linha umbilical à frente do botão de acionamento (Figura 1d).

Os testes foram realizados em um ambiente fechado, a fim de evitar interferências externas sobre os indivíduos. Antes da avaliação, os indivíduos realizavam o teste 2x para se familiarizarem com o equipamento. Logo após, realizaram os testes 2x, registrando-se o menor tempo das 2 tentativas. O modelo de estudo foi adaptado de Marinello et al.<sup>22</sup>.

### Tempo de Reação (TR)

O teste do TR consistiu em mensurar a rapidez com que um indivíduo reagia a um estímulo luminoso ao retirar a mão de um botão de contato que acionava o cronômetro do equipamento SPEED. Essa avaliação foi realizada em situações de estímulo simples (TRS) e de escolha (TRE).

O teste iniciava com o indivíduo sentado em posição confortável de frente para o botão de acionamento. Ao pressionar o botão de acionamento com a mão, o equipamento

SPEED acendia o sensor luminoso de estímulo em um intervalo de tempo entre 0,5 e 4,0s. Imediatamente após o acendimento do estímulo luminoso, o cronômetro do equipamento era iniciado. Ao sinal luminoso, o indivíduo deveria retirar a mão do botão de acionamento o mais rápido possível, momento em que o cronômetro era interrompido.

#### *Tempo de Movimento Simples (TMS)*

O teste do TMS consistiu em mensurar o tempo que um indivíduo gastava para retirar a mão de um ponto A (botão de acionamento) e deslocar-se até um ponto B (botão de desligamento) após a ativação de um estímulo luminoso pelo equipamento SPEED. O TM representa o intervalo de tempo que se inicia imediatamente após o término do TR e se estende até o momento em que o indivíduo toca no botão de desligamento do cronômetro, encerrando o movimento.

Os Testes de 1 a 4 foram classificados como TMS, uma vez que o indivíduo já sabia em qual lado (direito ou esquerdo) o estímulo luminoso seria ativado. Nos Testes 1 e 2, os participantes realizaram a avaliação com a mão direita, deslocando-a para um botão à direita (Teste 1) e à esquerda (Teste 2). Nos Testes 3 e 4, a mão esquerda foi avaliada, deslocando-se para um botão à esquerda (Teste 3) e à direita (Teste 4).

#### *Tempo de Movimento de Escolha (TME)*

No teste do TME (Teste 5), o participante pressionava o botão de acionamento com a mão dominante, sem saber em qual dos lados o estímulo luminoso seria ativado. Após a ativação aleatória do estímulo luminoso, que acendia em um intervalo de tempo entre 0,5 a 4s, o indivíduo deslocava a mão dominante até tocar no botão do respectivo lado para interromper o cronômetro.

#### *Tempo Total de Resposta (TTR)*

O tempo total de resposta (TTR) foi obtido somando-se o TR e o TMS ou TME em cada um dos 5 testes desenvolvidos.

#### *Análise Estatística*

Inicialmente, os dados foram avaliados empregando-se estatística descritiva e apresentados por meio de medidas de frequências. Para a análise bivariada, após o teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov), os dados foram avaliados por meio de ANOVA TWO WAY com *post-hoc* teste de *Holm-Sidak* para uma análise de variância de 2 fatores (Modalidade x Mão Dominante, Sexo x Estímulo), ANOVA ONE WAY com *post-hoc* teste de *Dunn* para uma análise de variância de 1 fator (posições dos atletas de voleibol) e teste *t* de *Student* (posições dos atletas de futsal). Nas análises dos dados, utilizou-se o *software* Sigma Stat 3.0 (Systat Software Inc.), empregando o nível de significância de 5%.

## **Resultados**

A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra do estudo. Foram avaliados 191 atletas, com idades entre 17-19 anos. Desses indivíduos, 58,1% eram atletas de voleibol e 52,9% eram do sexo feminino. Observou-se a predominância da mão direita como a mão dominante em 93,2% atletas, sendo essa proporção mantida nas modalidades voleibol e futsal.

**Tabela 1.** Caracterização da amostra do estudo

	Variáveis	Total n (%)	Voleibol	Futsal
			n (%)	n (%)
Sexo	Masculino	90 (47,1)	58 (52,3)	32 (40,0)
	Feminino	101 (52,9)	53 (47,7)	48 (60,0)
Idade	Masculino	17,8±0,12	17,7±0,14	17,8±0,19
	Feminino	17,2±0,11	17,3±0,15	17,2±0,16
Mão Dominante	Direita	178 (93,2)	103 (92,8)	75 (93,8)
	Esquerda	13 (6,8)	08 (7,2)	05 (6,2)
Posição	Atacante		81 (73,0)	---
	Levantador		21 (18,9)	---
	Líbero		09 (8,1)	---
	Linha		---	68 (85,0)
	Goleiro		---	12 (15,0)

**Nota:** Valores em unidades para sexo, mão dominante e posição. Valores em Média±DP para idade.

**Fonte:** autores.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos tempos de resposta nos testes comparando os fatores modalidade esportiva e mão dominante. Os resultados dos testes de 1 a 4 foram somados e apresentados como testes de estímulo simples (TRS, TMS e TTRS), enquanto os resultados do teste 5 foram exibidos como teste de estímulo de escolha (TRE, TME e TTRE).

Para o fator modalidade foi observada diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as modalidades voleibol e futsal. Os atletas de voleibol exibiram tempos menores de TRS, TRE e TTRE em comparação aos atletas de futsal.

Não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) relacionadas ao fator mão dominante em nenhum dos parâmetros avaliados.

**Tabela 2.** Tempos de reação, tempos de movimento e tempos total de resposta para os fatores modalidade e mão dominante (em milissegundos)

Tempos	Fator				Modalidade	Mão Dominante	Modalidade x Mão Dominante
	Modalidade		Mão Dominante				
	Voleibol (n=111)	Futsal (n=80)	Direita (n=178)	Esquerda (n=13)			
TRS	248±6	270±8*	260±3	257±9	0,028	0,790	0,042
TMS	204±4	201±5	199±2	206±6	0,532	0,251	0,096
TTRS	452±8	470±10	459±3	463±1	0,141	0,733	0,403
TRE	269±10	305±12*	285±4	290±2	0,024	0,754	0,069
TME	188±7	203±9	188±3	202±11	0,188	0,237	0,288
TTRE	457±13	508±17*	473±6	492±21	0,017	0,378	0,055

**Nota:** TRS: tempo de reação simples, TMS: tempo de movimento simples, TTRS: tempo total de resposta simples, TRE: tempo de reação de escolha, TME: tempo de movimento de escolha, TTRE: tempo total de resposta de escolha. Valores em Média±EPM. \* vs. Voleibol. Anova Two Way com *post-hoc* Teste de Holm-Sidak ( $p < 0,05$ ).

**Fonte:** autores.

Os resultados dos TR, TM e TTR para os fatores sexos e tipo de estímulo estão apresentados na Tabela 3. Quanto ao fator sexo, os resultados demonstraram que o sexo masculino exibiu valores significativamente menores ( $p < 0,05$ ) nos testes de TM e TTR quando comparado ao sexo feminino. Nos testes de TR, por outro lado, não foram identificadas diferenças estatísticas entre os sexos ( $p > 0,05$ ).

Na comparação do fator tipo de estímulo, observou-se que o estímulo de escolha resultou em tempos estatisticamente maiores de TR e TTR em relação ao estímulo simples ( $p < 0,05$ ). Em contrapartida, no teste de TM, o estímulo de escolha desencadeou tempos menores do que o estímulo simples.

**Tabela 3.** Tempos de reação, tempos de movimento e tempo total de resposta para os fatores sexo e estímulo (em milissegundos)

Tempos	Fator				Sexo <i>p</i>	Estímulo <i>p</i>	Sexo x Estímulo <i>p</i>
	Sexo		Estímulo				
	Feminino (n=101)	Masculino (n=90)	Simples (n=764)	Escolha (n=191)			
TR	275±4	268±4	259±2	284±5**	0,177	0,001	0,673
TM	201±2	187±2*	199±1	189±3**	0,001	0,002	0,282
TTR	476±5	455±5*	458±3	472±6**	0,001	0,026	0,850

**Nota:** TR: tempo de reação, TM: tempo de movimento, TTR: tempo total de resposta, Estímulo Simples (Teste 1 + Teste 2 + Teste 3 + Teste 4), Estímulo de Escolha (Teste 5). Valores em Média±EPM. \* vs. Feminino, \*\* vs. Simples. Anova Two Way com *post-hoc* Teste de Holm-Sidak ( $p < 0,05$ ).

**Fonte:** autores.

Os resultados dos tempos de resposta para o fator posição dos jogadores nas modalidades voleibol e futsal encontram-se na Tabela 4.

Na modalidade voleibol, observou-se que os líberos exibiram TRS e TTRS estatisticamente menores em comparação com os atacantes ( $p < 0,05$ ). Não foram identificadas diferenças significativas para as situações de estímulo de escolha (TRE, TME e TTRE).

Na modalidade futsal, foi observada diferença significativa no TRS ( $p < 0,05$ ), em que a posição de goleiro apresentou um TRS menor do que os jogadores de linha. Não foram verificadas diferenças estatísticas nos demais parâmetros analisados ( $p > 0,05$ ).

Quando comparada a posição de goleiro no futsal com as posições dos jogadores de voleibol, não foi observada diferença significativa nos TR, TM e TTR em ambas as situações de estímulo simples e de escolha ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 4.** Tempos de reação, tempos de movimento e tempos total de resposta para as posições dos atletas nas modalidades voleibol e futsal (em milissegundos)

Tempos	Futsal			Voleibol			
	Linha (n=68)	Goleiro (n=12)	<i>p</i>	Atacante (n=81)	Levantador (n=21)	Líbero (n=09)	<i>p</i>
TRS	264±7	253±7*	0,036	261±6	249±6	236±3**	0,018
TMS	202±4	199±3	0,949	198±4	194±5	193±3	0,434
TTRS	466±9	452±8	0,173	461±8	443±7	429±4**	0,033
TRE	306±14	293±22	0,467	273±10	262±15	257±16	0,473

TME	204±10	200±15	0,805	189±8	187±12	181±13	0,781
TTRE	510±18	493±29	0,501	462±13	449±20	437±22	0,447

**Nota:** TRS: tempo de reação simples, TMS: tempo de movimento simples, TTRS: tempo total de resposta simples, TRE: tempo de reação de escolha, TME: tempo de movimento de escolha, TTRE: tempo total de resposta de escolha. Valores em Média±EPM. \* vs. Linha para Test *t* de Student ( $p<0,05$ ). \*\* vs. Atacante, \*\*\* vs. Goleiro para Anova One Way com *post-hoc* Teste de Dunn ( $p<0,05$ ).

**Fonte:** autores.

## Discussão

O presente estudo avaliou os TR, TM e TTR em ações com estímulo simples e de escolha de membros superiores em atletas de voleibol e futsal de ambos os sexos. Os valores do TR nos testes de estímulo simples variaram entre 215-297ms, enquanto no teste com estímulo de escolha variaram de 252-315ms. Valores similares foram observados por Hanumantha et al.<sup>23</sup>, que avaliaram o TR em estudantes de medicina com idade entre 18-25 anos de ambos os sexos, por meio do *software Psychology Experiment Building Language* (Versão 2.0), e identificaram TR variando entre 231-397ms. Silva et al.<sup>4</sup> observaram em goleiros de futsal que o TR variou entre 150-301ms. Crocetta et al.<sup>15</sup> estudaram universitários com idade entre 18-45 anos e encontraram variações no TR entre 279-293ms utilizando o *Software TRT\_S*. Tais achados demonstram a relevância do equipamento SPEED utilizado neste estudo, sendo capaz de identificar medidas similares a outros equipamentos e *softwares* em tarefas com o mesmo grau de complexidade, como proposto por outros estudos<sup>10,24</sup>.

Os principais resultados deste estudo mostraram que atletas de voleibol exibiram TRS, TRE e TTRE menores do que os de futsal. Quanto à posição do jogador no voleibol, identificou-se que os líberos exibiram TRS e TTRS menores do que os atacantes; no futsal, verificou-se um TRS menor nos goleiros em comparação com os atletas de linha, todavia, os goleiros não diferiram em seus tempos dos atletas de voleibol. Os atletas do sexo masculino apresentaram TM e TTR menores do que as atletas femininas. O estímulo simples resultou TR e TTR menores do que o estímulo de escolha, porém, elevou o TM. A mão dominante não afetou os parâmetros avaliados.

Na literatura científica, não foram encontrados estudos que comparassem os esportes com predominância de ações óculo-manual e óculo-pedal para confrontar com os resultados do presente estudo. No entanto, García-de-Alcaraz e Usero<sup>14</sup> afirmaram que a predominância da tarefa motora de coordenação óculo-manual e a especificidade de seus treinamentos poderiam afetar positivamente no desempenho das avaliações de membros superiores. Adicionalmente, Huerta Ojeda et al.<sup>1</sup> relataram que o TTR poderia ser influenciado fortemente pela atenção e a especificidade da tarefa desenvolvida em seus treinamentos, condicionada à maturação do sistema nervoso central (SNC) e as modulações específicas nas atividades neurais das regiões visuais e motoras no córtex cerebral.

Por não observar diferença nos TR, TM e TTR entre goleiros e os jogadores das diversas posições no voleibol (Tabela 4), esse estudo sugere que a predominância de ações e especificidade dos treinamentos de coordenação óculo-manual entre o goleiro e os jogadores de voleibol seja a principal justificativa para que esses atletas apresentem desempenhos semelhantes em avaliações de membros superiores, conforme sugerido em estudos anteriores<sup>4,14</sup>.

Na modalidade voleibol, observou-se um menor TRS e TTRS entre os líberos comparados aos atacantes. Esses resultados podem ser explicados similarmente aos obtidos por Maciel et al.<sup>25</sup>, que, ao investigarem atletas de voleibol com idade entre 18-39 anos, constataram que os centrais exibiram TR menores do que os ponteiros, levantadores e

opostos. O melhor desempenho dos centrais foi atribuído a funções de bloqueio demandarem máxima atenção nas leituras rápidas das ações dos atacantes oponentes, o que poderia levá-los a uma performance motora mais rápida. Esse mesmo mecanismo também pode ser atribuído aos líberos, uma vez que eles são responsáveis pelas ações de recepção e defesa, priorizando a agilidade para reagir à potência e velocidade dos ataques adversários<sup>14</sup>. Normalmente, os líberos passam por sessões de treinamento específicas para aprimorar suas habilidades de agilidade e velocidade de reação, e esse treinamento pode melhorar o TR por meio das adaptações neurais promovidas pela alta exigência do SNC, elevando a eficiência das reações motoras<sup>4</sup>.

Os resultados da modalidade de futsal revelaram que os goleiros que predominam em suas participações com ações de coordenação óculo-manual, exibiram TRS menores comparado com os atletas de linha que realizam apenas ações de coordenação óculo-pedal. Tais achados estão em consonância com os resultados de estudos anteriores<sup>4,13,26</sup>, que relataram diferenças nos TR entre as posições dos atletas de futsal em decorrência à maior especificidade das ações e treinamentos dos goleiros quanto às habilidades de coordenação óculo-manual com a semelhança da tarefa avaliada nesse estudo. Ruschel et al.<sup>26</sup> demonstraram com atletas de futebol que o TR dos goleiros foi menor do que o alcançado pelos jogadores meio-campistas, justificando que o melhor desempenho dos goleiros no TR se devia aos seus treinamentos específicos, que contemplam uma maior quantidade de atividades de velocidade de reação em comparação com os demais atletas. Silva et al.<sup>27</sup> também apresentaram essa fundamentação quando estudaram o TR e TM antecipatório de goleiros no futsal, identificando que os tempos de ações abaixo de 200ms eram considerados como ações antecipatórias. Em nosso estudo, os goleiros performaram tempos que variaram de 223-297ms, caracterizando-os como TR e não como de antecipação.

Em relação ao fator sexo, os TM e TTR apresentaram-se menores nos homens do que nas mulheres, contudo, não foram identificadas diferenças no TR. Estudos anteriores identificaram resultados similares<sup>9-12,28</sup>, justificando que os menores TTR expressos pelos homens ocorreram devido às diferenças no tamanho e tipo de fibra muscular, bem como em sua capacidade de geração de força.

Em uma meta-análise, Sadler et al.<sup>10</sup> verificaram, em vários estudos, que o TTR foi menor nos homens do que nas mulheres. Spierer et al.<sup>9</sup> identificaram um menor TTR em jogadores de futebol masculino quando comparados às jogadoras de lacrosse feminino que executaram testes de estímulos visuais e auditivos, justificando que a velocidade de processamento em uma resposta é uma função neurológica inerente ao ser humano, que difere entre os sexos e o tamanho corporal. Nieczuja-Dwojacka et al.<sup>11</sup> relataram que pessoas com maior massa muscular magra exibiram melhor desempenho no TTR do que indivíduos obesos. Ervilha et al.<sup>12</sup> afirmaram que o TTR seria influenciado pela quantidade de fibras musculares ativadas para criar o movimento, o que explica o fato dos homens, por possuírem maiores massas musculares, estimularem mais unidades motoras a gerar maior força e velocidade, desencadeando uma resposta mais rápida do que as mulheres.

O TR não foi impactado pelo sexo dos avaliados nesta investigação, contudo, os homens foram mais rápidos do que as mulheres nos TM e TTR, sugerindo que o movimento de resposta motora (TM) foi mais determinante para identificar um TTR menor entre os sexos. Sadler et al.<sup>10</sup> identificaram um TTR menor em homens do que em mulheres, no entanto, não observaram diferença nas atividades reflexas, justificando que a diferença entre os sexos não seria explicada por variações nos níveis de preparação da resposta, mas sim no processo de execução da resposta. Tal mecanismo poderia sugerir que o TTR seria mais

influenciado por parâmetros morfológicos, como a diferença da massa muscular e/ou pelo nível de treinamento da tarefa do que o TR propriamente dito<sup>27</sup>.

Estudos anteriores observaram resultados similares de TR entre os sexos<sup>3,5,28</sup>. Ferreira<sup>28</sup> não identificou diferença entre os sexos de judocas da seleção júnior nos TR por meio do *Reaction Test* (RT/S1). Badau et al.<sup>3</sup> também não encontraram diferença no TR entre os sexos em praticantes de voleibol com média de 13,6 anos de idade empregando o *Human Benchmark Test*. Zak et al.<sup>5</sup> não verificaram diferença no TR entre os sexos em ciclistas jovens empregando o equipamento MCZR/TB 1.0 (ATB Info-Elektro). Em contrapartida, outros autores afirmaram existir diferença no TR entre os sexos<sup>29,30</sup>. Wierenga et al.<sup>30</sup> atribuíram a diferença observada a possíveis desequilíbrios na efetividade do SNC, devido ao volume de matéria branca e cinzenta cerebral se apresentar diferente entre os sexos. Essa diferença anatômica poderia ocasionar uma diferenciação na mielinização e na densidade sináptica, sendo um dos mecanismos capazes de explicar as diferenças por sexo na ativação do SNC e, conseqüentemente, no desempenho do TR. Dykiert et al.<sup>29</sup> relatam que esta diferença poderia ser atribuída aos níveis dos hormônios estrogênio e testosterona circulantes no organismo, que poderiam afetar o cérebro de maneira diferente em homens e mulheres. Tal mecanismo geraria diferença na velocidade de respostas a estímulos simples e complexos, podendo explicar as diferenças sexuais no TR. Todavia, esses mecanismos propostos<sup>29,30</sup> não foram confirmados pelos resultados do presente estudo, o que sugere a necessidade de novos estudos para identificar os mecanismos e parâmetros que poderiam diferenciar ou não o TR entre os sexos.

Neste estudo, ao comparar os testes de estímulos simples e de escolha, observou-se que o estímulo simples promoveu TR e TTR menores do que o estímulo de escolha, sugerindo que o TR pode afetar mais o TTR do que o TM, sendo que as ações reflexivas poderiam ser mais relevantes na preparação da resposta. Resultados similares foram identificados por Zak et al.<sup>5</sup>, que afirmam que a reação de escolha envolve um processo de decisão no qual o indivíduo precisa definir sua resposta após várias opções de estímulo, o que desencadeia um processo que o faz mais lento em até 100ms do que no estímulo simples. Em nosso estudo, a diferença entre o estímulo simples e de escolha variou de 14-25ms, demonstrando que esse mecanismo pode justificar os maiores tempos com estímulo de escolha encontrados.

Considerando que o TR pode impactar mais o TTR, que o TTR em uma ação esportiva é caracterizado por uma resposta pós-estímulo de escolha para reagir às ações oponentes, que essa percepção do estímulo afeta a tomada de decisão podendo determinar o sucesso esportivo<sup>5</sup> e que o equipamento SPEED empregado neste estudo possui a capacidade de detectar as frações TR e TM do TTR, tais achados sugerem que a capacidade individual de TR pode ser uma avaliação relevante para a seleção de talentos esportivos e que o equipamento SPEED pode ser utilizado com eficiência para este objetivo.

Por outro lado, o nosso estudo trouxe como resultado uma diferença em relação aos achados da literatura científica, identificando que o estímulo de escolha promoveu TM mais rápidos do que o estímulo simples. Zar et al.<sup>5</sup> relatam que essa diferença pode ocorrer devido às condições de avaliação e do grau de complexidade da tarefa. Esta lacuna científica precisa de ser esclarecida com novos estudos.

Para o fator mão dominante, não foi observada diferença entre os atletas de mão dominante direita e esquerda. Tais achados foram similares aos observados por outros autores<sup>6</sup>. Contudo, contradizem estudos anteriores que relataram diferença nas avaliações de TR para a mão ou pé dominante<sup>16,18,31</sup> e que a mão dominante direita seria mais rápida do que a esquerda<sup>17,20</sup>. A inconsistência de resultados da literatura com os do presente estudo

sugere a necessidade da realização de novas pesquisas para avaliar o impacto da mão dominante direita e esquerda sobre os tempos de respostas.

As limitações metodológicas do estudo incluíram a realização das sessões de testes em um único dia, o que não possibilitou verificar a reprodutibilidade dos resultados, e a falta de identificação do nível de treinamento dos atletas para correlacionar com seus desempenhos nos testes. Como resultado original, destaca-se o fato de o equipamento SPEED identificar os tempos de resposta em suas frações de TR e TM. Este estudo foi um dos primeiros a comparar os tempos de resposta entre esportes de coordenação óculo-manual e óculo-pedal. Além disso, identificou TM menores após o estímulo de escolha do que após o estímulo simples, que demanda novos estudos para avaliar os mecanismos e justificativas para este resultado.

## Conclusão

Os resultados desta investigação permitem concluir que, por meio da avaliação de uma tarefa de coordenação óculo-manual, os atletas de voleibol apresentaram melhores desempenhos nos tempos de reação e de resposta do que os atletas de futsal, e que os atletas do sexo masculino exibiram melhor desempenho nos tempos de movimento e de resposta do que as atletas do sexo feminino.

Adicionalmente, pode-se inferir que o estímulo simples resultou tempos de reação e de resposta menores em comparação com o estímulo de escolha; que entre os atletas de voleibol, os líberos exibiram um desempenho superior aos atacantes, e entre os atletas de futsal, os goleiros tiveram melhores desempenho do que os jogadores de linha. Já a mão dominante não afetou os tempos avaliados.

Os resultados dessa investigação corroboram que a especificidade das ações e treinamentos dos atletas com a similaridade da tarefa avaliada impactaram nos parâmetros de tempo de resposta avaliados neste estudo.

## Referências

1. Huerta Ojeda A, Lizama Tapia P, Pulgar Alvarez J, Gonzalez-Cruz C, Yeomans-Cabrera MM, Contreras Vera J. Relationship between Attention Capacity and Hand-Eye Reaction Time in Adolescents between 15 and 18 Years of Age. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(17):10888. DOI: 10.3390/ijerph191710888.
2. Sirico F, Romano V, Sacco AM, Belviso I, Didonna V, Nurzynska D, et al. Effect of Video Observation and Motor Imagery on Simple Reaction Time in Cadet Pilots. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2020;5(4):89. DOI: 10.3390/jfmk5040089.
3. Badau D, Stoica AM, Litoi MF, Badau A, Duta D, Hantau CG, et al. The Impact of Peripheral Vision on Manual Reaction Time Using Fitlight Technology for Handball, Basketball and Volleyball Players. *Bioengineering (Basel)*. 2023;10(6):697. DOI: 10.3390/bioengineering10060697.
4. Silva SL, Neto EG, Palma GCS, Silva Filho AS, Corrêa UC. The anticipatory and reaction time behaviors of the futsal goalkeeper. *J Phys Educ*. 2021;32:e3218. DOI: 10.4025/jphyseduc.v32i1.3218.
5. Zak M, Mikrut G, Sobota G. Measurement of Simple Reaction Time of the Cyclist in the Laboratory and Natural Environment Condition. *Sensors (Basel)*. 2023;23(8):3898. DOI: 10.3390/s23083898.
6. Lakshminarayanan K, Ramu V, Rajendran J, Chandrasekaran KP, Shah R, Daulat SR, et al. The Effect of Tactile Imagery Training on Reaction Time in Healthy Participants. *Brain Sci*. 2023;13(2):321. DOI: 10.3390/brainsci13020321.
7. Teixeira M, Medeiros AIA, Simim MAM, Assumpção CO. Young soccer players with higher somatic maturation are stronger, more powerful and faster than those with lower maturation. *J Phys Educ*. 2021;32:e3258. DOI: 10.4025/jphyseduc.v32i1.3258.
8. Otero I, Alonso P. Cognitive reflection test: The effects of the items sequence on scores and response time. *PLoS One*. 2023;18(1):e0279982. DOI: 10.1371/journal.pone.0279982.

9. Spierer DK, Petersen RA, Duffy K, Corcoran BM, Rawls-Martin T. Gender influence on response time to sensory stimuli. *J Strength Cond Res.* 2010;24(4):957-63. DOI: <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181c7c536>
10. Sadler CM, Peters KJ, Santangelo CM, Maslovat D, Carlsen AN. Retrospective composite analysis of StartReact data indicates sex differences in simple reaction time are not attributable to response preparation. *Behav Brain Res.* 2022;426:113839. DOI: 10.1016/j.bbr.2022.113839.
11. Nieczuja-Dwojacka J, Marchewka J, Siniarska A, Budnik A, Popielarz K, Tabak I. Influence of body build on hand grip strength, simple reaction time and strength of the abdominal muscles in prepubertal children. *Anthropol Anz.* 2023;80(2):151-8. DOI: 10.1127/anthranz/2023/1591.
12. Ervilha UF, Silva VF, Araújo RC, Mochizuki L, Hamill J. Elite female tae kwon do athletes have faster reaction time and longer movement time than males during a striking kick. *Arch Budo Sci Martial Arts Extreme Sports.* 2014[acesso 2024 Jul 7];10:1-9. Disponível em: [https://files.4medicine.pl/download.php?cfs\\_id=1080](https://files.4medicine.pl/download.php?cfs_id=1080).
13. Assis MEF, Noce F, Cândido FA, Diniz ACR, Lopes MAC, Melo CC. Comparação do tempo de reação em atletas de futsal. *Rev Bras Futsal Futebol.* 2021[acesso 2024 Jul 7];13(56):738-44. Disponível em: <http://www.rbff.com.br/index.php/rbff/article/view/905>.
14. García-de-Alcaraz A, Usero L. Influence of Contextual Variables on Performance of the Libero Player in Top-Level Women's Volleyball. *J Hum Kinet.* 2019;70:199-207. DOI: 10.2478/hukin-2019-0032.
15. Crocetta TB, Liz CM, Souza JOC, Viana MS, Andrade A. Motivação e tempo de reação de universitários praticantes e não praticantes de exercícios físicos. *Rev Bras Educ Fís Esporte.* 2020;34(1):177-85. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/1807-5509202000010177>.
16. Flores FS, Lourenco J, Phan L, Jacobs S, Willig RM, Marconcin PEP, et al. Evaluation of Reaction Time during the One-Leg Balance Activity in Young Soccer Players: A Pilot Study. *Children (Basel).* 2023;10(4):743. DOI: 10.3390/children10040743.
17. Fernandes LA, Alves WT, Ribeiro SRO, Figueiredo LS, Ambrósio NFA, Couto CR, et al. Comparação da destreza manual em indivíduos com lateralidade distinta. *Cad Educ Fís Esporte.* 2021;19(1):41-7. DOI: 10.36453/cefe.2021191.a26831.
18. Fuelscher I, Hyde C, Efronb D, Silk TJ. Manual dexterity in late childhood is associated with maturation of the corticospinal tract. *NeuroImage.* 2021;226:117583. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2020.117583.
19. Churchill NW, Hutchison MG, Graham SJ, Schweizer TA. Brain function associated with reaction time after sport-related concussion. *Brain Imaging Behav.* 2021;15(3):1508-17. DOI: 10.1007/s11682-020-00349-9.
20. Dexheimer B, Przybyla A, Murphy TE, Akpinar S, Sainburg R. Reaction time asymmetries provide insight into mechanisms underlying dominant and non-dominant hand selection. *Exp Brain Res.* 2022;240(10):2791-802. DOI: 10.1007/s00221-022-06451-2.
21. Farkas BC, Krajcsi A, Janacsek K, Nemeth D. The complexity of measuring reliability in learning tasks: An illustration using the Alternating Serial Reaction Time Task. *Behav Res Methods.* 2023. DOI: 10.3758/s13428-022-02038-5.
22. Marinello KCV, Pereira MC, Rocha Junior VA, Medeiros FVA, Teles FS, Coutinho SMG, et al. Avaliação do tempo de reação em crianças com anemia falciforme. *Motricidade.* 2021;17(1):7-14. DOI: 10.6063/motricidade.18935.
23. Hanumantha S, Kamath A, Shastry R. Diurnal Variation in Visual Simple Reaction Time between and within Genders in Young Adults: An Exploratory, Comparative, Pilot Study. *Sci World J.* 2021;6695532:1-5. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6695532>.
24. Maslovat D, Klapp ST, Forgaard CJ, Chua R, Franks IM. The effect of response complexity on simple reaction time occurs even with a highly predictable imperative stimulus. *Neurosci Lett.* 2019;704:62-6. DOI: 10.1016/j.neulet.2019.03.056.
25. Maciel RN, Morales AP, Barcelos JL, Nunes WJ, Azevedo MMA, Silva VF. Relação entre tempo de reação e função específica em jogadores de voleibol. *Rev Fit Perform.* 2009;8(6):395-9. DOI: 10.3900/fpj.8.6.395.p
26. Ruschel C, Haupenthal A, Hubert M, Fontana HB, Pereira SM, Roesler H. Tempo de reação simples de jogadores de futebol de diferentes categorias e posições. *Motricidade.* 2011;7(4):73-82. DOI: [http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.7\(4\).90](http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.7(4).90)
27. Silva TMR, Pinheiro CJB, Campos YS, Lobão TA, Lima CIS, Gouveia A. Eficácia de processos sensório-motores e parâmetros morfofuncionais em jovens adultos – sedentários e atletas de taekwondo: um estudo transversal. *J Phys Educ.* 2022;91:47-55. DOI: 10.37310/ref.v91i1.2815.
28. Ferreira TV. Comparação por sexo entre o tempo de reação simples, o tempo de reação complexo e a impulsividade de atletas da seleção brasileira de judô da categoria júnior [dissertação]. Belo Horizonte:

- Universidade Federal de Minas Gerais; 2017[citado 2024 Jul 7]. Disponível em:  
<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/EEFF-BB9HWN>
29. Dykiert D, Der G, Starr JM, Deary IJ. Age differences in intra-individual variability in simple and choice reaction time: systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2012;7(10):e45759. DOI: 10.1371/journal.pone.0045759.
  30. Wierenga LM, Sexton JA, Laake P, Giedd JN, Tamnes CK, Pediatric Imaging, et al. A Key Characteristic of Sex Differences in the Developing Brain: Greater Variability in Brain Structure of Boys than Girls. *Cereb Cortex*. 2018;28(8):2741-51. DOI: 10.1093/cercor/bhx154.
  31. Tzourio-Mazoyer N, Labache L, Zago L, Hesling I, Mazoyer B. Neural support of manual preference revealed by BOLD variations during right and left finger-tapping in a sample of 287 healthy adults balanced for handedness. *Laterality*. 2021;26(4):398-420. DOI: <https://doi.org/10.1080/1357650x.2020.1862142>.

**Agradecimentos** Os autores agradecem ao CNPq, pelas bolsas de Iniciação Científica, a professora Cláudia Lima Gomes Coelho pela revisão do texto quanto aos aspectos ortográficos, gramaticais e de normas da ABNT, ao Campus Rio Pomba do IF Sudeste MG pela disponibilização de recursos para pesquisa, e à Pró-reitoria de Pesquisa e Inovação do IF Sudeste MG pela Bolsa ao Pesquisador.

**ORCID:**

Renan Guimarães Caldoncelli Franco: <https://orcid.org/0009-0008-2391-5269>

Taiane da Silveira: <https://orcid.org/0000-0002-7880-4258>

Ruy Batista Santiago Neto: <https://orcid.org/0009-0003-6034-3996>

Frederico Souzalima Caldoncelli Franco: <https://orcid.org/0000-0002-7880-4258>

Recebido em 28/11/24.

Revisado em 07/07/24.

Aceito em 08/07/24.

---

**Autor correspondente:** Frederico Souzalima Caldoncelli Franco. E-mail: [frederico.franco@ifsudestemg.edu.br](mailto:frederico.franco@ifsudestemg.edu.br)