UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTES DE RIBEIRÃO PRETO

DANIEL PETEROSI RODRIGUES SANTOS

CONTRIBUIÇÃO DAS INFORMAÇÕES AUDITIVA E VISUAL PARA A PERCEPÇÃO
DA ROTAÇÃO DA BOLA E PARA O DESEMPENHO DE MESATENISTAS
EXPERIENTES

Ribeirão Preto - SP

2018

DANIEL PETEROSSİ RODRİGUES SANTOS

CONTRIBUIÇÃO DAS INFORMAÇÕES AUDITIVA E VISUAL PARA A PERCEPÇÃO
DA ROTAÇÃO DA BOLA E PARA O DESEMPENHO DE MESATENISTAS
EXPERIENTES

Versão Corrigida

(Versão original encontra-se na unidade que aloja
o Programa de Pós-graduação)

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Pós Graduação Educação Física e Esportes.

Área de concentração: Atividade Física e Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Matheus Machado Gomes

Ribeirão Preto - SP

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo ou pesquisa, desde que citada à fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Daniel Peterossi Rodrigues

Contribuição das informações auditiva e visual para a percepção da rotação da bola e para o desempenho de mesatenistas experientes. Ribeirão Preto, 2018.

83 p.: Il.; 30cm

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física e Esporte da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Linha de Pesquisa: Aspectos Biodinâmicos da Atividade Física e do Esporte.

Orientador: Matheus Machado Gomes

1. tênis de mesa. 2. efeito da bola. 3. audição. 4. tempo de reação.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Daniel Peterossi Rodrigues Santos

Contribuição das informações auditiva e visual para a percepção da rotação da bola e para o desempenho de mesatenistas experientes.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física e Esporte da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof.(a) Dr.(a): _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof.(a) Dr.(a): _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof.(a) Dr.(a): _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof.(a) Dr.(a): _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof.(a) Dr.(a): _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

É com muito amor e gratidão que dedico este trabalho aos meus pais, Joedson Rodrigues Santos e Elisete Aparecida Peterossi Santos. Meus exemplos de luta e dignidade. Meus maiores incentivadores, meu porto seguro. Grandes companheiros que sempre estiveram ao meu lado, principalmente nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

A **Jesus Cristo nosso Salvador**, que sempre iluminou o meu caminho e guiou meus passos para que eu alcançasse esta benção, sem Ele nada teria sentido.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Matheus Machado Gomes**, pelos ensinamentos, pela oportunidade e confiança, por ter me adotado como pai acadêmico. Agradeço também ao “**professor Paulo Roberto Pereira Santiago**”, pela amizade e orientação não só para o desenvolvimento deste trabalho, mas para a vida toda.

Aos **professores da banca examinadora** pela contribuição a este estudo.

Aos **professores da pós graduação da EEFERP – USP** que auxiliaram no meu desenvolvimento científico e acadêmico.

Ao **laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LABIOCOM)**, por disponibilizar recursos essenciais à execução deste trabalho.

Aos **Técnicos de laboratório Eduardo Bergonzoni Junqueira e Tenyson Will de Lemos**, pelo apoio técnico, pelas reflexões científicas e, principalmente, pela amizade e respeito construídos neste período.

Ao **Prof. Dr. Alessandro Zagatto** pela colaboração na execução desta pesquisa.

Ao **Departamento de Música da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo** pela colaboração na aquisição dos áudios dos golpes com diferentes rotações, por disponibilizar equipamentos utilizados neste estudo e Pela intenção e disposição em nos ajudar sempre.

Aos **voluntários do estudo**, que gentilmente aceitaram participar deste projeto.

Aos **alunos de graduação e pós graduação** integrantes do laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LABIOCOM), pela amizade e colaboração científica.

Aos **meus amigos**, que sempre me ajudaram a encarar as dificuldades com alegria.

Ao meu amigo/atleta **Heverton Guedes** por todo esforço físico e apoio moral nas coletas.

A **Marina Balhester**, pela compreensão e companheirismo.

A **minha família** pelo amor e apoiou em todos os momentos.

Em especial, os meus pais **Joedson e Elisete**, pelo amor e dedicação incondicionais, por serem o meu porto seguro.

RESUMO

SANTOS, Daniel Peterossi Rodrigues. **Contribuição das informações auditiva e visual para a percepção da rotação da bola e para o desempenho de mesatenistas experientes.** 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física e Esporte) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

O tênis de mesa é um dos esportes de raquete mais rápidos do mundo, exigindo muito pouco tempo para planejar e executar seus movimentos. Neste sentido, detectar a quantidade de rotação da bola, velocidade e direção torna-se fundamental para produzir respostas motoras eficientes. Entretanto, existem algumas questões que ainda não foram exploradas como o quanto a disponibilidade das informações auditiva e visual interfere na acurácia da percepção da rotação da bola e no tempo necessário para perceber estas rotações. O propósito do presente estudo foi analisar a influência da informação auditiva e visual na percepção da rotação da bola e no desempenho no tênis de mesa. Os atletas profissionais foram submetidos a dois estudos: o primeiro destinado a verificar a contribuição da informação auditiva e visual na percepção da rotação da bola e no tempo necessário para essa percepção. O segundo, proposto para avaliar a influência da informação auditiva no desempenho da tarefa de contra-ataque no tênis de mesa. Participaram do estudo 22 mesatenistas de alto rendimento de ambos os sexos (21 homens e 1 mulher) com média de idade de $22,55 \pm 6,15$. O teste de percepção de rotação (estudo 1) analisou o número de acertos e o tempo de reação por meio de uma rotina desenvolvida no software Matlab (Apêndice D). Os atletas visualizavam a tela de um computador e respondiam em um teclado o mais rápido possível. Os atletas analisaram um movimento de forehand nas intensidades de rotação: muita rotação (bola girando a aproximadamente 140 r/s); média (bola girando a aproximadamente 105 r/s); pouca rotação (bola girando a aproximadamente 84 r/s); batida chapada (bola girando a aproximadamente 70 r/s), nas seguintes condições: a) informação auditiva; b) informação visual; c) informação auditiva e visual. Os atletas analisaram 20 bolas para cada condição sendo cinco de cada tipo de efeito. Para o teste de desempenho (estudo 2) o atleta teve que responder adequadamente com o movimento de contra-ataque de forehand em um alvo previamente marcado na mesa. Foram golpeadas 80 bolas nas mesmas intensidades de rotação mencionadas acima. Os atletas foram avaliados em duas condições: com informação auditiva e sem informação auditiva. Os resultados do estudo 1 revelaram que mesatenistas foram capazes de perceber a magnitude de

rotação da bola nas três condições. O percentual de acertos foi de 77,5%, 91,14% e 96,36% para as condições de informação auditiva, visual e combinadas, respectivamente. Quanto ao tempo de reação, os resultados revelaram que na condição somente informação auditiva ($2,32 \pm 0,41$ s) os atletas demoraram mais tempo para responder do que em relação a condição somente informação visual ($2,07 \pm 0,36$ s), já na condição informação auditiva e visual ($1,85 \pm 0,35$ s) os atletas se mostraram mais rápidos ainda concordando com as informações número de acertos obtidas neste estudo. Para o estudo 2 os resultados revelaram que quando os atletas contra-atacaram na condição informação auditiva, o número de acertos foi de $37,69 \pm 5,43$ enquanto, quando a audição dos atletas foi privada a média de acertos foi $33,15 \pm 6,84$. Os resultados apontaram que mesatenistas foram capazes de utilizar as informações auditiva e visual para perceber a magnitude da rotação da bola no golpe forehand, porém, no estudo 1 quando as informações foram combinadas o número de acertos aumentou 5,22% e o tempo de reação diminuiu 0,22 s. No estudo 2 Quando a informação auditiva foi privada houve uma diminuição na média do número de acertos de 4,54.

Descritores: tênis de mesa. efeito da bola. audição. tempo de reação.

ABSTRACT

SANTOS, Daniel Peterossi Rodrigues. **Contribution of auditory and visual informations to the perception of the rotation of the ball and to the performance in experient table tennis players.** 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física e Esporte) – Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

Table tennis is one of the fastest racket sports in the world, requiring very little time to plan and execute your moves. In this sense, detecting a quantity of ball spin, velocity and direction becomes fundamental to produce efficient motor responses. However, there are some questions that have not yet been explored for example how much the availability of auditory and visual information interferes with the accuracy of the perception of the rotation of the ball and the time needed to perceive these rotations. The purpose of the present study is to analyze the influence of auditory and visual information on the perception of ball rotation and performance in table tennis. The volunteers were submitted to two studies: the first one to verify the contribution of the auditory and visual information in the perception of the rotation of the ball and in the time necessary for this perception. The second, proposed to evaluate the influence of auditory information on the performance of the counter-attack task in table tennis. Twenty-two high-level table tennis players men and women (21 men and 1 woman) with a mean age of 22.55 ± 6.15 participated in the study. The rotation perception test (study 1) analyzed the number of hits and the reaction time through a routine developed in Matlab software. The athletes visualized the screen of a computer and answered in a keyboard as soon as possible. The athletes analyzed a forehand movement in the rotation intensities: fast spin (spinning ball foward at 140 r/s); medium spin (105 r/s); slow spin (84 r/s); flat hit (70 r/s), under the following conditions: a) auditory information; b) visual information; c) auditory and visual information. The athletes analyzed 20 balls for each condition, five of each type of rotation. For the performance test (study 2) the athlete had to respond adequately with the forehand counterattack movement on a previously marked target at the table. 80 balls were struck at the same intensities of rotation mentioned above. The athletes were evaluated in two conditions: with auditory information and without auditory information. The results of the study 1 revealed that table tennis players were able to perceive the magnitude of rotation of the ball in the three conditions. The percentage of correct answers was 77.5%, 91.14% and

96.36% for auditory, visual and combined information conditions, respectively. Regarding the reaction time, the results revealed that in the condition only auditory information (2.32 ± 0.41 s) the athletes took more time to respond, since in the condition only visual information (2.07 ± 0.36 s) delayed a little less and in the condition auditory and visual information (1.85 ± 0.35 s) the athletes showed themselves to be faster still agreeing with the information number of hits obtained in this study. For the study 2 the results revealed that when the athletes counterattacked in the auditory information condition, the number of hits was 37.69 ± 5.43 , whereas when the hearing of the athletes was private the average hit was 33.15 ± 6.84 . The results indicated that table tennis players were able to use auditory and visual information to realize the magnitude of the ball rotation in the forehand blow, however, in study 1 when the informations were combined the number of right answered increased 5.22% and the reaction time decreased by 0.22 s. In study 2 When the auditory information was depriving, there was a decrease in the average number of hits 4.54.

Key words: table tennis. ball spin. audition. reaction time.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Páginas
Figura 1: Organização dos equipamentos para aquisição do vídeo da bola e áudio do golpe forehand: C1, C2 (câmeras de vídeo), GO (GoPro), G (Gravador portátil) e M (2 Microfones).	32
Figura 2: Organização dos equipamentos para aquisição do vídeo da bola e áudio do golpe forehand.	33
Figura 3: Organização dos estudos: Gravação de áudio e vídeo, teste de percepção da rotação: informação auditiva, informação visual, informação auditiva e visual. Teste de desempenho: com informação auditiva, sem informação auditiva.....	35
Figura 4: Posição do participante no estudo 1, ouvido ou visto o estímulo por meio do programa que foi controlado pelo avaliador os atletas tiveram que pressionar as teclas que representassem o estímulo correspondente, sendo da esquerda para direita, as teclas: muita rotação, média rotação, pouca rotação, batida chapada.....	37
Figura 5: Esquema de como foram organizados os equipamentos para o teste de desempenho: C1, (câmeras de vídeo), GO (GoPro), alvo, linha azul (bola lançada pelo lançador), linha verde (ataque de forehand), linha vermelha (contra-ataque de forehand do participante avaliado)	41
Figura 6. Médias $\pm$ desvios padrão do percentual de acertos nas condições informação auditiva, informação visual e combinadas para as intensidades de rotação: muito, médio, pouco e batida chapada.....	43
Figura 7. Médias $\pm$ desvios padrão do número de acertos nas condições informação auditiva, informação visual e combinadas para as intensidades de rotação: muita, média, pouca e batida chapada.	45
Figura 8. Médias $\pm$ desvios padrão do tempo de reação de respostas corretas nas condições informação auditiva, informação visual e combinadas.	46
Figura 9. Médias $\pm$ desvios padrão do tempo de reação de respostas corretas nas condições informação auditiva, informação visual e combinadas para as intensidades de rotação: muita, média, pouca e batida chapada.	48

Figura 10. Médias $\pm$ desvios padrão do número de acertos nas condições com informação auditiva e sem informação auditiva.	50
Figura 11. Médias $\pm$ desvios padrão do número de acertos nas condições com informação auditiva e sem informação auditiva para as intensidades de rotação: muita, média, pouca e batida chapada.....	52
Figura 12. Médias $\pm$ desvios padrão do número de acertos em diferentes magnitudes de rotação da bola nas condições com informação auditiva e sem informação auditiva.	53

LISTA DE TABELAS

Páginas

Tabela 1. Média $\pm$ desvio padrão da idade (anos), massa corporal (Kg), Estatura (m) e características relacionadas à experiência dos participantes com o tênis de mesa (anos de prática; horas de treino semanal e número de competições anuais).	42
Tabela 2. Coeficiente de Correlação (r) entre as variáveis número de acertos e tempo de reação, nas condições: informação auditiva, informação visual e combinadas.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALC	Arylate-Carbon
ANOVA	Análise de variância
ITTF	International Table Tennis Federation
MDF	Medium Density Fiberboard
OFF	Ofensivo
PVC	Policloreto de vinila
RMS	Root Mean Square (Raiz quadrada média)
SEM	Stand Error measurement
tm	tempo de movimento
tr	tempo de reação
USATT	United States of America Table Tennis

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 - Tênis de mesa	15
2.2 - Efeito da rotação da bola no tênis de mesa	16
2.3 - Tempo de Reação	17
2.4 - Influência da experiência no tênis de mesa	20
2.5 - Percepção no tênis de mesa	23
3. OBJETIVOS	28
3.1 - Objetivo geral	28
3.2 - Objetivos específicos	28
3.2.1 - Estudo 1	28
3.2.2 - Estudo 2	28
4. MÉTODOS	29
4.1 - Participantes	29
4.1.2 - Materiais	29
4.2 - Aquisição dos arquivos de áudio e vídeo de cada tipo de rotação	30
4.3 - Procedimentos	34
4.3.1 - Estudo 1 – Percepção da Rotação da Bola	35
4.3.1.1 - Tratamento e Análises dos dados do Estudo 1	38
4.3.2 - Estudo 2 – Avaliação de desempenho da tarefa	38
4.3.2.1 - Tratamento e Análises dos Dados do Estudo 2	41
5. RESULTADOS	41
5.2 – Dados antropométricos da amostra	42
5.3 - Estudo 1 – teste de percepção da rotação	42

5.3.1 - Percentual de acertos na percepção da magnitude de rotação da bola	42
5.3.2 - Percentual de acertos estratificado para cada magnitude de rotação da bola	44
5.3.3 – Latência da resposta para estímulo da magnitude de rotação da bola	45
5.3.4 - Tempo de reação estratificado para cada magnitude de rotação da bola	46
5.3.5 - Correlação entre o número de acertos e o tempo de reação	48
5.4 - Estudo 2 – teste de desempenho motor.....	49
5.4.1 - Percentual de acertos da bola no alvo nas condições com informação auditiva e sem informação auditiva.....	49
5.4.2 - Percentual de acertos da bola no alvo nas condições com informação auditiva e sem informação auditiva estratificado para cada magnitude de rotação.....	50
5.4.3 - Percentual de acertos nas condições: Com informação auditiva sem informação auditiva para variadas magnitudes de rotação	52
6. DISCUSSÃO	53
7. CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE A.....	70
APÊNDICE B	73
APÊNDICE C.....	75
APÊNDICE D.....	77
ANEXO A	80

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia das madeiras, borrachas e colas ao longo dos últimos anos o tênis de mesa ganhou características notáveis exigindo alta velocidade na produção de respostas motoras (PADULO *et al.*, 2016). Uma das grandes evoluções na modalidade foi a grande quantidade de rotação impressa. Antes da inclusão das borrachas nas raquetes as rotações não eram um fator determinante em uma partida de tênis de mesa, porém nos dias de hoje, a bola já se inicia atingindo rotações de até 58 r/s no serviço (IIZUKA *et al.*, 2010) podendo atingir até 168 r/s (QUN *et al.*, 1992; SEYDEL, 1992) durante um ponto e em velocidades de até 40 m/s (SEYDEL, 1992).

Além da alta velocidade, o tênis de mesa também é caracterizado como uma prática complexa devido às diversas possibilidades de jogadas, combinando velocidade, direção e efeito. Os efeitos básicos ou primários são: para cima, para baixo e lateral para direita e esquerda. Porém, combinados podem gerar centenas de efeitos diferentes aumentando a complexidade da tarefa motora (WANG, 1996).

O tênis de mesa foi classificado como esporte de reação (YOSHIDA, 1995), a incrível velocidade da bola e a curta distância que viaja entre adversários permite uma quantidade mínima de tempo para reagir e executar golpes (KEELE e HAWKINS, 1982; XIAOPENG, 2002), podendo chegar até aproximadamente 0,5 s para prever o voo da bola e iniciar um movimento para interceptá-la (AKPINAR *et al.*, 2012).

Tanto a informação visual quanto a auditiva são estímulos sensoriais muito importantes para uma resposta precisa e eficiente (NOESSELT *et al.*, 2008; OLIVERS e VAN DER BURG, 2008; LEWIS e NOPPENY, 2010). O tempo de reação de uma pessoa comum com idade entre 18-26 anos para estímulos visuais é entre 0,18 s e 0,20 s e para estímulos auditivos entre 0,14 s e 0,16 s (FIEANDT, 1956; WELFORD, 1980; WELFORD e BREBNER, 1980; KURATA e AIZAWA, 2004). Uma observação importante a ser feita a partir destes estudos prévios é que o tempo de reação a estímulos auditivos é mais curto. Pelo fato da região do cérebro responsável pela audição se encontrar mais próxima a região do ouvido pode ser que para tarefas simples a informação seja processada mais rapidamente para a audição do que para a visão, levando em consideração que a região cerebral responsável por processar a informação visula (córtex visual) se encontra mais afastada do

globo ocular e também pela complexidade da informação visual em relação à auditiva (KEMP, 1973).

Tendo em vista o pequeno tempo disponível para contra-atacar, uma percepção antecipada (mais rápida) da trajetória e da magnitude de rotação da bola poderia resultar em maior tempo para seleção e decisão da resposta motora mais apropriada, podendo melhorar o desempenho de mesatênistas. Buscar maneiras de treinar os atletas para antecipar a percepção da trajetória e rotação da bola tem sido um desafio tanto para técnicos e atletas (FRANCISCO e BERTA, 2007; AK e KOÇAK, 2010).

O maior índice de erros em uma partida de tênis de mesa ocorre devido à dificuldade do jogador em perceber a magnitude de rotação da bola. Liu (1996) ainda sugere que, pelo fato de a bola ser de uma única cor, se torna muito difícil perceber as rotações da bola apenas por meio do sistema visual. Em virtude disto, uma percepção antecipada (mais rápida) do estímulo (intensidade de rotação da bola) resultaria em um maior tempo de escolha da resposta motora mais apropriada.

Nesse sentido, a capacidade de um mesatênista em detectar a rotação da bola por meio do som do contato da bola com a raquete poderia aumentar a chance de uma resposta mais rápida. Isto quer dizer que a percepção auditiva poderia ser utilizada para produzir respostas mais rápidas no tênis de mesa. De fato, mesatênistas de alto rendimento parecem utilizar o som do contato da bola com a raquete como indicador para magnitude de rotação (SANTOS *et al.*, 2017), tipo de efeito (PARK, S. H. *et al.*, 2015) e até direção da bola (BISCHOFF *et al.*, 2014).

Santos e colaboradores (2017), mostraram que atletas de tênis de mesa conseguem perceber diferentes magnitudes de rotação da bola do golpe forehand somente pelo som gerado do contato da raquete com a bola.

O estudo de Park (2015) também revelou a importância da informação auditiva no tênis de mesa, pois, sua amostra de atletas obteve respostas 15% melhores em perceber o tipo de efeito da bola no saque quando adicionada a informação auditiva.

Bischoff *et al.* (2014) realizaram um experimento em que o participante deveria prever a direção de voo da bola a partir de um vídeo de uma simulação de jogo. Os participantes não podiam ver o toque da bola na raquete e os estímulos eram em associação ou não com a informação auditiva. Os resultados revelaram que o percentual de previsão correta na condição com somente informação visual foi de 72,2% e na condição com complemento da informação auditiva foi de 75%. Podemos observar que mesmo sem enxergar o toque da

raquete na bola a informação auditiva auxiliou os atletas a preverem a direção correta da bola (diagonal ou paralela).

Apesar das evidências sobre a importância da informação auditiva no tênis de mesa apontadas nos estudos anteriores, existem algumas questões que ainda precisam ser investigadas como: quanto a disponibilidade de ambas as informações (auditiva e visual) interfere na acurácia da percepção da rotação da bola? Qual a influência na informação auditiva no tempo necessário para percepção da rotação da bola? Este foi o propósito do estudo.

Nossa hipótese é que ao retirarmos a informação auditiva, seria proporcionado uma percepção de menor acurácia da rotação da bola. Consequentemente, possibilitando um número de acertos menor na identificação da rotação da bola e aumentando o tempo de reação.

Se confirmadas as hipóteses iniciais, as informações obtidas com o presente estudo poderiam contribuir para treinadores e atletas no sentido de conscientizá-los da importância da informação auditiva, e até mesmo, criar métodos de treinamento que envolvam a percepção auditiva, no sentido de antecipar a percepção da magnitude de rotação da bola no tênis de mesa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Tênis de mesa

Pelo Fato de ser uma modalidade não tão antiga como atletismo, lutas, e natação que são esportes milenares (SANSONE, 1992), suas primeiras aparições foram no século XIX na Inglaterra. Após jantares os ingleses com equipamentos improvisados adaptavam o tênis de quadra em uma mesa de jantar. Ao longo dos anos, a brincadeira foi evoluindo e novos materiais foram introduzidos como a bola de celulóide e as borrachas que revolucionaram a modalidade produzindo rotação na bola. Em meados de 1900 o tênis de mesa até então conhecido como ping pong por conta do som da bola de celulóide ganhou popularidade na Inglaterra, desde então este esporte ganhou algumas características notáveis e passou a ser chamado tênis de mesa. (INTERNATIONAL TABLE TENNIS FEDERATION, 2015).

O tênis de mesa é um esporte que está em constante e rápida evolução. Por conta da grande evolução técnica, preparação física e horas de treinamento, nos últimos anos ocorreu um grande avanço tecnológico nos materiais utilizados na modalidade, principalmente, nas borrachas e colas que proporcionam uma velocidade e quantidade de rotação cada vez maior (WANG, 1996) com isso, a modalidade ganhou notoriedade e atraiu adeptos em todo mundo (INTERNATIONAL TABLE TENNIS FEDERATION, 2015).

Com tanta beleza e possuidor de propriedades peculiares reunidas em uma modalidade, o esporte foi se tornando cada vez mais popular, hoje existem mais de 150 associações filiados à Federação Internacional de tênis de mesa (ITTF), muitas delas com centenas de milhares de jogadores, como a Rússia, com mais de 1 milhão, e a China, com mais de 10 milhões de praticantes (MARINOVIC *et al.*, 2006). Tais números constataam que o tênis de mesa é o segundo esporte mais praticado no mundo e, em 1988, foi-lhe concedida à condição de Esporte Olímpico (MARINOVIC *et al.*, 2006).

A modalidade começou a ganhar uma forma diferente passando de pouca rotação para muita rotação, de pouca velocidade para muita velocidade, de pouca movimentação para muita movimentação, de pouca técnica para muita técnica, qualidade e precisão. Todos estes componentes sendo realizados em um espaço de apenas 2,74 m de comprimento por 1,52 m de largura, que é a medida oficial da mesa de tênis de mesa (INTERNATIONAL TABLE TENNIS FEDERATION, 2015). Considerado então um dos esportes mais rápidos com bola (LEES, 2003; KONDRICĚ, 2017), exigindo um curto tempo de antecipação e reação, sendo ainda o esporte que a bola mais atinge rotação em menos tempo, até 168 r/s (QUN *et al.*, 1992) envolvendo muita tática e estratégia em pouco tempo.

2.2 - Efeito da rotação da bola no tênis de mesa

Pelo fato da grande rotação que pode ser impressa, o atleta conta com o fenômeno denominado efeito Magnus. Através dessa lei, dependendo da intensidade de rotação a bola pode adquirir curvas em sua trajetória de acordo com o eixo da rotação.

Passando-se os anos foi descoberto que em uma partida de tênis de mesa a bola está o tempo todo com algum tipo de rotação. Existem inúmeros efeitos e combinações dos mesmos, as primeiras pesquisas sobre o efeito da bola no tênis de mesa foram entre 1950 e 1960

(WANG, 1996). A partir de 1970 os chineses (potência mundial na modalidade até os dias de hoje) começaram a estudar sistematicamente os efeitos no tênis de mesa (WANG, 1996).

Desde então, foi descoberto que o atrito da raquete na bola é o causador do efeito. Quando a bola gira ela ganha um eixo imaginário no qual a bola gira em torno do mesmo, pelo fato do eixo ser imaginário existem inúmeros eixos e, dependendo de onde a raquete toca na bola é produzido um eixo diferente e automaticamente um efeito diferente. Os efeitos básicos são para baixo, para cima, lateral para a direita e lateral para esquerda (WANG, 1996).

O efeito de rotação em torno de um eixo de uma bola é denominado efeito Magnus, pelo fato da grande rotação que pode ser impressa o atleta conta com este fenômeno. Através dessa lei, dependendo da intensidade do efeito a bola pode adquirir curvas em sua trajetória de acordo com o eixo da rotação. Quando um corpo gira, ele tende a carregar com ele uma camada de fluido (ar), que está em contato com a sua superfície. Este fluido, em seguida, influencia o ambiente em que a bola se encontra, sendo assim, uma divisão de camadas é formada ao redor da bola fazendo com que a bola rotacione, gire (HAY JAMES, 1993; WANG, 1996). Essa rotação transmitida para a bola provoca um desequilíbrio de pressão e produz uma trajetória que como resultado faz uma curva. Os efeitos são como as cores primárias, quando combinadas podem se criar infinitas cores. O mesmo acontece com os efeitos, existem os efeitos primários (para baixo, para cima e lateral) e os mesmos combinados podem gerar infinitas combinações, por isso, é necessário muito treinamento e dedicação para se tornar um atleta de alto rendimento (ERICSSON *et al.*, 1993; BÖHME, 2010; INTERNATIONAL TABLE TENNIS FEDERATION, 2015). Tudo isso em um tempo muito curto exigindo do mesatenista um tempo de reação muito rápido.

2.3 - Tempo de Reação

O tênis de mesa é considerado o esporte mais rápido com bola (LEES, 2003; KONDRIČ, 2017), e também um dos mais difíceis de antecipação, por conta das diversas possibilidades de jogadas combinadas com velocidade, rotação e deslocamento. Atualmente, o tênis de mesa é uma das modalidades esportivas que mais exigem velocidade e acurácia na produção de respostas motoras (QUN *et al.*, 1992; PADULO *et al.*, 2016; USA TABLE TENNIS (USATT) SPECTATOR'S GUIDE TO TABLE TENNIS, 2015). No ano de 2000, as regras do tênis de mesa foram modificadas pela federação internacional de tênis de mesa

(ITTF). O tamanho da bola aumentou de 38 para 40 mm, com o objetivo de diminuir a velocidade da bola durante um rali, não só para tornar a modalidade mais atraente para a TV e para o público geral, mas, para que o atleta tenha um tempo maior para organizar suas estratégias.

Bootsma e van Wieringen (1990) mostraram que mesatenistas de elite não dependem completamente de uma estratégia consistente de produção de movimento. Isso foi interpretado como uma variabilidade compensatória entre percepção e ação.

Pelo curto tempo de reação existente na modalidade, profissionais ligados ao tênis de mesa tem no decorrer dos anos investigado formas de diminuir o tempo de reação em seus atletas. No intuito de sobrar mais tempo para organizar estratégias, detectando antecipadamente a trajetória, quantidade de rotação e efeito (FRANCISCO e BERTA, 2007; AK e KOÇAK, 2010). Isso possibilitaria que mesatenistas ganhassem mais tempo para preparar a resposta motora mais adequada para cada tipo de golpe do adversário.

O tempo que um atleta tem para pensar é muito curto, portanto, quanto mais rápido perceber a direção, a intensidade de rotação e o efeito da bola mais fácil o jogo se torna para ele. O tempo de reação (TR) é um indicador preciso da velocidade e eficácia de processamento de estímulos e da tomada de decisão. O tempo de reação simples é caracterizado como o tempo transcorrido entre a apresentação de um estímulo sensorial e a resposta comportamental posterior. É definido como o intervalo entre a apresentação de um estímulo não antecipado e o início da resposta motora (SCHMIDT e WRISBERG, 2004).

O tempo de reação é o tempo decorrido entre a apresentação de um estímulo sensorial e subsequente resposta comportamental. O tempo de reação simples geralmente é definido como o tempo necessário para que um observador detecte a presença de um estímulo. É uma habilidade física intimamente relacionada ao desempenho humano. Representa o nível de coordenação neuromuscular em que o corpo através de diferentes processos físicos, químicos e mecânicos decodifica estímulos visuais ou auditivos que viajam através de caminhos aferentes e atingem o cérebro como estímulos sensoriais (SHELTON e KUMAR, 2010).

Shelton et al. (2010) ainda nos explicam que o tempo de reação de um indivíduo a estímulos depende de diversos parâmetros, como tempo que o estímulo demora a ser percebido pelo órgão sensorial, conversão deste em sinal neural, transmissão, processamento do sinal pelo sistema nervoso central, retorno do sinal de resposta aos músculos, entre outros. Modalidades esportivas como tênis de mesa, badminton, tênis, squash e raquetebol foram classificados como esportes de reação (YOSHIDA, 1995). No tênis de mesa, especificamente,

a incrível velocidade da bola e a curta distância que viaja entre adversários permite uma quantidade mínima de tempo para reagir e executar golpes (KEELE e HAWKINS, 1982; XIAOPENG, 2002). No tênis de mesa a bola pode atingir uma velocidade de até 40 m/s no golpe de ataque forehand (SEYDEL, 1992; USA TABLE TENNIS (USATT) SPECTATOR'S GUIDE TO TABLE TENNIS, 2015), tornando assim a modalidade esportiva com raquete que mais exige raciocínio rápido com menos de 0,5 s para reagir (AKPINAR *et al.*, 2012).

A velocidade da bola, quantidade de efeitos, intensidade de rotação, deslocamentos, direção da bola e suas inúmeras combinações, exigem uma resposta e padrão motor diferente para executar um retorno efetivo. Situações como estas ilustram o tempo de reação de escolha, onde o atleta deve perceber o estímulo o mais rápido possível, em seguida, escolher a resposta mais apropriada referente aquele estímulo. Além de todos esses estímulos que o atleta tem que processar, quanto maior a quantidade de estímulos consecutivos mais complexo se torna o esporte por conta das diversas variações consecutivas que o atleta tem que resolver, com isso, sobra cada vez menos tempo pra responder (SCHMIDT e WRISBERG, 2004).

O estudo de Xiaopeng (1998) desenvolvido na associação Chinesa de tênis de mesa mensurou bolas de até 10,4 m/s para ataques de forehand e 17 m/s para smash de forehand. Se levarmos em consideração a medida oficial da mesa que é de 2,74 m de comprimento e assumirmos que jogadores normalmente tocam a bola aproximadamente 30 cm a partir do final da mesa, o tempo levado para bola viajar entre os jogadores pode ser calculado. Usando uma formula: $V = d/t$, (Velocidade = distância/tempo), tempo é igual à distância que a bola viaja dividida pela velocidade. Sabendo que a bola pode deslocar numa média de 3,34 m com velocidade de 10,4 m/s (ataque de forehand) e 17 m/s (smash de forehand) irá levar cerca de 0,32 s (ataque de forehand) ou 0,2 s (smash de forehand) para a bola deslocar entre os jogadores. Como o tempo de reação médio de um ser humano é de 0,18-0,22 s, fica claro que o jogador mal tem tempo para reagir antes que a bola chegue muito próximo a ele.

Atletas de alto rendimento apresentam uma melhor antecipação e realizam mais rapidamente os ajustes corporais necessários para o próximo golpe (WRISBERG *et al.*, 1979; HAYWOOD, 1983; WRISBERG e MEAD, 1983; NOUGIER *et al.*, 1992; KIOUMOURTZOGLOU *et al.*, 1998; SHIM *et al.*, 2010). Portanto, eles estão sempre prontos para retornar e automaticamente posicionando-se prontos para próximo golpe.

Atletas qualificados usam a técnica de balanço para voltarem à posição inicial o mais rápido possível. Conhecido também como *backswing*, para assim já estarem prontos para uma

resposta no instante que o oponente tocar na bola. Durante um período de 0,2 s com a bola na velocidade de 40 m/s (SEYDEL, 1992) cobrindo uma distância de aproximadamente 3,34 m (distância que a bola viaja entre os oponentes), somente com uma adicional antecipação é permitido que o jogador consiga rebater a bola adequadamente.

Loureiro e Freitas (2012) analisaram a performance neuromuscular de atletas de alto rendimento e intermediários no badminton e concluíram que o tempo de reação é uma variável chave para distinguir alto rendimento de jogadores intermediários. Assim como o estudo de Padulo (2016) que mostrou que tempo de reação simples em atletas de tênis de mesa intermediários e especialistas reagem ao estímulo visual subitamente apresentado sobre 0,06 < 0,08 s antes do que os não atletas do grupo controle. Com isso chegamos à conclusão que a experiência é um fator importante para que o atleta atinja um tempo de reação melhor e consequentemente tenha um melhor desempenho.

2.4 - Influência da experiência no tênis de mesa

Para se tornar um atleta de alto rendimento no tênis de mesa é necessário muita dedicação (ERICSSON *ET AL.*, 1993; BÖHME, 2010; INTERNATIONAL TABLE TENNIS FEDERATION, 2015). Segundo Bohme (2010), a proficiência da habilidade motora depende da inter-relação dos aspectos condicionais, coordenativos e cognitivos. Faber et al. (2016) asseguram que o bom desempenho de um atleta está diretamente relacionado ao desenvolvimento da aprendizagem e a experiência de formação deste jogador. Atletas com mais experiência de jogo, considerados atletas de elite tem um tempo de reação menor, sensibilidade ao estímulo, alto desenvolvimento de atenção e desenvolvimento motor apurado para pensar em diferentes estratégias, no intuito de executar a melhor dentre elas o mais rápido (HUNG *et al.*, 2005).

Aceleração e velocidade para ambos os lados são características significantes em mesatênistas. Corridas laterais de curtas distâncias são maneiras de deslocamento mais frequentes em uma partida, proporcionando em atletas experientes maior velocidade e consequentemente um tempo de reação mais eficiente e rápido (FRANCISCO e BERTA, 2007).

Tempo de reação e tempo de movimento (TR e TM) são partes das funções sensório motoras e tem sido estudadas usando uma ampla variedade de testes e habilidades no esporte.

Entretanto foi estabelecido que exercícios físicos geram um efeito positivo no tempo de reação e no tempo de movimento (MCMORRIS e GRAYDON, 2000; TOMPOROWSKI, 2003). Portanto, atletas com mais experiência de treino principalmente em exercícios específicos, apresentam uma melhor capacidade de perceber movimentos oponentes, conseguem se adequar a tarefa e desenvolver um tempo de reação e tempo de movimento mais rápido que atletas não experientes (MARINOVIC *et al.*, 2009).

Uma das habilidades mais importantes que mesatenistas precisam ter é a habilidade de antecipar a direção e velocidade da bola, reagindo rápido o suficiente para executar o melhor golpe para a situação colocando a bola no lugar desejado.

Ao fazer isso, os jogadores precisam realizar o posicionamento de pernas correto, tomando a posição correta, pronto para retornar a bola. O contato da raquete com a bola e o tempo do golpe são dois dos fatores que determinam a direção da bola quando ela é direcionada para o campo adversário. Mesmo uma pequena mudança no tempo pode fazer com que a bola vá além dos limites da mesa ou em local indesejado. Muitos jogadores de tênis de mesa são capazes de receber a bola, porém, a diferença entre jogadores de elite e iniciantes é a habilidade de colocar a bola no local desejado no lado da mesa adversário. Portanto, a compreensão do papel da antecipação e tempo de reação são fatores importantes para o treinamento. Algumas pesquisas revelam que com a prática o tempo de antecipação melhora. Além disso, alguns estudos nos mostram que atletas conseguem realizar tarefas em um tempo de reação menor (ANDO *et al.*, 2001; VENTER e FERREIRA, 2004; KOKUBU *et al.*, 2006; ZWIERKO, 2008).

O tempo de antecipação-coincidência é principalmente definido como a capacidade de prever quando um objeto, imagem chegaria a um ponto alvo designado no tempo e no espaço (DAVIDS *et al.*, 2005). O tempo de antecipação-coincidência é geralmente usado para testar a coordenação (para antecipar) e sua antecipação na precisão. Nos esportes de raquete, por exemplo, é essencial acompanhar o movimento da bola, para antecipar a chegada da bola e, finalmente, acertar a bola em direção à quadra do adversário. Especialmente em esportes que exigem captura precisa ou/para bater, essa habilidade perceptiva poderia ser especulada como um fator importante que pode contribuir para um desempenho bem sucedido (MAGILL, 2000; SCHMIDT & LEE, 2005). Portanto, é crucial não só testar rotineiramente essa capacidade motora, mas também monitorar possíveis mudanças no tempo de antecipação de coincidência.

Um treinamento com crianças sobre tempo de antecipação foi realizado durante um período. As crianças tinham que apertar um dispositivo conforme as lâmpadas avisavam que iam acender através de uma lâmpada. As lâmpadas acendiam em uma sequência aleatória onde as crianças tinham que apertar o dispositivo correspondente à lâmpada. Após um período de treinamento o estudo mostra que o grupo que treinou obteve um resultado de melhora bastante expressivo (WRISBERG e MEAD, 1983). Algumas pesquisas nos mostram que com a prática o tempo de antecipação e tempo de reação melhoram (WRISBERG *et al.*, 1979; HAYWOOD, 1983; WRISBERG e MEAD, 1983).

Praticar tênis ou tênis de mesa pode ajudar algumas crianças a desenvolver o controle motor mais rápido do que os outros (BENGUIGUI e RIPOLL, 1998). Diversos estudos compararam o tempo de reação em esportes específicos e demonstraram que o tempo foi menor para os especialistas do que para os jogadores novatos (NOUGIER *et al.*, 1992; KIOUMOURTZOGLOU *et al.*, 1998; PADULO *et al.*, 2016).

Também foi investigado os efeitos do nível de experiência dos jogadores (avançado e intermediário) na cinemática do movimento dos membros superiores (e.g. velocidades angulares do tronco, ombro, cotovelo, antebraço e punho) e relataram que jogadores avançados (tempo de prática ~11 anos) apresentaram melhores resultados do que jogadores intermediário (~7 anos de tempo de prática) (IINO e KOJIMA, 2009). A experiência e o nível de treinamento são fatores que influenciam no desempenho em vários aspectos.

O tempo de reação simples visual e auditivo de surfistas profissionais e iniciantes também foram comparados e encontrado um menor tempo de reação em profissionais (VAGHETTI *et al.*, 2007)

Bhanot et al. (1979) estudaram atletas olímpicos, universitários e ex-jogadores de hockey e encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os tempos de reação auditivo e visual dos atletas em comparação com o grupo de ex-jogadores; entretanto, quando comparados os tempos de reação auditivo e visual de atletas olímpicos com atletas universitários, não foram encontradas diferenças significativas, embora os tempos de reação dos atletas olímpicos tenham sido menores que os dos atletas universitários. Outros estudos também corroboram essa pesquisa, como são os casos de Ando et al. (2001) os quais encontraram trs visual e periférico menores para um grupo de atletas em comparação com um grupos de não atletas. Mori et al. (MORI *et al.*, 2002) os quais observaram diferenças estatisticamente significativas entre atletas de caratê, com tempos menores para os atletas mais experientes;

Jogadores de elite podem antecipar eventos futuros com base no padrão de movimento adversário (SHIM *et al.*, 2010). Por esta razão atletas mais experientes, consequentemente tem uma resposta mais rápida, não só em relação ao tempo de antecipação, tempo de reação, aceleração, agilidade, mas, também a resposta auditiva e visual (ANDRADE *et al.*, 2005). Atletas de alto rendimento conseguem perceber melhor a esses estímulos, por exemplo, quando o jogador toca a raquete na bola fazendo o movimento de fricção, raspagem na bola, ele consegue aproveitar os estímulos visual e auditivo e ter uma melhor acurácia e confiança em sua resposta, angulação da raquete e maneira adequada de reagir.

2.5 - Percepção no tênis de mesa

A percepção é de extrema importância para diversas atividades do nosso dia a dia, como por exemplo, evitar perigos e iniciar estratégias para evitá-los como, por exemplo, responder a um estímulo inesperado enquanto dirigindo (DEERY, 2000).

A informação auditiva muitas vezes é uma informação sensorial que pode acrescentar no aumento da precisão de determinado estímulo, por exemplo: uma sacola cheia de pedras quando derrubada emite um som diferente de uma sacola vazia, porém, só teremos dimensão do peso por meio da informação auditiva quando a sacola tocar o chão. Muitas vezes não temos muitas informações de determinado estímulo e usamos a audição para conseguir o máximo de informações possíveis e definir o estímulo com maior precisão possível, por exemplo, quando atravessamos a rua e um carro inesperado surge, o som oferece informação se está distante, o quanto vai demorar para passar por perto e etc.

Alguns estudos sugerem que estímulos visuais e estímulos auditivos quando apresentados no alinhamento espacial dentro de uma pequena janela de tempo é percebido como mais saliente e menos ambíguo do que quando são apresentados isoladamente (STEIN *et al.*, 1996; CALVERT *et al.*, 2000).

Vroomen e De Gelder (2000) relataram que os estímulos visuais são mais fáceis de detectar quando acompanhado por um som. Foi usado um padrão de mudança aleatórios de quatro pontos. Ocasionalmente, os quatro pontos foram apresentados em uma configuração pré-definida. Os participantes tiveram que indicar, por meio de um botão de quatro opções em qual canto da tela houve alteração no ponto. Uma descoberta chave neste estudo foi que

os participantes foram melhores em detectar as configurações de destino quando um áudio relativamente único foi apresentado no mesmo instante em que o alvo é exibido. Esse efeito foi referido como o fenômeno do "congelamento" devido ao fato de que os sons parecem congelar as configurações visuais por um curto período de tempo. O fenômeno de congelamento pode diminuir o processo de detecção de estímulos visuais.

Van der Burg, Olivers, Bronkhorst e Theeuwes (2008) desenvolveram um *display* que exibia pequenas linhas que mudavam de cor de forma contínua entre vermelho e verde. Quando as mudanças de cor no estímulo alvo foram acompanhadas por um som inespecífico, o tempo de reação diminuiu. Os autores propuseram que a integração audiovisual capta a atenção durante o processamento de estímulos visuais concorrentes.

Staufenbiel, van der Lubbe e Talsma (2011) apresentaram pontos de estímulo visual em movimento aleatório, em uma tela de computador um dos quais mudou de direção abruptamente em uma direção ortogonal em alguns ensaios. A mudança de direção do movimento foi acompanhada por um som ou não. A tarefa dos participantes era indicar se ocorreu uma mudança de movimento abrupta ou não pressionando o botão correspondente. Os participantes foram melhores em detectar mudanças de direção quando acompanhado por um som e puderam acompanhar um número maior de estímulos visuais. Staufenbiel et al. (2011) sublinhou que o som foi apresentado após o início do movimento do alvo, tornando improvável que o som seja apenas um sinal de aviso.

Portanto, tanto a informação visual quanto a auditiva são estímulos sensoriais muito importantes para uma resposta precisa e eficiente (NOESSELT *et al.*, 2008; OLIVERS e VAN DER BURG, 2008; LEWIS e NOPPENY, 2010). O Sistema auditivo tem a função de decodificar as ondas sonoras desde a orelha externa até o córtex auditivo (KATZ *et al.*, 1997). O processamento auditivo é considerado como todo o processo que envolve a detecção de eventos acústicos; a capacidade de discriminação quanto ao local, espectro, amplitude e tempo; a habilidade para agrupar sons como, por exemplo, separar o som de uma voz de outra, a habilidade para perceber um som, denominá-lo verbalmente e ter acesso ao seu significado. É uma série de processos que acontecem em um determinado período de tempo permitindo com que o indivíduo faça uma análise dos eventos sonoros. Suas fases são: detecção, sensação, discriminação, localização, reconhecimento, compreensão, memória, atenção seletiva (PEREIRA, 1997).

Os componentes do sistema auditivo são três: o componente condutivo (composto pela orelha externa e média), o componente sensorial (a cóclea) que transforma o impulso sonoro

em elétrico, e o componente neural. Os dois primeiros componentes, condutivo e sensorial, fazem parte do sistema periférico, e o componente neural, responsável pela atividade central, faz parte do sistema nervoso. A atividade periférica tem a função de detecção e transmissão dos sons, e a atividade central tem a função de discriminação, localização, reconhecimento do som, compreensão, atenção seletiva e memória auditiva.

Existe um fenômeno chamado atenção seletiva (PEREIRA, 1993). Este fenômeno é responsável por priorizar um determinado som entre outros, a atenção seletiva permite ao indivíduo monitorar um determinado estímulo auditivo, mesmo quando a atenção primária está em outra modalidade sensorial. Exemplo: conversar enquanto o indivíduo está dirigindo um carro. Remetendo para o tênis de mesa, apesar de o atleta ter que pensar em vários fatores para ter êxito no ponto como, aonde a bola vai, onde irá jogar, posicionamento do corpo no espaço, qual golpe vai utilizar, ruídos da torcida, a atenção seletiva está fixa no som que será produzido quando a raquete tocar a bola para então, reagir apropriadamente de acordo com o timbre do som da bola. Durante todos esses eventos, o atleta tem que prestar muita atenção no timbre do som que raquete produz quando toca na bola, pois é daí que o atleta saberá se a bola está com muita, média ou pouca rotação (SANTOS *et al.*, 2017). Diferentes intensidades de rotação produzem diferentes timbres sonoros (SANTOS *et al.*, 2017). Não importa a movimentação do oponente ou esforço para executar o golpe, o atleta que irá receber o golpe tem que esperar o toque da raquete na bola, ouvir o timbre do som para perceber a magnitude de rotação e selecionar a resposta mais adequada.

A audição fornece informações de percepção crítica e pode aumentar a capacidade de reagir com precisão a um estímulo (BUCHTEL, HENRY A *et al.*, 1996). O cérebro combina informações de diferentes sentidos para responder a um estímulo e esta informação combinada permite-nos melhor percepção a um estímulo (DESANTIS *et al.*, 2014). Em um estudo recente, Park *et al.* (2015) também apontaram contribuição da percepção auditiva no tênis de mesa. Os autores observaram que após adicionar a informação auditiva a uma informação visual, mesatenistas melhoraram em 15% a capacidade de prever o tipo de efeito de um saque. Devido à alta velocidade e a grande quantidade de rotações da bola, mesatenistas tem um tempo muito curto para perceber o efeito. Por esta razão, quanto mais rápido o atleta perceber o estímulo, mais tempo terá para preparar a resposta motora apropriada. O tempo entre perceber e responder a um estímulo auditivo parece ser menor em comparação com um estímulo visual. O tempo de reação de uma pessoa comum com idade entre 18-26 anos para estímulos visuais é entre 0,18 s e 0,2 s e para estímulos auditivos, entre

0,14 s e 0,16 s (FIEANDT, 1956; WELFORD, 1980; WELFORD e BREBNER, 1980; KURATA e AIZAWA, 2004).

Shelton et al. (2010) nos mostram por meio de um software que o tempo médio de reação simples visual é cerca de 0,33 s em comparação com o tempo médio de reação auditiva de cerca de 0,28 s. Isto nos mostra que o tempo de reação auditiva é mais rápido do que o tempo de reação visual.

Uma observação importante a ser feita a partir destes resultados é que o tempo de reação a estímulos auditivos são muito mais curtos. Isto é provavelmente devido ao fato de que um estímulo auditivo leva apenas 8 a 10 ms para chegar ao cérebro, enquanto um estímulo visual leva de 20 a 40 ms (KEMP, 1973).

Weineck (2000) afirma que o TR é diferente para os estímulos ópticos, acústicos e táteis. Segundo o autor, o tempo de reação visual é mais longo que o tempo de reação auditivo, e as reações auditivas e visuais diferenciam-se entre si porque a mudança da energia da luz para impulsos neurais que podem ser levados ao cérebro pela retina é no mínimo 0,003 s mais lenta que a transformação das ondas de energia em impulsos neuromusculares que alertam o sistema auditivo. De acordo com Guyton (1992), as vias do sistema visual são mais longas e o processo de captação da luz e de transformação em informação sensorial é mais complicado do que o processo realizado pelo sistema auditivo.

Jogadores de tênis de mesa dependem em grande parte do som do contato entre a bola e raquete do adversário para perceber os tipos de golpe, velocidade do golpe, etc. (ALEXANDER e HONISH, 2009). Porém, mesmo o atleta não enxergando o toque da raquete na bola, por meio da audição pode ter um resultado positivo em prever a direção da bola (paralela ou diagonal) (BISCHOFF *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2017).

O tempo de reação em relação ao estímulo visual de atletas de alto nível é de 0,18 s e o tempo de reação do estímulo acústico é de 0,14 s (SKLORZ, 1979). Com este feedback auditivo é possível que o jogador reaja muito mais rápido do que sem este estímulo e, além disso, utilize a maior quantidade de tempo disponível para selecionar a resposta mais adequada.

Várias áreas do cérebro foram encontradas envolvidas no processamento multissensorial de ações, sabe-se que o lobo temporal (cortex auditivo) é responsável pela audição (cortex primário—area 41,42 de Brodmann) (NÄÄTÄNEN e PICTON, 1987; MESULAM, 1999A; B; PICTON *et al.*, 1999) e que o lobo occipital occipital (cortex visual) é

responsável pela visão (cortex primário e secundário área de Brodmann 17,18) (MESULAM, 1999B; DUMOULIN *et al.*, 2000; HÜLSDÜNKER *et al.*, 2017).

Pelo fato da região do cérebro responsável pela audição se encontrar mais próxima a região do ouvido pode ser que para tarefas simples a informação seja processada mais rapidamente para a audição do que para a visão, levando em consideração que a região cerebral responsável por processar a informação visual (córtex visual) se encontra mais afastada do globo ocular. Isto pode explicar os resultados de alguns estudos que revelaram que o tempo de reação para audição foi menor comparado a visão (FIEANDT, 1956; WELFORD, 1980; WELFORD e BREBNER, 1980; KURATA e AIZAWA, 2004; ANDRADE *et al.*, 2005; VAN DER BURG *et al.*, 2008; LEWIS e NOPPENY, 2010; STAUFENBIEL *et al.*, 2011).

Se a bola leva aproximadamente 0,32 s para o ataque de forehand e 0,19 s para forehand smash para deslocar de um lado para o outro na mesa e se subtrairmos o tempo de reação auditivo que é de 0,14 até 0,16 s sobra apenas 0,16 s a 0,18 s para rebater o ataque de forehand e 0,056 s até 0,036 s para por exemplo defender um smash de forehand. Com isto percebemos o curto espaço de tempo que o atleta tem para decidir qual a melhor opção para ter sucesso no ponto.

Bischoff *et al.* (2014) mostraram que mesatenistas conseguem prever a direção da bola com maior acurácia quando audição e visão estão combinadas. Os resultados revelaram que a estimulação audiovisual complementar induziu maior ativação no giro temporal médio temporo-occipital. James *et al.*, (2011) realizaram um estudo onde houve um reconhecimento da ação dirigida a objetos enquanto a informação estava sendo apresentada em diferentes modalidades sensoriais. Encontraram ativação para reconhecimento auditivo e visual bilateralmente na junção temporo-occipital. Com base nestes estudos uma de nossas hipóteses é de que quando há a junção temporo-occipital mesatenistas podem perceber com mais precisão e reagir em menos tempo, melhorando assim sua performance na tarefa concordando com o estudo de (MAGILL, 2000).

Apesar de algumas evidências sobre o papel da audição na percepção da bola no tênis de mesa, existem muitas questões que ainda permanecem sem resposta, por exemplo: Seria possível perceber a magnitude de rotação da bola por meio somente da visão? Quando acrescentado a audição à visão será que os atletas conseguem perceber melhor o estímulo? Quanto ao tempo de reação, em qual condição os mesatenistas percebem em menor tempo? Será que a informação auditiva interfere no desempenho de mesatenistas? O presente utilizou

ferramentas da biomecânica para investigar estas questões buscando respostas a partir de uma perspectiva da área de controle motor.

3. OBJETIVOS

3.1 - Objetivo geral

- Analisar a influência das informações auditiva e visual na percepção da rotação da bola e no desempenho do tênis de mesa.

3.2 - Objetivos específicos

3.2.1 - Estudo 1

- Efeito da via sensorial na percepção de mesatenistas para identificar a magnitude de rotação da bola nas condições com informação auditiva, com informação visual e com ambas informações disponíveis.

- Mensurar o tempo de reação de mesatenistas para identificar a magnitude de rotação da bola nas condições com informação auditiva, com informação visual e com ambas informações disponíveis.

3.2.2 - Estudo 2

- Mensurar o desempenho de mesatenistas para golpear a bola em um alvo nas condições com informação visual e com informações visual e auditiva disponíveis.

4. MÉTODOS

4.1 - Participantes

Participaram do estudo 22 mesatenistas de ambos os sexos (21 homens e 1 mulher) com média de idade de $22,55 \pm 6,15$ anos. Para participar do estudo, os voluntários deveriam ser praticantes de tênis de mesa há pelo menos seis anos de forma ininterrupta e terem participado de uma competição internacional e fazerem parte da primeira divisão do país. Vinte e dois mesatenistas participaram do estudo 1 e dos 22 mesatenistas 13 participaram do estudo 2. Um convite (por telefone ou e-mail) foi feito a algumas equipes profissionais de tênis de mesa e o técnico responsável convidou os atletas com as características necessárias para participar da pesquisa. Os critérios de exclusão foram: apresentação de problemas auditivos ou visuais que limitassem a percepção sonora e auditiva ou qualquer problema de saúde que interferisse na realização dos testes. Este projeto foi elaborado de acordo com as diretrizes contidas na Resolução CNS 466/2012 para o desenvolvimento de pesquisa com seres humanos.

Os mesatenistas foram avaliados em seu próprio local de treinamento. Após assinarem o termo de consentimento livre esclarecido (ou termo de assentimento, no caso dos voluntários menores de idade), devidamente aprovado pelo Comitê de Ética da Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (EEFERP-USP) (protocolo nº 1.055.671) os participantes preencheram um questionário (Apêndice C) com informações sobre seu relacionamento com o tênis de mesa (anos de treinamento em tênis de mesa; horas de treinamento semanal; número de competições que participa por ano, se tinham consciência da importância da informação auditiva no tênis de mesa, se apresentavam problemas de auditivos e visual) e receberam orientações sobre os procedimentos do estudo.

4.1.2 - Materiais

As bolas utilizadas eram de plástico PVC livre de solventes na cor branca com classificação de três estrelas que significa alta durabilidade, alto rigor na circunferência da bola e rigoroso processo de qualidade. Aprovado pela ITTF (utilizada em competições internacionais), com 40 mm de diâmetro, massa 2,67 g (DHS Double Happiness, Shanghai, China).

A madeira utilizada pelo profissional que rebatia as bolas tanto no estudo 1 quanto no estudo 2 foi a (Viscaria Arylate-Carbon, Butterfly, Tokyo, Japan), massa 90 g, espessura 5,8 mm, composição de cinco folhas das madeiras Koto wood, Limba wood, Kiri wood e duas folhas de Arylate Carbono (ALC), classificação OFF (ofensiva), cabo anatômico FL (extremidades mais largas), tamanho da lâmina 157x150 mm, tamanho da alça FL 100x25 mm, usada pelos melhores jogadores do mundo e uma das mais usadas em todo mundo.

As borrachas foram (Tenergy-05, Butterfly, Tokyo, Japan) com tecnologia High Tension, esponja Spring Sponge, espessura 2.1, classe Super Speed, superfície invertida. Borracha que atinge maior rotação dentre todas da marca Butterfly, usada pelos melhores jogadores do mundo e considerada a borracha mais usada no mundo, 56,7% dos mesatenistas utilizam Tenergy (BUTTERFLY JAPAN, 2017).

A cola (Free Chack II, Butterfly, Tokyo, Japan) a base de água, látex adesivo, desenvolvido para borrachas Spring Sponge (BUTTERFLY JAPAN, 2017).

E a mesa utilizada foi a (Double Happiness, blue table tennis table T-1223, California, USA) 22 mm, MDF (mesa mais utilizada em competições internacionais).

4.2 - Aquisição dos arquivos de áudio e vídeo de cada tipo de rotação

Os áudios e vídeos de cada tipo de rotação foram registrados em ambiente de laboratório. Para isso um atleta profissional de tênis de mesa foi orientado a realizar golpes de forehand com efeito para frente (topspin). As bolas golpeadas pelo mesatenista foram lançadas manualmente (uma forma comum de treino entre atletas de tênis de mesa). Essa prática consiste em uma pessoa que se posiciona ao lado da mesa próximo a rede pingando a bola na superfície do seu lado da mesa, com uma raquete toca na bola lançando a bola para a superfície do lado do atleta, do outro lado da mesa e então o mesmo executa o golpe em sua direção (conforme ilustrado na Figura 1). No presente estudo a bola foi lançada para que o atleta executasse o golpe em uma velocidade aproximada de $6,21 \pm 0,48$ m/s simulando um ataque de forehand com rotação para frente. Logo após a bola ser lançada o atleta executou o movimento de ataque forehand.

Os áudios dos golpes foram registrados por um gravador de áudio profissional (Roland modelo R-26, Shinmiyakoda, Japão) com dois microfones (DPA model 4011A, Longmont, USA) e mais dois microfones (DPA model 4011A, Longmont, USA) isolados na técnica de

microfonação estéreo por coincidente X/Y para registrar a sensação de espaço que envolve nossa percepção auditiva de um evento acústico. Na técnica X/Y todos os elementos devem ser considerados desde a reprodução lateral e central, passando pela sensação de profundidade ou distância e ainda pela sensação acústica de envolvimento com o ambiente, que normalmente é representada por reverberação. A técnica X/Y causa um efeito chamado surround que faz com que essa experiência seja ainda mais real e conta com o auxílio dos efeitos de psicoacústica causados principalmente pelas defasagens, esta técnica requer dois microfones direcionais idênticos, as cápsulas devem estar muito próximas, de preferência sobrepostas, formando ângulos que podem variar entre 90 e 130° (DO VALLE, 2015).

Simultaneamente a aquisição do áudio, os vídeos das rotações da bola e a velocidade foram capturadas por duas câmeras de vídeo (FH25, CASIO, Tokyo, Japan) sincronizadas que foram colocadas perpendicularmente para registro dos vídeos ajustadas a uma frequência de aquisição de 420 Hz (*High speed*; 224 x 168 pixel de resolução). Para a calibração espacial, um triedro ortogonal (1 m × 1 m × 1 m) contendo 12 marcadores com posições absolutas conhecidas nos eixos x, y e z foi utilizado (MILIONI *et al.*, 2016). O eixo z foi definido como vertical (apontando para cima), o eixo y era anteroposterior (apontando para o centro da posição que a bola seria tocada pelo jogador ortogonal a z), e o eixo x foi obtido pelo produto vetorial de y por z (apontando lateralmente). As seqüências foram transferidas para o computador, e a partir desses pontos o rastreamento foi feito (BARBIERI *et al.*, 2015; MILIONI *et al.*, 2016; VIEIRA *et al.*, 2016). Para sincronização das cameras uma bola de tênis de mesa foi lançada sobre a mesa e no momento que a bola tocou a mesa foi o momento que as câmeras foram sincronizadas.

Baseado nas coordenadas tridimensionais para a taxa de aquisição adota-se o Teorema de Nyquist conforme a equação $F_s \geq 2 * f_{max}$ (NYQUIST, 1928; SHANNON, 1949) o qual define que a frequência de amostragem do sinal deve ser de no mínimo, duas vezes o valor da sua maior frequência. Como as principais frequências do sinal velocidade e rotação estão aproximadamente entre 140 e 170 Hz, a taxa de aquisição utilizada foi de 420 Hz. Por meio desses vídeos pudemos analisar o quanto a bola rotacionou e a velocidade em cada golpe. Para isso, metade da bola foi pintada de vermelho para facilitar a visualização das rotações da bola (LIU, 1996)

Uma câmera (Gopro Hero3+ Black Edition, San Mateo, EUA) posicionada 1,70 m de altura realizou a gravação dos vídeos que foram posteriormente visualizados pelos participantes em uma frequência de amostragem de 120 Hz no modo de exibição de imagem

“*Narrow*”. É importante ressaltar que os atletas visualizaram as imagens por meio de uma tela de computador em duas dimensões (2D).

A Figura 1 apresenta um esquema de como foram organizados os equipamentos no laboratório: C1, C2 (câmeras de vídeo), GO (GoPro), G (Gravador portátil de áudio marca Roland, modelo R-26), M (microfones DPA model 4011).

Figura 1: Organização dos equipamentos para aquisição do vídeo da bola e áudio do golpe forehand: C1, C2 (câmeras de vídeo), GO (GoPro), G (Gravador portátil) e M (2 Microfones).

A Figura 2 apresenta um esquema de como foram organizados os equipamentos no laboratório.

Figura 2: Organização dos equipamentos para aquisição do vídeo da bola e áudio do golpe forehand.

A partir dos vídeos coletados, foi realizada a análise cinemática da bola por meio do programa DVIDEOW (FIGUEROA *et al.*, 2003). Para separar os vídeos referentes ao diferentes tipos de golpe foi utilizado o programa (Microsoft Windows VirtualDub 1.10.4, EUA). A velocidade instantânea foi computada pela videogrametria em três dimensões através do programa DVIDEOW. Em seguida a velocidade média foi calculada de acordo com os 10 primeiros quadros por meio de uma rotina no MATLAB (MathWorks, Matrix Laboratory 2014, Natick, EUA). A rotação foi calculada pela divisão da frequência de captura de imagens (420 Hz) pelo número de quadros necessário para uma rotação completa da bola. O erro técnico da medida foi de aproximadamente 9,9 r/s e para avaliar o absoluto de confiabilidade da medida da rotação da bola, o erro padrão de medida (EP) foi calculado pela seguinte equação: Erro padrão de medida (EP) = Desvio Padrão x $(1 - \text{Coeficiente de Correlação intraclasse})^{0.5}$ (GERODIMOS, 2012) de 20 análises da rotação da bola, e o EP foi de 1,54 r/s. Para ambos os cálculos foi considerado como instante inicial o primeiro quadro após o contato da bola com a raquete em que a metade vermelha da bola era visualizada.

Foram analisados os 10 primeiros quadros (NUNOME *et al.*, 2006; BARBIERI *et al.*, 2010). A partir da análise cinemática, foram selecionadas quatro tentativas definidas como: muita rotação (bola girando a aproximadamente 140 r/s); média rotação (bola girando a aproximadamente 105 r/s); pouca rotação (bola girando a aproximadamente 84 r/s); batida chapada (bola girando a aproximadamente 70 r/s). Essas 4 magnitudes de rotação foram selecionadas a partir de muitos testes piloto, onde testamos qual era o máximo de rotação que o atleta conseguiu imprimir na bola e depois qual era o padrão de média rotação, pouca e batida chapada. A velocidade média para os quatro tipos foi de $14,42 \pm 2,87$ m/s. respeitando ao máximo a realidade de jogo. Ao todo, o mesatenista realizou 80 golpes buscando executar 20 em cada intensidade de rotação citadas acima. Os arquivos de áudio foram tratados e cortados pelo programa (Audacity 2.1.2). O total de duração de cada arquivo foi de 4,31 s. Já os vídeos da GoPro foram cortadas com o mesmo tempo de duração dos áudios 4,31 s e sincronizados vídeo e áudio pelo programa (Adobe Premiere Pro CS6 2012, EUA). Os arquivos de áudio e vídeo correspondentes a cada uma das tentativas acima foram utilizados para avaliação da percepção auditiva e visual da rotação da bola no estudo 1.

4.3 - Procedimentos

Os voluntários foram submetidos a dois estudos, o primeiro destinado a verificar a contribuição da informação auditiva e visual na percepção da rotação da bola e no tempo necessário para essa percepção e o segundo proposto para avaliar a influência da informação auditiva no desempenho da tarefa de contra-ataque no tênis de mesa. Ambos os estudos foram aplicados no mesmo dia, os atletas foram submetidos primeiramente ao Estudo 1 e logo em seguida ao Estudo 2.

A Figura 3 é uma representação geral do delineamento do estudo, cada item será mais detalhado nos tópicos a seguir.

Figura 3: Organização dos estudos: Gravação de áudio e vídeo, teste de percepção da rotação: informação auditiva, informação visual, informação auditiva e visual. Teste de desempenho: com informação auditiva, sem informação auditiva

4.3.1 - Estudo 1 – Percepção da Rotação da Bola

Neste estudo, o atleta tentou perceber a magnitude de rotação da bola a partir das informações auditiva e visual de um movimento de Forehand, observados na tela de um computador. Foram utilizados quatro áudios e vídeos do golpe Forehand. Os áudios e vídeos utilizados no teste foram definidos como: muita rotação (bola girando para frente aproximadamente 140,05 r/s; média rotação (bola girando 105 r/s); pouca rotação (bola girando 84 r/s); batida chapada (bola girando com menos que 70 r/s). Os atletas foram avaliados em três condições experimentais: a) Informação auditiva (somente informação auditiva); b) Informação visual (somente informação visual); c) Combinadas (informação auditiva e visual).

Para a avaliação da percepção auditiva, visual e combinadas (auditiva e visual) os mesatenistas deveriam perceber a magnitude de rotação da bola a partir do áudio ou vídeo provocado pelo contato da bola com a raquete. O áudio foi transmitido por meio de um fone de ouvido externo (Beats Solo 2 Electronics Dr. Dre, Los Angeles, USA) ajustados com volume de 55 dB no programa Windows Mídia Player (Windows 7, Microsoft Inc, Microsoft, Redmond, USA). O vídeo foi visualizado por meio de um monitor de computador (Dell E1715S, Austin, EUA) também por meio do programa Windows Mídia Player (Windows 7,

Microsoft Inc, Microsoft, Redmond, USA) que estava inserido na rotina criada no programa MATLAB (MathWorks, Matrix Laboratory 2014, Natick, EUA) (apêndice D). Sendo, todos os estímulos controlados por um notebook (Acer model Aspire, sound progcard Realtek ALC269 @ model Hudson-2 AMD FCH-High Definition Audio Controller, Buatan, China).

Após serem informados verbalmente sobre a tarefa que deveriam realizar, os participantes foram posicionados confortavelmente na posição sentado olhando para uma tela de computador (Figura 4). Antes de cada condição os atletas passaram por uma familiarização do procedimento (estímulo 20 vezes de forma aleatória) sem serem informados qual estímulo iriam ouvir. Todos os participantes afirmaram enxergar e ouvir claramente os estímulos no período de familiarização.

Um teclado foi posicionado em uma mesa na frente do participante, o teclado possuía apenas quatro teclas (figura 4). Em cima da primeira tecla da esquerda para direita estava escrito “muita rotação”, na segunda “média rotação”, na terceira “pouca rotação” e na quarta “batida chapada”. Exceto pelas teclas mencionadas acima, todas as outras teclas foram removidas para facilitar a escolha e minimizar o tempo. Com a mão dominante posicionada sobre as teclas, o atleta pressionava uma das quatro teclas disponíveis (Figura 4) correspondente a magnitude de rotação da bola.

O tempo de reação e a alternativa escolhida de cada resposta foram computados por meio de uma rotina desenvolvida pelo autor no programa MATLAB (MathWorks, Matrix Laboratory 2014, Natick, EUA) (Apêndice D).

A Figura 4 apresenta um esquema de como foi organizado a disposição dos equipamentos e participante: jogador, monitor, teclado, teclas com intensidades de rotação, avaliador.

Figura 4: Posição do participante no estudo 1, ouvido ou visto o estímulo por meio do programa que foi controlado pelo avaliador os atletas tiveram que pressionar as teclas que representassem o estímulo correspondente, sendo da esquerda para direita, as teclas: muita rotação, média rotação, pouca rotação, batida chapada.

Cinco estímulos de cada tipo de rotação foram introduzidos aleatoriamente em uma sequência de 20 golpes. Após ouvir ou ver cada golpe, o participante deveria escolher uma das quatro teclas correspondente a magnitude de rotação percebida (muita rotação, médio, pouco, batida chapada). Sendo a primeira condição (Informação auditiva), a segunda condição (Informação visual) e a terceira condição (Informações combinadas).

Os estímulos eram comandados pelo avaliador, com intervalos de tempo randômicos entre cada execução de 10 a 25 s, 10 s era o mínimo que o arquivo levava para carregar no computador do avaliador para depois ser assistido ou ouvido pelo atleta avaliado em sua tela.

As avaliações ocorreram em local reservado e silencioso e tiveram duração aproximada de 30 minutos. O número de acertos e o tempo de reação para cada tipo de rotação foram utilizados para as comparações.

4.3.1.1 - Tratamento e Análises dos dados do Estudo 1

O teste de shapiro wilk apontou que os dados apresentaram distribuição normal. Para analisar o tempo de reação foram realizadas análises de variância (ANOVA) tendo como variável independente condição (informação auditiva x visual x combinadas) tratada como medida repetida e como variável dependente o tempo de reação. Quando necessário testes de post hoc com ajustes de bonferroni foram realizados. Para analisar a proporção de acertos na percepção de rotação nas diferentes condições (informação auditiva x informação visual, combinadas) foi realizado o teste Qui Quadrado e, quando necessário, considerado posteriormente o valor de R ajustado maior ou menor que 1,96 como indicador de diferença. Ainda, para analisar a relação entre o número de acertos e o tempo de reação foi utilizado o teste de correlação de Pearson. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SPSS (SPSS for Windows - Versão 20 – SPSS inc.) e o nível de significância foi mantido em 0,05.

4.3.2 - Estudo 2 – Avaliação de desempenho da tarefa

Neste estudo foi avaliado o desempenho motor nas situações com e sem informação auditiva. A tarefa de desempenho consistia em golpear a bola utilizando o golpe forehand em um local demarcado na metade da mesa do oponente. Para definir o alvo, foi realizada uma análise notacional do movimento de contra-ataque dos quatro finalistas dos jogos olímpicos de 2012. Os resultados apontaram que mesatenistas de alto nível tendem a contra-atacar na região posterior da parte esquerda da mesa. A partir desses dados o alvo foi posicionado a 19 cm da linha central e 19 cm da linha branca da extremidade esquerda da mesa. A dimensão do alvo era de 68 X 38 cm (Figura 5).

As bolas golpeadas pelo mesatenista foram lançadas manualmente (uma forma comum de treino entre atletas de tênis de mesa). Essa prática consiste em uma pessoa que se posiciona ao lado da mesa próximo a rede pingando a bola na superfície do seu lado da mesa, com uma

raquete toca na bola lançando a bola para a superfície do lado do atleta, do outro lado da mesa e então o mesmo executa o golpe em sua direção (conforme ilustrado na Figura 5). No presente estudo a bola foi lançada para que o atleta executasse o golpe em uma velocidade aproximada de $6,21 \pm 0,48$ m/s simulando um ataque de forehand com rotação para frente. Logo após a bola ser lançada um atleta profissional executou o movimento de ataque forehand em quatro intensidades de rotação: muita rotação (bola girando para frente com 140 r/s); média rotação (bola girando com 105 r/s); pouca rotação (bola girando com 84 r/s); batida chapada (bola girando = ou < 70 r/s) de forma aleatória. Logo após, essas bolas foram contra-atacadas pelo sujeito analisado.

Para certificar essas rotações, os vídeos das rotações da bola foram capturados por uma câmeras de vídeo (FH25, CASIO, Tokyo, Japan) que foram posicionados de frente para o golpe (toque da bola). A frequência de aquisição de vídeo foi de 420 Hz (High speed; 224 x 168 pixel de resolução). Baseado nas coordenadas tridimensionais para a taxa de aquisição adota-se o Teorema de Nyquist conforme a equação $F_s \geq 2 * f_{\max}$ (NYQUIST, 1928; SHANNON, 1949) o qual define que a frequência de amostragem do sinal deve ser de no mínimo, duas vezes o valor da sua maior frequência. Como as principais frequências do sinal de rotação estão aproximadamente entre 140 e 170 Hz, a taxa de aquisição utilizada foi de 420 Hz. Por meio desses vídeos pudemos analisar o quanto a bola rotacionou em cada golpe. Para isso, metade da bola foi pintada de vermelho para facilitar a visualização das rotações da bola (LIU, 1996)

Uma câmera (Gopro Hero3+ Black Edition, San Mateo, EUA) realizou a gravação do alvo para verificar as bolas de contra-ataque que tocaram o mesmo, em uma frequência de amostragem de 120 Hz no modo de exibição de imagem “Narrow”.

A partir dos vídeos coletados, por meio do programa DVIDEOW (FIGUEROA *et al.*, 2003) foi analisada a rotação. Para separar os vídeos referentes aos diferentes tipos de golpe foi utilizado o programa (Microsoft Windows VirtualDub 1.10.4, EUA). A rotação foi calculada pela divisão do número de quadros necessário para uma rotação completa da bola pela frequência de captura de imagens (420 Hz). O erro técnico da medida foi de aproximadamente 9,9 r/s e para avaliar o absoluto de confiabilidade da medida da rotação da bola, o erro padrão de medida (EP) foi calculado pela seguinte equação: Erro padrão de medida (EP) = Desvio Padrão x $(1 - \text{Coeficiente de Correlação intraclasse})^{0.5}$ (GERODIMOS, 2012) de 20 análises da rotação da bola, e o EP foi 1,54 r/s. Para ambos os cálculos foi considerado como instante inicial o primeiro quadro após o contato da bola com a raquete em

que a metade vermelha da bola era visualizada. Foram analisados os 10 primeiros quadros (NUNOME *et al.*, 2006; BARBIERI *et al.*, 2010). A velocidade média para os quatro tipos foi de rotação foi $14,42 \pm 2,87$ m/s. respeitando ao máximo a realidade de jogo. Ao todo, o mesatenista realizou 80 golpes buscando executar 20 em cada intensidade de rotação citados acima.

Os atletas foram avaliados em duas condições: com informação auditiva e sem informação auditiva. Na condição sem informação auditiva o participante utilizava um fone de ouvido (Beats Solo 2 Electronics Dr. Dre, Los Angeles, USA) com um ruído neutro com o volume ajustado a 73.2 dB (medido por; 407730 Digital Sound Level Meter, Extech Instruments, Nashua, N.H., USA) suficiente para mascarar a audição de todos os estímulos sonoros do ambiente (toque da bola na raquete, pingo da bola na mesa dentre outros) para privar a informação auditiva que era de no máximo 35 dB (medido por; 407730 Digital Sound Level Meter, Extech Instruments, Nashua, N.H., USA). Antes de cada teste nesta condição, foi feita uma familiarização com 5 bolas e era perguntado se o atleta ouvia alguma coisa. Em todas as vezes o atleta afirmava não ouvir nada, nos dando a certeza que o atleta não estava ouvindo absolutamente nada. Na condição com informação auditiva, a tarefa era a mesma, porém sem o uso do fone de ouvido. Foram realizados 80 golpes das bolas lançadas nas diferentes magnitudes de rotação (muita, média, pouca rotação, batida chapada) de maneira randômica. Para comparar o desempenho nas diferentes rotações foram selecionadas cinco tentativas em cada intensidade de rotação. Além disso, para analisar o efeito da informação auditiva independentemente do tipo de rotação empregado, foi realizada uma outra análise considerando $77,03 \pm 5,04$ tentativas. Antes de realizarem o teste os voluntários fizeram um aquecimento com parceiro na mesa durante 10 minutos.

Figura 5: Esquema de como foram organizados os equipamentos para o teste de desempenho: C1, (câmeras de vídeo), GO (GoPro), alvo, linha azul (bola lançada pelo lançador), linha verde (ataque de forehand), linha vermelha (contra-ataque de forehand do participante avaliado)

4.3.2.1 - Tratamento e Análises dos Dados do Estudo 2

Para analisar a proporção de acertos no alvo nas diferentes condições (com informação auditiva x sem informação auditiva) foi realizado o teste Qui Quadrado e, quando necessário, considerado posteriormente o valor de R ajustado maior ou menor que 1,96 como indicador de diferença. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SPSS (SPSS for Windows - Versão 20 – SPSS inc.) e o nível de significância foi mantido em 0,05.

5. RESULTADOS

Para facilitar a visualização, os resultados foram divididos de acordo com os dois estudos realizados.

5.2 – Dados antropométricos da amostra

Tabela 1. Média $\pm$ desvio padrão da idade (anos), massa corporal (Kg), Estatura (m) e características relacionadas à experiência dos participantes com o tênis de mesa (anos de prática; horas de treino semanal e número de competições anuais).

Idade (anos)	22,55 $\pm$ 6,15
Massa corporal (kg)	71,23 $\pm$ 9,84
Estatura (m)	1,74 $\pm$ 0,08
Anos de prática	12,14 $\pm$ 4,66
Horas de treino semanal	15,5 $\pm$ 6,9
Nº de Competições por ano	10,1 $\pm$ 5,3
Destros	20
Canhotos	2
Clássicos	20
Caneteiros	2

5.3 - Estudo 1 – teste de percepção da rotação

5.3.1 - Percentual de acertos na percepção da magnitude de rotação da bola

De forma geral, os resultados revelaram que a informação auditiva contribuiu de maneira significativa para percepção da magnitude de rotação da bola. O teste Qui-quadrado apontou diferenças na proporção de acertos entre as condições ($X^2=85,366$, $p<0,001$). Análises residuais indicaram que para a condição informação auditiva o número de acertos observado (339) foi menor que o esperado (388,3) (R ajustado = - 8,9), para a condição informação visual o número de acertos observado (402) foi maior que o esperado (388,3) (R ajustado = 2,5), e para a condição combinadas o número de acertos observado (424) também foi maior que o esperado (388,3) (R ajustado = 6,5).

A Figura 6 apresenta os valores médios e desvios padrão do percentual de acertos na percepção da magnitude de rotação da bola nas três condições: informação auditiva, informação visual, combinadas.

* valor observado maior que o esperado (R ajustado $> 1,96$)

valor observado menor que o esperado (R ajustado $< 1,96$)

Figura 6. Médias $\pm$ desvios padrão do percentual de acertos nas condições informação auditiva, informação visual e combinadas para as intensidades de rotação: muito, médio, pouco e batida chapada.

5.3.2 - Percentual de acertos estratificado para cada magnitude de rotação da bola

Os resultados revelaram que a informação auditiva contribuiu de maneira significativa para percepção da magnitude de rotação da bola, nas intensidades muita, média e pouca rotação, porém não influenciou na batida chapada. Em relação a intensidade de muita rotação, o teste Qui-quadrado apontou diferença entre as condições ($X^2=54,366$, $p<0,001$). Análises residuais indicaram que para a condição informação auditiva o número de acertos observado (74) foi menor que o esperado (95,3) (R ajustado = - 7,3), para a condição informação visual o número de acertos observado (104) foi maior que o esperado (95,3) (R ajustado = 3,0) e para a condição combinadas o número de acertos observado (108) foi maior que o esperado (95,3) (R ajustado = 4,4).

Para a intensidade de média rotação, o teste Qui quadrado apontou diferença entre as condições ($X^2=17,795$, $p<0,001$). Análises residuais indicaram que para a condição informação auditiva o número de acertos observado (76) foi menor que esperado (89,3) (R ajustado = - 4,0), para a condição combinadas o número de acertos observado (100) foi maior que o esperado (89,3) (R ajustado = 3,2).

Em relação a intensidade de pouca rotação, o teste Qui quadrado apontou diferença entre as condições ($X^2=22,695$, $p<0,001$). Análises residuais indicaram que para a condição informação auditiva o número de acertos observado (82) foi menor que esperado (95) (R ajustado = - 4,4), para a condição combinadas o número de acertos observado (106) foi maior que o esperado (95,0) (R ajustado = 3,7).

Para a intensidade de batida chapada, o teste Qui quadrado não apontou diferença entre as condições ($X^2=2,025$, $p = 0,363$). Isto indica que o número de acertos para esta magnitude de rotação foi similar nas três condições sensoriais (informação auditiva, visual e combinadas).

A Figura 7 apresenta a média e desvios padrão do número de acertos nas condições (informação auditiva, informação visual, combinadas) para cada intensidade de rotação (muita, média, pouca e batida chapada).

* valor observado maior que o esperado ($R_{ajustado} > 1,96$)

valor observado menor que o esperado ($R_{ajustado} < 1,96$)

Figura 7. Médias $\pm$ desvios padrão do número de acertos nas condições informação auditiva, informação visual e combinadas para as intensidades de rotação: muita, média, pouca e batida chapada.

5.3.3 – Latência da resposta para estímulo da magnitude de rotação da bola

De forma geral, os resultados revelaram que o tempo de reação para a percepção da magnitude de rotação da bola foi menor na condição de informação combinadas (audição e visual), indicando que a audição contribuiu não só para aumentar o número de acertos, mas também para reduzir o tempo necessário para perceber a rotação da bola.

Análises univariadas indicaram que houve efeito de condição [$F_{(2,42)} = 19,338$, $p < 0,001$]. Testes post hoc evidenciaram que o tempo de reação foi menor na condição combinadas em comparação com as condições de informação auditiva e visual. Ainda, apontaram que o tempo de reação foi menor na condição visual em comparação com a condição auditiva.

A Figura 8 apresenta os valores médios e desvios padrão da latência da resposta para estímulo da magnitude de rotação da bola nas três condições: informação auditiva, informação visual e combinadas.

* $p < 0,05$ comparado com informação visual e combinadas.

$p < 0,05$ comparado com informações combinadas

Figura 8. Médias $\pm$ desvios padrão do tempo de reação de respostas corretas nas condições informação auditiva, informação visual e combinadas.

5.3.4 - Tempo de reação estratificado para cada magnitude de rotação da bola

Em geral, os resultados indicaram que a latência da resposta para estímulo da magnitude de rotação da bola diminuiu em todas as intensidades de rotação quando a informação auditiva foi combinada com a informação visual.

Para a condição muita rotação, análises univariadas indicaram que houve efeito de condição [$F_{(2,290)} = 24,973$, $p < 0,001$]. Testes post hoc indicaram que o tempo de reação foi

menor na condição combinadas em comparação com as condições de informação auditiva e visual. Ainda, apontaram que o tempo de reação foi menor na condição visual em comparação com a condição auditiva.

Para a condição média rotação, análises univariadas indicaram que houve efeito de condição [$F_{(2,271)} = 16,424$, $p < 0,001$]. Testes post hoc indicaram que o tempo de reação foi menor na condição combinadas em comparação com as condições de informação auditiva e visual. Ainda, apontaram que o tempo de reação foi menor na condição visual em comparação com a condição auditiva.

Para a condição pouca rotação, análises univariadas indicaram que houve efeito de condição [$F_{(2,284)} = 14,683$, $p < 0,001$]. Testes post hoc indicaram que o tempo de reação foi menor na condição combinadas e auditiva e uma leve tendência entre combinadas e visual. Ainda, apontaram que o tempo de reação foi menor na condição visual em comparação com a condição auditiva.

Para a condição batida chapada, análises univariadas indicaram que houve efeito de condição [$F_{(2,329)} = 17,167$, $p < 0,001$]. Testes de post hoc indicaram que o tempo de reação foi menor na condição combinadas em comparação com as condições de informação auditiva e visual.

A Figura 9 apresenta a média e desvios padrão do tempo de reação de nas condições (informação auditiva, informação visual, combinadas) para cada intensidade de rotação (muita, média, pouca e batida chapada).

* $p < 0,05$ comparado com visual e combinadas

$p < 0,05$ comparado com combinadas

Figura 9. Médias $\pm$ desvios padrão do tempo de reação de respostas corretas nas condições informação auditiva, informação visual e combinadas para as intensidades de rotação: muita, média, pouca e batida chapada.

5.3.5 - Correlação entre o número de acertos e o tempo de reação

Para analisar a relação existente entre o número de acertos e o tempo de reação foram correlacionados os dados de número de acertos e o tempo de reação em cada condição: informação auditiva, informação visual e combinadas. Esta análise foi feita afim de verificar se na condição onde os atletas acertaram mais o tempo de reação foi maior. De maneira geral, não foi constatada nenhuma associação entre o número de acertos e o tempo de reação nas três condições citadas acima. Testes de correlação de Pearson não indicaram nenhuma correlação significativa entre as variáveis (Tabela 1). Isto significa que o tempo de reação não foi maior na condição em que acertaram mais, nem menor na condição em que erraram mais.

Tabela 2. Coeficiente de Correlação (r) entre as variáveis número de acertos e tempo de reação, nas condições: informação auditiva, informação visual e combinadas.

	N auditivo	N visual	N combinadas
TR auditivo			
R	-,037	-,146	-,132
<i>P</i>	,871	,516	,560
TR visual			
R	,180	-,085	,027
<i>P</i>	,423	,708	,906
TR combinadas			
R	-,113	-,416	-,431*
<i>P</i>	,618	,054	,045

Legenda: Tr = Tempo de reação; N. = Número de acertos.

5.4 - Estudo 2 – teste de desempenho motor

5.4.1 - Percentual de acertos da bola no alvo nas condições com informação auditiva e sem informação auditiva.

Em síntese, os resultados revelaram que a informação auditiva influenciou positivamente no desempenho do teste motor. O teste Qui quadrado apontou diferença entre as condições ($X^2=25,883$, $p<0,001$). Análises residuais indicaram que para a condição com informação auditiva o número de acertos no alvo observado (157) foi maior que o esperado (128,0) (R ajustado = 5,1). Para a condição sem informação auditiva as análises residuais indicaram que o número de acertos no alvo observado (99) foi menor que o esperado (128,0) (R ajustado = - 5,1).

A Figura 10 apresenta os valores médios e desvios padrão do número de acertos nas condições com informação auditiva e sem informação auditiva.

* valor observado maior que o esperado (R ajustado > 1,96)

valor observado menor que o esperado (R ajustado < 1,96)

Figura 10. Médias $\pm$ desvios padrão do número de acertos nas condições com informação auditiva e sem informação auditiva.

5.4.2 - Percentual de acertos da bola no alvo nas condições com informação auditiva e sem informação auditiva estratificado para cada magnitude de rotação.

De forma geral, os resultados revelaram que a informação auditiva influenciou positivamente no desempenho do teste motor para a maioria das intensidades de rotação.

Em relação a intensidade de muita rotação, o teste Qui-quadrado apontou diferenças entre as condições ($X^2=13,778$, $p<0,001$). Análises residuais indicaram que para a condição com informação auditiva o número de acertos no alvo observado (39) foi maior que o esperado (28,5) (R ajustado = 3,7) e para a condição sem informação auditiva o número de acertos no alvo observado (18) foi menor que o esperado (28,5) (R ajustado = - 3,7).

Para a intensidade de média rotação, o teste Qui-quadrado também apontou diferenças entre as condições ($X^2=4,845$ $p = 0,028$). Análises residuais revelaram que para a condição com informação auditiva o número de acertos no alvo observado (48) foi maior que o

esperado (42,0) (R ajustado = 2,2) e para a condição sem informação auditiva o número de acertos no alvo observado (36) foi menor que o esperado (42,0) (R ajustado = -2,2).

Em relação a intensidade de pouco, o teste Qui-quadrado não apontou diferenças entre as condições com informação auditiva e sem informação auditiva ($X^2=0,788$, $p = 0,375$).

Para a intensidade de batida chapada, o teste Qui-quadrado indicou diferenças entre as condições ($X^2=14,444$, $p < 0,001$). Análises residuais indicaram que para a condição com informação auditiva o número de acertos no alvo observado (30) foi maior que o esperado (20) (R ajustado = 3,8) e para a condição sem informação auditiva o número de acertos no alvo observado (10) foi menor que o esperado (20) (R ajustado = - 3,8).

A Figura 11 apresenta a média e desvios padrão do número de acertos nas condições (Com informação auditiva e, sem informação auditiva) para cada intensidade de rotação (muita, média, pouca e batida chapada).

* valor observado maior que o esperado (R ajustado $> 1,96$)

valor observado menor que o esperado (R ajustado $< 1,96$)

Figura 11. Médias $\pm$ desvios padrão do número de acertos nas condições com informação auditiva e sem informação auditiva para as intensidades de rotação: muita, média, pouca e batida chapada.

5.4.3 - Percentual de acertos nas condições: Com informação auditiva sem informação auditiva para variadas magnitudes de rotação

Para analisar o efeito da informação auditiva foi realizada outra análise considerando $77,03 \pm 5,04$ tentativas independentemente do tipo de rotação empregado. De forma geral, os resultados revelaram que a informação auditiva aumentou o número de acertos no alvo no teste de desempenho motor. O teste Qui quadrado apontou diferença entre as condições ($X^2=12,012$, $p = 0,001$). Análises residuais indicaram que para a condição com informação auditiva o número de acertos no alvo observado (490) foi maior que o esperado (451,5) (R

ajustado = 3,5) e que para a condição sem informação auditiva o número de acertos no alvo observado (431) foi menor que o esperado (469,5) (R ajustado = - 3,5).

A Figura 12 apresenta os valores médios e desvios padrão do número de acertos de em diferentes magnitudes de rotação da bola nas condições: com informação auditiva e sem informação auditiva.

* valor observado maior que o esperado (R ajustado > 1,96)

valor observado menor que o esperado (R ajustado < 1,96)

Figura 12. Médias $\pm$ desvios padrão do número de acertos em diferentes magnitudes de rotação da bola nas condições com informação auditiva e sem informação auditiva.

6. DISCUSSÃO

O estudo teve como objetivo principal analisar a influência das informações auditiva e visual para a percepção da rotação da bola e para o desempenho no tênis de mesa. Os resultados indicaram que a informação auditiva contribuiu para a percepção da magnitude de

rotação da bola, principalmente quando a audição foi combinada com a visão, confirmando as hipóteses iniciais do estudo.

A percepção é essencial para muitas atividades diárias e a audição fornece informações capazes de aumentar a habilidade de responder com precisão a um estímulo (BUCHTEL, H. A. *et al.*, 1996). De acordo com Desantis *et al.* (2014), o cérebro combina informações de diferentes sistemas sensoriais para responder a um estímulo, incluindo as informações providas da audição. Neste estudo pudemos observar que em 77,05% dos casos os mesatenistas foram capazes de perceber corretamente a rotação da bola utilizando somente a informação auditiva. Além disso, evidenciamos que quando a informação auditiva foi combinada com a informação visual os atletas perceberam a intensidade de rotação em 96,36% das tentativas.

Existem pouquíssimos estudos sobre percepção auditiva e visual no tênis de mesa. A literatura traz alguns como o estudo de Park *et al.* (2015) que mostra a importância da percepção auditiva quando acrescentada a visual na identificação da direção da bola (se o oponente escolheu sacar na direita ou esquerda) e o lado do efeito (rotação para baixo, para cima, lateral). Sobre a direção da bola onde os participantes tiveram que identificar se o oponente iria golpear a bola na direita ou esquerda (BISCHOFF *et al.*, 2014). Sobre tempo de reação auditivo e visual em tarefas simples em tenistas (ANDRADE *et al.*, 2005). Entretanto, apenas o estudo de Santos *et al.* (2017) analisou a percepção auditiva relacionada à magnitude de rotação da bola, mostrando que somente por meio da audição atletas de diferentes níveis de experiência conseguiram perceber a magnitude de rotação da bola. Este resultado corrobora os achados do presente estudo sugerindo que a percepção auditiva pode ser explorada como um recurso adicional para percepção dos atletas durante as partidas.

Em um estudo recente, Park *et al.* (2015) também apontaram contribuição da percepção auditiva para o número de acertos no tênis de mesa. Os autores observaram que após adicionar a informação auditiva a uma informação visual, mesatenistas melhoraram em 15% a capacidade de prever o tipo de efeito de um saque (efeito para baixo, para cima, lateral). Entretanto, o estudo prévio apresenta um achado contraditório ao estudo de Santos e colaboradores (2017), pois indica que quando os mesatenistas receberam apenas informação auditiva (sem combinação com a informação visual), a capacidade de prever a direção ou efeito de um serviço não foi significativamente diferente do acaso (PARK, S. H. *et al.*, 2015). Contrariamente, nossos achados corroborando os achados de Santos e colaboradores (2017) apontaram que a quantidade de acertos nessa condição não aconteceu ao acaso. O número de

respostas corretas revelou que mesatenistas foram capazes de perceber a magnitude de rotação da bola nas três condições. Para cada condição os atletas passaram por 20 estímulos. Na condição com somente informação auditiva houve 15,40 acertos, representando um percentual de 77,5% do total, na condição com somente informação visual 18,27 acertos representando 91,14% total e combinadas 19,27 acertos representando 96,36% do total. Estes resultados deixam claro que o número de acertos foi significativamente maior do que o número de acertos que poderiam acontecer por acaso ($5 = 25\%$) tendo em vista que a chance de acerto ao acaso é de uma em quatro opções (batida chapada, pouca, média, muita rotação) em cada uma das 20 tentativas que os participantes realizaram.

Alguns fatores podem ter contribuído para a divergência entre nossos resultados e os apresentados no estudo de Park et al. (2015). Primeiramente os golpes utilizados nos estudos não foram os mesmos. Para execução de um serviço (golpe utilizado no estudo anterior) a bola sai da mão do atleta com uma aceleração baixa, quase nula e na direção vertical, já no forehand (golpe utilizado no presente estudo), o atleta rebateu uma bola que vinha ao seu encontro, na direção horizontal gerando uma velocidade maior. Esta diferença entre os golpes poderia provocar sons diferentes no momento do impacto entre bola e raquete fornecendo informações auditivas distintas aos atletas. Outro aspecto que pode ter contribuído é que no estudo de Park et al. (2015) foi avaliada a percepção auditiva para três possibilidades de efeito (rotação para baixo, para cima e lateral) e não para a magnitude de rotação de um dos efeitos, no caso do presente estudo, apenas o top spin. Além disso, no presente estudo o tempo (quantidade de quadros) do estímulo apresentado antes e depois do impacto da raquete na bola foi maior por conta dos golpes serem distintos, permitindo que o atleta avaliado se contextualizasse e tivesse mais informações e mais tempo para responder o estímulo correspondente.

Não estava claro até então o quanto a audição contribuía na percepção da magnitude de rotação da bola. Por meio do estudo 1 pudemos observar que a audição tem um papel muito importante quando combinada com a visão tanto no número de acertos quanto no tempo de reação, aumentando 5,22% o número de acertos e diminuindo o tempo de reação em até 0,22 s. Talvez para uma tarefa simples do cotidiano esses resultados podem não trazer grandes benefícios, porém quando se trata de tarefas complexas inseridas em um contexto de alto rendimento, tanto a percepção do estímulo com mais acurácia, quanto o tempo de reação podem ser fatores que irão definir uma partida.

Diminuir o tempo de reação para mesatenistas é extremamente importante para o seu desempenho, isto significa ter mais tempo para selecionar a melhor resposta e mais certeza e confiança do golpe escolhido. Uma pequena mudança no tempo de reação pode fazer com que a bola vá além dos limites da mesa ou em local indesejado. Muitos jogadores de tênis de mesa são capazes de receber a bola, porém, a diferença entre jogadores de elite e iniciantes é a habilidade de colocar a bola no local desejado no lado da mesa adversário. Portanto, a compreensão do papel da antecipação e tempo de reação são fatores importantes para tênis de mesa.

Em busca de respostas sobre o tempo de reação, o estudo buscou apresentar aspectos inovadores não encontrados na literatura como: análise da percepção da intensidade de rotação da bola somente com estímulo auditivo, somente com estímulo visual e com os dois estímulos combinados. Além disso, foi mensurado o tempo de reação para identificação de rotação em cada estímulo citado acima.

Quando analisamos as três condições (informação auditiva, visual e combinadas) nas quatro intensidades de rotação (muita, média, pouca rotação e chapada) pudemos observar que nas intensidades muita, média e pouca rotação a informação auditiva possibilitou melhor percepção da magnitude de rotação da bola. Já na batida chapada não foi encontrado diferença significativa entre as condições. A batida chapada é o golpe que os atletas conseguem perceber com mais facilidade comparado às outras intensidades de rotações (SANTOS *et al.*, 2017) talvez pelo fato de ser o golpe com menor magnitude de rotação (inferior a 70 r/s) diminuindo o nível de dificuldade. A batida chapada pode ser um golpe poderoso em uma partida usado em diversas situações do jogo. O objetivo da batida chapada não é raspar a bola proporcionando rotação, mas, acertar a bola de forma que faça o máximo de pressão contra a raquete, afundando a borracha o máximo possível contra a madeira e consequentemente gerando um som atípico adquirido mais pela madeira do que pela borracha. Por esse motivo não é necessário que o jogador pense qual magnitude de rotação a bola se encontra, pois baseado na sua experiência de treinamento ele sabe que a bola virá rápida e com pouca rotação. Talvez por essa razão nesta condição os atletas acertaram mais e responderam mais rápido.

Bischoff et al. (2014) confirmaram nossos resultados ao assumirem que mesatenistas ao anteciparem o curso da bola enquanto preparam suas respostas motoras, não apenas observam seus oponentes batendo a bola, mas também usam da informação auditiva do contato da bola com a raquete. Bischoff et al. (2014) mostram que estímulos visuais podem

ser detectados mais facilmente quando acompanhados por um som podendo influenciar na antecipação do movimento.

Em um piloto realizado foi percebido que a contextualização da situação que o atleta irá ouvir ou ver é muito importante para o seu desempenho na tarefa. No piloto realizado fizemos um teste com dois grupos. O primeiro grupo foi feito como no trabalho de Santos (2017), o atleta era informado que iria ouvir uma das quatro magnitudes, ouvindo somente o momento do toque da bola na raquete (tempo do áudio 1,100 s). No segundo grupo houve uma explicação prévia de que a situação que ele iria ouvir era uma situação de lançamento de apenas uma bola, foi explicado que nessa situação a bola foi pingada na mesa adversária e lançada para o forehand ser executado (tempo do áudio 4,31 s). No piloto houve 25 % mais acertos quando o atleta foi contextualizado da situação. Com isso percebemos que quanto mais informações prévias o atleta possui mais fácil fica perceber a rotação.

O aspecto mais original e interessante do presente estudo, foi a constatação que a latência da resposta para estímulo da magnitude de rotação da bola, diminuiu quando a informação auditiva era combinada com a visual. Não encontramos na literatura nenhum estudo que tivesse investigado o tempo de reação no tênis de mesa em condições específicas de disponibilidade de informações sensoriais: auditiva, visual e combinadas. O tempo de reação é um indicador preciso da velocidade e eficácia de processamento de estímulos e da tomada de decisão, extremamente importante para o desempenho do atleta. O tênis de mesa é classificado como esporte de reação (YOSHIDA, 1995). A literatura revela alguns estudos sobre tempo de reação em tarefas simples em condições com informação auditiva e visual (ANDRADE *et al.*, 2005; VAN DER BURG *et al.*, 2008; LEWIS e NOPPENY, 2010; STAUFENBIEL *et al.*, 2011). O tempo de reação de um adulto jovem para estímulos visuais está entre 0,18 s e 0,2 s e para estímulos auditivos, entre 0,14 s e 0,16 s (FIEANDT, 1956; WELFORD, 1980; WELFORD e BREBNER, 1980; KURATA e AIZAWA, 2004). Uma observação importante a ser feita a partir destes valores é que o tempo de reação a estímulos auditivos simples são muito mais curtos (ANDRADE *et al.*, 2005). Diferentemente, nosso estudo envolve perceber um estímulo complexo. Talvez não dependa somente de um único estímulo sensorial para perceber com acurácia, mas de uma junção deles como o caso da audição e visão combinadas ou até mesmo outras informações de diferentes sentidos que permita melhor percepção a um estímulo (DESANTIS *et al.*, 2014).

Vroomen e De Gelder (2000) relataram que os estímulos visuais são mais fáceis de detectar quando acompanhado por um som. Neste estudo, foi usado um padrão de mudança

aleatória de quatro pontos. Ocasionalmente, os quatro pontos foram apresentados em uma configuração pré-definida. Os participantes tiveram que indicar, por meio de um botão de quatro opções em qual canto da tela houve alteração no ponto. Vroomen e De Gelder (2000) descobriram que os participantes foram melhores em detectar as configurações de destino quando um áudio relativamente único foi apresentado no mesmo instante em que o alvo é exibido. Esse efeito foi referido como o fenômeno do "congelamento" devido ao fato de que os sons parecem congelar as configurações visuais por um curto período de tempo. O fenômeno de congelamento pode diminuir o processo de detecção de estímulos visuais. Portanto, tanto a informação visual quanto a auditiva são estímulos sensoriais muito importantes para uma resposta precisa e eficiente (NOESSELT *et al.*, 2008; OLIVERS e VAN DER BURG, 2008; LEWIS e NOPPENNEY, 2010).

Bischoff et al. (2014) mostraram a complexidade que pode haver em um golpe de tênis de mesa. Sem levar em consideração a rotação, os autores relataram que a informação relevante para a antecipação é integrada em duas modalidades sensoriais distintas, de modo a fornecer uma única percepção geral. Ou seja, por meio da visão o máximo de informações é processado, porém quando alguma informação é perdida por conta da alta velocidade e pouco tempo disponível o estímulo pode ser estimado a partir do som que ocorre no momento de contato da bola com a raquete, fornecendo informações importantes que interpretam o estímulo baseado no processamento de informações audiovisual da melhor maneira possível. Neste estudo só era possível ver o início do movimento, não era possível ver o toque da bola na raquete mostrando que a audição supriu as informações perdidas pela visão. Porém do início do movimento até o toque da raquete na bola leva aproximadamente meio segundo. Isso explica por que em nosso estudo o tempo de reação para visão ($2,07 \pm 0,36$ s) é menor que para audição ($2,32 \pm 0,41$ s). Levando em consideração que em ambas as condições o tempo de duração dos estímulos foi exatamente o mesmo (4,31 s), na condição informação auditiva o atleta não tinha nenhuma informação do início do estímulo até o momento do toque da raquete na bola tempo esse de $1,13 \pm 0,14$ s. Porém, na condição informação visual o participante tinha o estímulo da visão disponível desde o início do movimento do atleta até o toque com vantagem de $1,13 \pm 0,14$ s em relação ao estímulo auditivo. Com $1,13 \pm 0,14$ s na condição informação auditiva de desvantagem menos o valor total do tempo de reação auditivo deste estudo ($2,32 \pm 0,41$ s) chegamos ao resultado de 1,19 s, ou seja, menor que o estímulo visual que foi de ($2,07 \pm 0,36$ s). No estudo de Shelton et al. (2010), os autores mostraram que existem vários fatores que afetam o tempo de reação para um estímulo, entre

eles a intensidade e a duração do estímulo. Levando em consideração a desvantagem que o estímulo auditivo tem comparado com o visual podemos concluir que para a tarefa proposta neste estudo o estímulo auditivo é 0,88 s mais rápido que o visual corroborando com a literatura (THOMPSON *et al.*, 1992; PAIN e HIBBS, 2007; SHELTON e KUMAR, 2010)

O presente estudo deixou claro que o tempo de reação em todas as condições propostas e em todos os tipos de rotação diminuiu quando a audição foi combinada com a visão, mostrando que um sistema contribui com o outro para perceber a magnitude de rotação de maneira precisa.

Como o presente estudo é pioneiro nesse assunto ainda existem muitas questões que precisam ser melhor investigadas. Além disso, é importante ressaltar que os achados no presente estudo devem ser interpretados com cautela, devido a algumas limitações. Os resultados encontrados foram adquiridos por meio de reproduções de áudio e vídeo gravados previamente em ambiente de laboratório, o que pode ser diferente dos sons e imagens escutados e vistos em situações reais de jogo. Os achados neste estudo foram referentes apenas ao golpe forehand e com rotação para frente não sabendo se podem ser generalizados para outros golpes e tipos de rotações e efeitos do tênis de mesa. É importante salientar que talvez a audição tenha sido melhor por que a qualidade dos áudios foram melhor (técnica X/Y – 3D) e a visão foi somente em duas dimensões, talvez isso possa ter interferido na acurácia dos estímulos.

Com relação à situação real envolvendo o movimento de contra-ataque nas condições com e sem informação auditiva os resultados também revelaram que a audição tem um papel muito importante. Quando os atletas contra-atacaram com a disponibilidade da informação auditiva a média de acertos foi de $37,69 \pm 5,43$ enquanto, quando a audição dos atletas foi privada a média de acertos foi $33,15 \pm 6,84$. Não foi encontrado na literatura nenhum estudo que investigasse a influência da informação auditiva em uma tarefa específica do tênis de mesa. A partir do estudo 2 pudemos analisar de maneira prática o quanto a audição pode ser importante para o desempenho no tênis de mesa. O Estudo 2 complementa o estudo 1 mostrando que a disponibilidade de informação auditiva possibilitou melhor desempenho no teste motor realizado, com exceção na intensidade de pouca rotação.

Pudemos observar no estudo 2 que a batida chapada foi o golpe em que os atletas mais tiveram dificuldade de acertar o alvo, porém é a bola que jogadores conseguem perceber com mais facilidade. No estudo 1 foi o tipo de golpe mais percebido e em menor tempo, nos revelando a facilidade na percepção, porém, houve dificuldade na prática. Em todo golpe

executado existe uma trajetória. Algumas vezes essa trajetória faz o que é conhecido entre os mesatenistas de arco ou parábola, principalmente em bolas de efeito para frente. No caso da chapada essa trajetória é de forma reta, pelo fato do arco na trajetória da bola ser mínimo (reto) em relação às outras intensidades, sendo na maioria das vezes uma bola rasante em relação à rede. Talvez isso possa explicar a dificuldade que os jogadores possuem quando jogam com adversários que utilizam deste golpe como por exemplo jogadores que utilizam borrachas de pino curto que tem como característica utilizar do fundamento batida chapada.

Alguns estudos mostraram que a informação visual e auditiva isoladas não foram suficientes para propiciar a percepção de um objeto em movimento com precisão (WUERGER *et al.*, 2003; BEAUCHAMP *et al.*, 2004; LEWIS e NOPPENNEY, 2010). Por outro lado, no presente estudo pudemos observar que foi possível perceber a magnitude de rotação da bola somente pela informação visual e somente pela informação auditiva, porém quando estas informações foram combinadas houve maior acurácia e menor tempo para percepção da magnitude de rotação. Os achados deste estudo foram condizentes com os estudos de Park *et al.* (2015) que revelou que somente por meio da visão os atletas conseguiram identificar qual o lado do efeito e o estudo de Bischoff *et al.* (2014) que revelou que somente por meio da visão os atletas conseguiram identificar a direção da bola.

É importante salientar que no estudo 1 e 2 a bola foi pintada de vermelho para identificação da rotação, esse aspecto talvez tenha destacado o estímulo visual para os atletas. Alguns pilotos foram feitos e sem a pintura da bola não foi possível identificar a quantidade de rotação da bola. Futuros estudos poderiam ser conduzidos no intuito de resolver essa limitação.

De acordo com o questionário aplicado nenhum atleta declarou ter consciência da importância da audição para o tênis de mesa. Sendo assim, tanto no estudo 1 quanto no 2 a audição contribuiu significativamente para o desempenho da tarefa, nossa sugestão é que novos estudos sejam realizados mostrando qual é o efeito da conscientização acerca de estímulos auditivos, informando o quanto é importante dar atenção a estes estímulos e também desenvolver métodos para treinar a audição em mesatenistas. Sem estarem conscientes e treinados no presente estudo quando acrescentamos a audição houve um aumento na performance de 5,22% para número de acertos e de 0,22 s para o tempo de reação.

Alguns estudos demonstraram que exercícios físicos podem melhorar o tempo de reação. Os indivíduos treinados tendem a ter tempos de reação mais rápidos do que indivíduos

menos treinados (WELFORD, 1980). Atletas de vôlei com uma boa preparação física, que passaram por um período de treinamento resistido de 8 semanas alcançaram melhores resultados no tempo de reação. Para o tempo de reação visual os atletas melhoraram de 214,55 ms para 200 ms e no tempo de reação auditiva de 191,3 ms para 175,05 ms (HASCELIK *et al.*, 1989). Futuros estudos poderiam ser elaborados para investigar o efeito da conscientização e do treinamento específico para tempo de reação auditivo e visual na percepção e no desempenho do tênis de mesa.

7. CONCLUSÃO

A privação da informação auditiva em reduziu a acurácia da percepção e aumentou o tempo de reação para identificação da magnitude da rotação da bola.

Além disso, a privação da informação auditiva diminuiu o desempenho na tarefa de contra-ataque no tênis de mesa. Assim, concluímos que a informação auditiva é muito importante para a percepção da magnitude da rotação da bola e para o desempenho no tênis de mesa. Os resultados obtidos neste estudo poderiam ser considerados por técnicos e atletas no sentido de criarem métodos de treino que incluam a percepção auditiva em seu conteúdo.

REFERÊNCIAS

- AK, E.; KOÇAK, S. Coincidence-anticipation timing and reaction time in youth tennis and table tennis players. **Perceptual and motor skills**, v. 110, n. 3, p. 879-887, 2010. ISSN 0031-5125.
- AKPINAR, S.; DEVRILMEZ, E.; KIRAZCI, S. Coincidence-anticipation timing requirements are different in racket sports. **Perceptual and motor skills**, v. 115, n. 2, p. 581-593, 2012. ISSN 0031-5125.
- ALEXANDER, M.; HONISH, A. Table tennis: a brief overview of biomechanical aspects of the game for coaches and players. **Report, Faculty of Kinesiology and Recreation Management, University of Manitoba**, 2009.
- ANDO, S.; KIDA, N.; ODA, S. Central and peripheral visual reaction time of soccer players and nonathletes. **Perceptual and Motor Skills**, v. 92, n. 3, p. 786-794, 2001. ISSN 0031-5125.
- ANDRADE, A. et al. Relação entre tempo de reação e o tempo de prática no tênis de campo. **Revista Digital EFDeportes, Buenos Aires**, ano, v. 10, 2005.
- BARBIERI, F. A. et al. Performance comparisons of the kicking of stationary and rolling balls in a futsal context. **Sports Biomechanics**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2010. ISSN 1476-3141.
- BARBIERI, F. A., GOBBI, L. T. B., SANTIAGO, P. R. P., & CUNHA, S. A. Dominant–non-dominant asymmetry of kicking a stationary and rolling ball in a futsal context. **Journal of sports sciences**, v. 33 n. 13, p. 1411-1419. 2015. ISSN 1411-1419.
- BEAUCHAMP, M. S. et al. Integration of auditory and visual information about objects in superior temporal sulcus. **Neuron**, v. 41, n. 5, p. 809-823, 2004. ISSN 0896-6273.
- BENGUIGUI, N.; RIPOLL, H. Effects of tennis practice on the coincidence timing accuracy of adults and children. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 69, n. 3, p. 217-223, 1998. ISSN 0270-1367.
- BHANOT, J.; SIDHU, L. Reaction time of Indian hockey players with reference to three levels of participation. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 19, n. 2, p. 199-204, 1979. ISSN 0022-4707.
- BISCHOFF, M. et al. Anticipating action effects recruits audiovisual movement representations in the ventral premotor cortex. **Brain and cognition**, v. 92, p. 39-47, 2014. ISSN 0278-2626.
- BÖHME, M. T. S. Treinamento a longo prazo e o processo de detecção, seleção e promoção de talentos esportivos. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 21, n. 2, 2010. ISSN 2179-3255.

BOOTSMA, R. J.; VAN WIERINGEN, P. C. Timing an attacking forehand drive in table tennis. **Journal of experimental psychology: Human perception and performance**, v. 16, n. 1, p. 21, 1990. ISSN 1939-1277.

BUCHTEL, H. A.; BUTTER, C. M.; AYVASIK, B. Effects of stimulus source and intensity on covert orientation to auditory stimuli. **Neuropsychologia**, v. 34, n. 10, p. 979-985, 1996. ISSN 0028-3932.

BUCHTEL, H. A.; BUTTER, C. M.; AYVASIK, B. Effects of stimulus source and intensity on covert orientation to auditory stimuli. **Neuropsychologia**, v. 34, n. 10, p. 979-85, Oct 1996. ISSN 0028-3932 (Print) 0028-3932.

Butterfly Japan. Acesso: 27 de Junho de 2017. Disponível em: < <https://www.butterfly.co.jp/products/detail/05800.html> >.

CALVERT, G. A.; CAMPBELL, R.; BRAMMER, M. J. Evidence from functional magnetic resonance imaging of crossmodal binding in the human heteromodal cortex. **Current biology**, v. 10, n. 11, p. 649-657, 2000. ISSN 0960-9822.

DEERY, H. A. Hazard and risk perception among young novice drivers. **Journal of safety research**, v. 30, n. 4, p. 225-236, 2000. ISSN 0022-4375.

DESANTIS, A. et al. The prediction of visual stimuli influences auditory loudness discrimination. **Experimental brain research**, v. 232, n. 10, p. 3317-3324, 2014. ISSN 0014-4819.

DO VALLE, S. **Microfones**. Editora Música & Tecnologia LTDA, 2015. ISBN 8589402274.

DUMOULIN, S. O. et al. A new anatomical landmark for reliable identification of human area V5/MT: a quantitative analysis of sulcal patterning. **Cerebral cortex**, v. 10, n. 5, p. 454-463, 2000. ISSN 1460-2199.

ERICSSON, K. A.; KRAMPE, R. T.; TESCH-RÖMER, C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. **Psychological review**, v. 100, n. 3, p. 363-406, 1993. ISSN 1939-1471.

FABER, I. R. et al. Can Perceptuo-Motor Skills Assessment Outcomes in Young Table Tennis Players (7-11 years) Predict Future Competition Participation and Performance? An Observational Prospective Study. **PLoS One**, v. 11, n. 2, p. e0149037, 2016. ISSN 1932-6203.

FIEANDT, K. V. H., A.; KULLBERG, P.; SAARL, K. **Personal tempo and phenomenal time at different age-levels**. Helsinki, Finland: Psychological Institute, University of Helsinki: University of Helsinki, 1956.

FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; BARROS, R. M. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. **Comput Methods Programs Biomed**, v. 72, n. 2, p. 155-65, Oct 2003. ISSN 0169-2607 (Print) 0169-2607.

FRANCISCO, P. F. L., C. P; BERTA, I. A. Reaction capacity, acceleration and velocity in a specific displacement after stimulus in young table tennis players. **10th International table tennis Sports Science Congress Zagreb - Croatian**, 2007.

GERODIMOS, V. Reliability of handgrip strength test in basketball players. **Journal of human kinetics**, v. 31, p. 25-36, 2012. ISSN 1899-7562.

GYTON, A. **Tratado de Fisiologia Médica. Rio de Janeiro: Ed: Guanabara Koogan**, 864p 1992.

HASCELIK, Z. et al. The effects of physical training on physical fitness tests and auditory and visual reaction times of volleyball players. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 29, n. 3, p. 234-239, 1989. ISSN 0022-4707.

HAY JAMES, G. The biomechanics of sports techniques. **Practice Hall Englewood Cliffs, New Jersey**, v. 3rd edition 1993.

HAYWOOD, K. M. Responses to speed changes in coincidence-anticipation judgments after extended practice. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 54, n. 1, p. 28-32, 1983. ISSN 0270-1367.

HÜLSDÜNKER, T.; STRÜDER, H. K.; MIERAU, A. Visual Motion Processing Subserves Faster Visuomotor Reaction in Badminton Players. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 49, n. 6, p. 1097-1110, 2017. ISSN 0195-9131.

HUNG, T. et al. The relationship between stimulus preceding EEG alpha power and reaction time in elite table tennis players. **Sport Science Research** v. 26, n. 3, p. 59, 2005. ISSN 1006-1207.

IINO, Y.; KOJIMA, T. Kinematics of table tennis topspin forehands: effects of performance level and ball spin. **Journal of sports sciences**, v. 27, n. 12, p. 1311-1321, 2009. ISSN 0264-0414.

IIZUKA, S. et al. The measuring ball spin at the service in table tennis by junior player. 2010. ISSN 0966-9256.

International Table tennis Federation (ITTF). Acesso: 06 de Outubro de 2015. Disponível em: < <http://www.ittf.com/museum/history.html> >.

JAMES, T. W. et al. Multisensory perception of action in posterior temporal and parietal cortices. **Neuropsychologia**, v. 49, n. 1, p. 108-114, 2011. ISSN 0028-3932.

KATZ, J. et al. Uma introdução ao processamento auditivo. **Lichtig I, Carvallo RMM. Audição: Abordagens Atuais. Pró-Fono**, p. 145-72, 1997.

KEELE, S. W.; HAWKINS, H. L. Explorations of Individual Differences Relevant to High Level Skill. **Journal of Motor Behavior**, v. 14, n. 1, p. 3-23, 1982. ISSN 0022-2895.

KEMP, B. J. Reaction time of young and elderly subjects in relation to perceptual deprivation and signal-on versus signal-off conditions. **Developmental Psychology**, v. 8, n. 2, p. 268-272, 1973. ISSN 1939-0599.

KIOUMOURTZOGLOU, E. et al. Differences in several perceptual abilities between experts and novices in basketball, volleyball and water-polo. **Perceptual and motor skills**, n. 86, p. 899-912 1998. ISSN 1558-688X.

KOKUBU, M. et al. Interference effects between saccadic and key-press reaction times of volleyball players and nonathletes. **Perceptual and motor skills**, v. 103, n. 3, p. 709-716, 2006. ISSN 0031-5125.

KONDRIČ, M. The fastest ball games from the viewpoint of science. **Journal of human kinetics**, v. 55, n. 1, p. 5-5, 2017. ISSN 1899-7562.

KURATA, K.; AIZAWA, H. Influences of motor instructions on the reaction times of saccadic eye movements. **Neuroscience research**, v. 48, n. 4, p. 447-455, 2004. ISSN 0168-0102.

LEES, A. Science and the major racket sports: a review. **Journal of sports sciences**, v. 21, n. 9, p. 707-732, 2003. ISSN 0264-0414.

LEWIS, R.; NOPPENY, U. Audiovisual synchrony improves motion discrimination via enhanced connectivity between early visual and auditory areas. **The Journal of neuroscience**, v. 30, n. 37, p. 12329-12339, 2010. ISSN 0270-6474.

LIU, W. On correct spin and its control. **International Journal of table tennis Sciences**, v. 3, p. 11, 1996.

LOUREIRO JR, L. D. F. B.; FREITAS, P. B. D. Influence of the performance level in badminton players in neuromotor aspects during a target-pointing task. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 3, p. 203-207, 2012. ISSN 1517-8692.

MAGILL, R. A. Aprendizagem Motora Conceitos e Aplicações Aprendizagem Motora Conceitos e Aplicações. **São Paulo. Edgard Blucher**, 2000.

MARINOVIC, W.; IIZUKA, C. A.; NAGAOKA, K. T. Tênis de mesa: teoria e prática. **São Paulo: Phorte**, 2006.

MARINOVIC, W.; PLOOY, A. M.; TRESILIAN, J. R. The utilisation of visual information in the control of rapid interceptive actions. **Experimental psychology**, v. 56, n. 4, p. 265-273, 2009. ISSN 1618-3169.

MCMORRIS, T.; GRAYDON, J. The effect of incremental exercise on cognitive performance. **International Journal of Sport Psychology**, v. 31, n. 1, p. 66-81, 2000. ISSN 0047-0767.

MESULAM, M.-M. Neuroplasticity failure in Alzheimer's disease: bridging the gap between plaques and tangles. **Neuron**, v. 24, n. 3, p. 521-529, 1999a. ISSN 0896-6273.

_____. Spatial attention and neglect: parietal, frontal and cingulate contributions to the mental representation and attentional targeting of salient extrapersonal events. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 354, n. 1387, p. 1325-1346, 1999b. ISSN 0962-8436.

MILIONI, F.; VIEIRA, L. H.; BARBIERI, R. A.; ZAGATTO, A. M.; NORDSBORG, N. B.; BARBIERI, F. A.; PAPOTI, M. Futsal match-related fatigue affects running performance and neuromuscular parameters but not finishing kick speed or accuracy. **Frontiers in Physiology**, v. 7, p. 518. 2016. ISSN 1664-042X.

MORI, S.; OHTANI, Y.; IMANAKA, K. Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. **Human movement science**, v. 21, n. 2, p. 213-230, 2002. ISSN 0167-9457.

NÄÄTÄNEN, R.; PICTON, T. The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: a review and an analysis of the component structure. **Psychophysiology**, v. 24, n. 4, p. 375-425, 1987. ISSN 1469-8986.

NOESSELT, T. et al. Sound increases the saliency of visual events. **Brain research**, v. 1220, p. 157-163, 2008. ISSN 0006-8993.

NOUGIER, V. et al. Covert orienting to central visual cues and sport practice relations in the development of visual attention. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 54, n. 3, p. 315-333, 1992. ISSN 0022-0965.

NUNOME, H. et al. Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and non-preferred leg. **Journal of sports sciences**, v. 24, n. 05, p. 529-541, 2006. ISSN 0264-0414.

NYQUIST, H. Certain topics in telegraph transmission theory. **Transactions of the American Institute of Electrical Engineers**, v. 47, n. 2, p. 617-644, 1928. ISSN 0096-3860.

OLIVERS, C. N.; VAN DER BURG, E. Bleeping you out of the blink: Sound saves vision from oblivion. **Brain research**, v. 1242, p. 191-199, 2008. ISSN 0006-8993.

PADULO, J. et al. Task complexity reveals expertise of table tennis players. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 56, n. 1-2, p. 149-56, Jan-Feb 2016. ISSN 0022-4707 (Print) 0022-4707.

PAIN, M. T.; HIBBS, A. Sprint starts and the minimum auditory reaction time. **Journal of sports sciences**, v. 25, n. 1, p. 79-86, 2007. ISSN 0264-0414.

PARK, S. H. et al. Differential contribution of visual and auditory information to accurately predict the direction and rotational motion of a visual stimulus. **Applied Physiology, Nutrition Metabolism**, v. 40, p. 1-5, Nov 9 2015.

PARK, S. H. et al. Differential contribution of visual and auditory information to accurately predict the direction and rotational motion of a visual stimulus. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, n. ja, 2015. ISSN 1715-5312.

PEREIRA, L. D. Processamento auditivo. **Revista Temas sobre desenvolvimento**, v. 11, n. 2, p. 7-13, 1993.

PEREIRA, L. D. **Processamento auditivo central: manual de avaliação**. Lovise, 1997. ISBN 8585274441.

PICTON, T. et al. Intracerebral sources of human auditory-evoked potentials. **Audiology and Neurotology**, v. 4, n. 2, p. 64-79, 1999. ISSN 1420-3030.

QUN, W. H. et al. Experimental research in table tennis spin. **International Journal of table tennis Sciences**, v. 1, p. 73-78, 1992.

RODRIGUES, S. T.; VICKERS, J. N.; WILLIAMS, A. M. Head, eye and arm coordination in table tennis. **Journal of sports sciences**, v. 20, n. 3, p. 187-200, 2002. ISSN 0264-0414.

SANSONE, D. **Greek athletics and the genesis of sport**. Univ of California Press, 1992. ISBN 0520913329.

SANTOS, D. P. et al. Training Level Does Not Affect Auditory Perception of The Magnitude of Ball Spin in Table Tennis. **Journal of human kinetics**, v. 55, n. 1, p. 19-27, 2017. ISSN 1899-7562.

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. Motor learning and performance. **Champaign, IL: Human Kinetics**, 2004.

SCHMIDT, R. A., Lee, T. D. Motor control and learning: a behavioral emphasis. **Champaign, IL: Human Kinetics**, 2005.

SEYDEL, R. Determinant factors of the table tennis game—Measurement and simulation of ball-flying curves. **International Journal of Table Tennis Sciences**, v. 1, p. 1-7, 1992.

SHANNON, C. E. Communication in the presence of noise. **Proceedings of the IRE**, v. 37, n. 1, p. 10-21, 1949. ISSN 0096-8390.

SHELTON, J.; KUMAR, G. P. Comparison between auditory and visual simple reaction times. **Neuroscience and Medicine**, v. 1, n. 1, p. 30-32, 2010. ISSN 2158-2912.

SHIM, J. et al. The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. **Journal of motor behavior**, v. 37, n. 2, p. 164-175, 2010. ISSN 0022-2895.

SKLORZ, M. Richtig Tischtennisspielen. 1979. ISSN 3-405-12135-3.

STAUFENBIEL, S. M.; VAN DER LUBBE, R. H.; TALSMA, D. Spatially uninformative sounds increase sensitivity for visual motion change. **Experimental brain research**, v. 213, n. 4, p. 457, 2011. ISSN 0014-4819.

STEIN, B. E. et al. Enhancement of perceived visual intensity by auditory stimuli: a psychophysical analysis. **Journal of cognitive neuroscience**, v. 8, n. 6, p. 497-506, 1996.

THOMPSON, P. et al. Voluntary stimulus-sensitive jerks and jumps mimicking myoclonus or pathological startle syndromes. **Movement Disorders**, v. 7, n. 3, p. 257-262, 1992. ISSN 1531-8257.

TOMPOROWSKI, P. D. Effects of acute bouts of exercise on cognition. **Acta psychologica**, v. 112, n. 3, p. 112, 297-324, 2003. ISSN 0001-6918.

USA Table Tennis (USATT) Spectator's Guide to Table Tennis. Acesso: 06 de Outubro de 2015. Disponível em: < http://www.usatt.org/events/spectators_guide.shtml >.

VAGHETTI, C. A. O.; ROESLER, H.; ANDRADE, A. Tempo de reação simples auditivo e visual em surfistas com diferentes níveis de habilidade: comparação entre atletas profissionais, amadores e praticantes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 2, p. 81-85, 2007.

VAN DER BURG, E. et al. Pip and pop: nonspatial auditory signals improve spatial visual search. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 34, n. 5, p. 1053, 2008. ISSN 1939-1277.

VENTER, S.; FERREIRA, J. A comparison of visual skills of high school rugby players from two different age groups. **S Afr Optom**, v. 63, p. 19-29, 2004.

VIEIRA, L. H. P., DE SOUZA SERENZA, F., DE ANDRADE, V. L., DE PAULA OLIVEIRA, L., MARIANO, F. P., SANTANA, J. E., & SANTIAGO, P. R. P. Kicking Performance and Muscular Strength Parameters with Dominant and Nondominant Lower Limbs in Brazilian Elite Professional Futsal Players. **Journal of applied biomechanics**, p. 32 n. 6, p. 578-585. 2015. ISSN 578-585.

VROOMEN, J.; GELDER, B. D. Sound enhances visual perception: cross-modal effects of auditory organization on vision. **Journal of experimental psychology: Human perception and performance**, v. 26, n. 5, p. 1583, 2000. ISSN 1939-1277.

WANG, J. L., T; WANG, X. . Research work and the development of rotation theory of table tennis in China. **International Journal of table tennis science** v. 1*Beijing University of Physical Education, Beijing 100084, China 2* Tsinghua University, n. No 3 1996.

WEINECK, E. J. **Futebol total: o treinamento físico no futebol**. Phorte, 2000. ISBN 8586702234.

WELFORD, A. Choice reaction time: Basic concepts. **Reaction times**, p. 73-128, 1980.

WELFORD, A.; BREBNER, J. Introduction: an historical background sketch. **New York: Academic Press** 1980.

DAVIDS, K.; WILLIAMS, J. G.; WILLIAMS, A. M. Visual perception and action in sport. **Routledge**, 2005.

WRISBERG, C. A.; MEAD, B. J. Developing coincident timing skill in children: A comparison of training methods. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 54, n. 1, p. 54,67-74, 1983. ISSN 0270-1367.

WRISBERG, C. A.; PAUL, J. H.; RAGSDALE, M. R. Subject gender, knowledge of results, and receptor anticipation. **Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance**, v. 50, n. 4, p. 699-708, 1979. ISSN 0034-5377.

WUERGER, S.; HOFBAUER, M.; MEYER, G. The integration of auditory and visual motion signals at threshold. **Attention, Perception, & Psychophysics**, v. 65, n. 8, p. 1188-1196, 2003. ISSN 1943-3921.

XIAOPENG, Z. An experimental investigation into the influence of the speed and spin by balls of different diameters and weights. **Science and racket sports II**, p. 206-208, 1998.

_____. 29 An experimental investigation into the influence of the speed and spin by balls of different diameters and weights. **Science and racket sports II**, p. 206, 2002. ISSN 0203474619.

YOSHIDA, K. H., S.; SHIMAOKA, M., K., F., ILMOTO, Y.; YUZA, N A study on spin control techniques for chop and float services in table tennis. . **Paper presented at the FISU/CESU Conference, Fukuoka, Japan**, , 1995.

ZWIERKO, T. Differences in peripheral perception between athletes and nonathletes. **Journal of Human Kinetics**, v. 19, p. 53-62, 2008. ISSN 1899-7562.

APÊNDICE A - Termo de Assentimento

Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado para participar do estudo intitulado “Contribuição da informação auditiva para a percepção do efeito da bola e para o desempenho no tênis de mesa”.

O desempenho no tênis de mesa está associado à capacidade de perceber estímulos com velocidade e precisão. Um desses estímulos é o som produzido no momento de contato entre raquete e bola. Atletas experientes parecem utilizar a informação auditiva para identificar a quantidade de efeito que seu adversário aplicou na bola para então terem uma resposta motora adequada. O objetivo do presente estudo é avaliar se a informação auditiva do som de contato entre raquete e bola contribui para a identificação do efeito da bola e para o desempenho no tênis de mesa. Esta pesquisa não lhe trará nenhum benefício direto, porém, esperamos que ela possa trazer benefícios indiretos, já que as informações obtidas com este estudo poderão contribuir para que os profissionais envolvidos com o tênis de mesa desenvolvam métodos de treinamento para melhorar a percepção e o desempenho esportivo de mesatenistas. Portanto, se você concordar em participar do estudo, você será submetido a dois experimentos que acontecerão no próprio local de treino. Inicialmente você irá responder a um questionário com as seguintes informações: Dados pessoais, sua carreira esportiva e condições de saúde, a partir disso, você será submetido a dois experimentos. No primeiro experimento, você tentará identificar a magnitude do efeito da bola a partir do som e imagem (Vídeo) de um movimento de Forehand observado na tela de um computador. Serão utilizados quatro sons (altura de 60dB) do golpe “Forehand”. Os sons utilizados no teste serão definidos como: Muito Efeito (bola girando 140,05 vezes por segundo); Médio efeito (bola girando 105,04 vezes por segundo); Pouco efeito (bola girando 84 vezes por segundo); Batida Chapada (bola girando menos que 60 vezes por segundo). Você será avaliado em três condições experimentais: a) somente informação auditiva; b) somente informação visual; c) informação auditiva e visual. Na primeira condição você ouvirá 20 sons e, após ouvir cada um, deverá assinalar em uma ficha a magnitude de efeito percebida (muito, médio, pouco, batida chapada). Na Segunda condição, você apenas assistirá 20 vídeos sem áudio e, após assistir cada vídeo, deverá assinalar em uma ficha a magnitude de efeito percebida. Na terceira condição, você assistirá 20 vídeos com som de cada tipo de efeito e, após assistir e ouvir cada vídeo você deverá assinalar em uma ficha a magnitude de efeito percebida (muito, médio, pouco, batida chapada). A ordem das condições será sorteada para cada voluntário. O tempo total para realizar o primeiro experimento será de aproximadamente 20 minutos.

Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto – USP. <http://www.eeferp.usp.br/>
Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto - USP
Avenida Bandeirantes, 3900 - 14040-907 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
Fone: (16) 3315-0494
E-mail: cep90@usp.br

**Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto**

No segundo experimento, será avaliado o seu desempenho com e sem informação auditiva diante de bolas golpeadas com diferentes efeitos. Serão realizados quatro golpes “Forchand” drive e você terá que responder com o fundamento Overdrive em um local demarcado na metade da quadra do oponente. Os golpes utilizados no teste que você terá que responder serão definidos como: Muito Efeito (bola girando 140,05 vezes por segundo); Médio efeito (bola girando 105,04 vezes por segundo); Pouco efeito (bola girando 84 vezes por segundo); Batida Chapada (bola girando menos que 60 vezes por segundo). Neste segundo experimento, você será avaliado em duas condições: sem informação auditiva e com informação auditiva. Na primeira condição, utilizando um tampão na orelha externa para bloquear a informação auditiva, você deverá rebater a bola dentro do alvo previamente demarcado. Na segunda condição o procedimento será o mesmo, porém sem uso do tampão. Serão lançadas bolas nas quatro intensidades citadas acima de forma aleatória. Serão realizados 20 golpes em cada condição de efeito, sendo avaliados somente cinco golpes que atingirem a intensidade de efeito correspondentes aos valores descritos anteriormente. Antes de realizar o teste você irá realizar um aquecimento com parceiro na mesa durante cinco minutos. O Segundo experimento terá duração de aproximadamente 25 minutos, portanto, a pesquisa total terá duração de aproximadamente 50 minutos.

Os riscos para participação nesta pesquisa são mínimos como dores ou lesões musculoesqueléticas inerentes à prática do tênis de mesa. Durante os testes uma pessoa permanecerá próxima a você para esclarecimentos e auxílio caso seja necessário. Você terá direito a indenização conforme as leis vigentes no país caso ocorra dano decorrente de sua participação na pesquisa. Além disso, você terá direito de ressarcimento das despesas tidas para participação na pesquisa, quando necessário. A qualquer momento você poderá pedir para interromper a participação no experimento sem que isso lhe acarrete qualquer prejuízo ou penalização.

A sua participação não é obrigatória. Garantimos que as informações obtidas nessa pesquisa não serão de maneira alguma associadas à sua identidade. Caso você aceite participar do estudo deverá assinar este documento de consentimento.

Eu, _____,

declaro que estou devidamente esclarecido sobre os procedimentos envolvidos no estudo intitulado “Importância da experiência na percepção auditiva no tênis de mesa.” e aceito participar desta pesquisa. Fui informado que os dados do estudo serão utilizados para fins científicos e que minha identidade será mantida em segredo. Sei que não sou obrigado a

Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

participar do estudo, que não terei nenhum prejuízo caso não queira participar e que terei liberdade em retirar meu consentimento a qualquer momento. Estou recebendo uma via deste termo de consentimento. Poderei me informar sobre o andamento do estudo na Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto e sobre dúvidas relacionadas à ética da pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto. Telefone para contato com o aluno pós-graduando que realizará as avaliações (16) 99287-5704. Telefone para contato com o pesquisador (16) 3315-0345 e com o Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto: (16) 3315-0494.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante

Daniel Peterossi Rodrigues Santos
Pós-graduando responsável pelas avaliações

Prof. Dr. Matheus Machado Gomes
Pesquisador Responsável

APÊNDICE B - Termo de Consentimento

Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado para participar do estudo intitulado “Contribuição da informação auditiva para a percepção do efeito da bola e para o desempenho no tênis de mesa”.

O desempenho no tênis de mesa está associado à capacidade de perceber estímulos com velocidade e precisão. Um desses estímulos é o som produzido no momento de contato entre raquete e bola. Atletas experientes parecem utilizar a informação auditiva para identificar a quantidade de efeito que seu adversário aplicou na bola para então terem uma resposta motora adequada. O objetivo do presente estudo é avaliar se a informação auditiva do som de contato entre raquete e bola contribui para a identificação do efeito da bola e para o desempenho no tênis de mesa. Esta pesquisa não lhe trará nenhum benefício direto, porém, esperamos que ela possa trazer benefícios indiretos, já que as informações obtidas com este estudo poderão contribuir para que os profissionais envolvidos com o tênis de mesa desenvolvam métodos de treinamento para melhorar a percepção e o desempenho esportivo de mesatistas. Portanto, se você concordar em participar do estudo, você será submetido a dois experimentos que acontecerão no próprio local de treino. Inicialmente você irá responder a um questionário com as seguintes informações: Dados pessoais, sua carreira esportiva e condições de saúde, a partir disso, você será submetido a dois experimentos. No primeiro experimento, você tentará identificar a magnitude do efeito da bola a partir do som e imagem (Vídeo) de um movimento de Forehand observado na tela de um computador. Serão utilizados quatro sons (altura de 60dB) do golpe “Forehand”. Os sons utilizados no teste serão definidos como: Muito Efeito (bola girando 140,05 vezes por segundo); Médio efeito (bola girando 105,04 vezes por segundo); Pouco efeito (bola girando 84 vezes por segundo); Batida Chapada (bola girando menos que 60 vezes por segundo). Você será avaliado em três condições experimentais: a) somente informação auditiva; b) somente informação visual; c) informação auditiva e visual. Na primeira condição você ouvirá 20 sons e, após ouvir cada um, deverá assinalar em uma ficha a magnitude de efeito percebida (muito, médio, pouco, batida chapada). Na Segunda condição, você apenas assistirá 20 vídeos sem áudio e, após assistir cada vídeo, deverá assinalar em uma ficha a magnitude de efeito percebida. Na terceira condição, você assistirá 20 vídeos com som de cada tipo de efeito e, após assistir e ouvir cada vídeo você deverá assinalar em uma ficha a magnitude de efeito percebida (muito, médio, pouco, batida chapada). A ordem das condições será sorteada para cada voluntário. O tempo total para realizar o primeiro experimento será de aproximadamente 20 minutos.

Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto – USP. <http://www.eeferp.usp.br/>
Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto - USP
Avenida Bandeirantes, 3900 - 14040-907 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
Fone: (16) 3315-0494
E-mail: cep90@usp.br

Universidade de São Paulo
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

participar do estudo, que não terei nenhum prejuízo caso não queira participar e que terei liberdade em retirar meu consentimento a qualquer momento. Estou recebendo uma via deste termo de consentimento. Poderei me informar sobre o andamento do estudo na Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto e sobre dúvidas relacionadas à ética da pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto. Telefone para contato com o aluno pós-graduando que realizará as avaliações (16) 99287-5704. Telefone para contato com o pesquisador (16) 3315-0345 e com o Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto: (16) 3315-0494.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de _____.

Dados de Identificação do Participante:

Data de nascimento: _____

Endereço: _____

Nome por extenso do Participante

Nome e assinatura do responsável legal

Daniel Peterossi Rodrigues Santos
Pós-graduando responsável pelas avaliações

Prof. Dr. Matheus Machado Gomes
Pesquisador Responsável

Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto – USP. <http://www.eeferp.usp.br/>
Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto - USP
Avenida Bandeirantes, 3900 - 14040-907 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
Fone: (16) 3315-0494
E-mail: cep90@usp.br

APÊNDICE C – Questionário de Informações pessoais

Ficha de Avaliação

n. ____ Data ____/____/____

DADOS PESSOAIS

Nome: _____

Data nascimento: _____

Sexo: M(☐) F(☐) Idade: ____ anos

Peso: ____ kg Altura ____ m

Membro Superior Dominante D (☐) E(☐)

Endereço: _____ n.: _____

Complemento: _____ Bairro: _____ Cep: _____

Cidade: _____ Estado: _____ País _____

Email: _____ Telefone _____

Escolaridade _____

HISTÓRICO ESPORTIVO

Divisão Competitiva: _____

Nº de competições anuais: _____

Tempo de Treinamento Específico Modalidade: _____

Frequência de Treinamento (h/semana): _____

Estilo de jogo: (☐) ofensivo (☐) defensivo

Qual _____ tipo _____ de _____ borracha

usa: _____

Empunhadura: (☐) caneteiro (☐) clássica

Informações

adicionais: _____

HISTÓRICO DE LESÕES

Apresenta algum problema de audição?

Algum outro problema de saúde?

Alguma vez já ouviu falar sobre a importância do sistema auditivo no tênis de mesa? Se Sim explique...

APÊNDICE D – Rotina Mat Lab Estudo 1

```
% ++++++
% File: coleta_daniel_peterossi.m
% Author:      Tenysson Will de Lemos (c) 2016, All Rights Reserved
%              tenysson@fmrp.usp.br
%      NAP - DCD
%      Av. Bandeirantes, 3900
%      Dept. Biomecanica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor
%              Faculdade Medicina de Ribeirao Preto - Universidade de Sao Paulo
%      Ribeirao Preto, SP, Cep: 14049-900
% Date: 09-12-2016
% Version: 1.2
% Objetivo:
%      Coleta Daniel Peterossi executa a midia escolhida e conta o tempo
%      de reação à midia
% Creditos:

function coleta_daniel_peterossi
clear;
close all;
% Encontrando a pasta atual
scriptName = mfilename('fullpath');
pathname = fileparts(scriptName);
cd(pathname);

% Selecionar a tarefa
[resposta,OK] = listdlg('PromptString','Selecione uma tarefa: ','...
    'SelectionMode','single','ListString',{ ...
    'Video com som A','Video com som B','Video com som C','Video com som D',...
    'Video sem som A','Video sem som B','Video sem som C','Video sem som D',...
    'Audio Batida A','Audio Batida B','Audio Batida C','Audio Batida D'}));

if(OK==0)
    error('Voce cancelou! Comece novamente');
end

% Selecionar o arquivo correspondente
switch resposta
    % Video com som
    case 1 % 'Video com som A'
        FullFileName = 'Video_A.wmv';
        mute = false;
    case 2 % 'Video com som B'
        FullFileName = 'Video_B.wmv';
        mute = false;
    case 3 % 'Video com som C'
        FullFileName = 'Video_C.wmv';
        mute = false;
    case 4 % 'Video com som D'
        FullFileName = 'Video_D.wmv';
        mute = false;
```

```

% Video sem som
case 5 % 'Video sem som A'
    FullFileName = 'Video_A.wmv';
    mute = true;
case 6 % 'Video sem som B'
    FullFileName = 'Video_B.wmv';
    mute = true;
case 7 % 'Video sem som C'
    FullFileName = 'Video_C.wmv';
    mute = true;
case 8 % 'Video sem som D'
    FullFileName = 'Video_D.wmv';
    mute = true;

% Audio
case 9 % 'Audio Batida A'
    FullFileName = 'Som_A.wav';
    mute = false;
case 10 % 'Audio Batida B'
    FullFileName = 'Som_B.wav';
    mute = false;
case 11 % 'Audio Batida C'
    FullFileName = 'Som_C.wav';
    mute = false;
case 12 % 'Audio Batida D'
    FullFileName = 'Som_D.wav';
    mute = false;
end

%%%%%% Ajustar janela
[~,~,extensao] = fileparts(FullFileName);
mon_pos = get(0,'MonitorPositions');
if(size(mon_pos,1)~=2)
    error('Não existem dois monitores')
end

%%%%%% Criando Active X Control na figure
hf = figure('menubar','none','outerposition',mon_pos(1,:),'color','k');
switch extensao
case '.wav'
    % Arquivo de audio
    actx = actxcontrol('WMPlayer.ocx.7');
case '.wmv'
    % Arquivo de video
    actx = actxcontrol('WMPlayer.ocx.7',[0 0 mon_pos(1,3:4)]);
end

% Criar o Media object
actx.settings.volume = 100;
actx.settings.mute = true;
media = actx.newMedia(FullFileName);
actx.CurrentMedia = media;

% Passando Callback para controlar o figure

```

```

set(hf,'KeyPressFcn',@(h_obj,evt)    callback(evt.Key,actx,hf,mon_pos(2,:)-[0    0    mon_pos(1,3)
0],mute));
end

```

```

% Callback
function callback(key,actx,figureh,pos,m)
    if(strcmp(key,'escape'))          % Mudando a janela para o monitor
        actx.settings.mute = m;
        set(figureh,'outerposition',pos)
    elseif(strcmp(key,'return'))      % Play e começa a contar tempo
        actx.Controls.play
        tic
    else                              % Termino da contagem de tempo
        toc
        disp(key)
        closereq
    end
end
end

```

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Contribuição da informação auditiva para a percepção do efeito da bola e para o desempenho no tênis de mesa

Pesquisador: Matheus Machado Gomes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 54263816.6.0000.5659

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.561.043

Apresentação do Projeto:

É um projeto de pesquisa de mestrado (Daniel Peterossi Rodrigues Santos), inserido na linha de pesquisa "Aspectos biodinâmicos da atividade física e do esporte", da Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, apresentado pelo orientador (Prof. Dr. Matheus Machado Gomes). O presente projeto versa sobre a contribuição da informação auditiva na identificação do efeito da bola no tênis de mesa. É um estudo de abordagem quantitativa que utilizará dois experimentos independentes que testarão as hipóteses apresentadas. Os participantes (amostra de 20) serão voluntários praticantes de tênis de mesas e todos participarão dos dois experimentos. Espera-se que a partir dos resultados do estudo seja possível criar métodos de treinamento que utilizem a percepção auditiva para a antecipação na identificação do efeito da bola no tênis de mesa.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar se a informação auditiva contribui para a identificação do efeito da bola no tênis de mesa e avaliar a influência da informação auditiva no desempenho no tênis de mesa.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos para participação nesta pesquisa são mínimos como dores ou lesões musculoesqueléticas inerentes à prática do tênis de mesa. Durante os testes uma pessoa

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900
Bairro: VILA MONTE ALEGRE **CEP:** 14.040-907
UF: SP **Município:** RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3315-0494 **E-mail:** cep90@usp.br

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO

Continuação do Parecer: 1.561.043

permanecerá próxima a você para esclarecimentos e auxílio caso seja necessário. Você terá direito a indenização conforme as leis vigentes no país caso ocorra dano decorrente de sua participação na pesquisa. Além disso, você terá direito de ressarcimento das despesas tidas para participação na pesquisa, quando necessário. A qualquer momento você poderá pedir para interromper a participação no experimento sem que isso lhe acarrete qualquer prejuízo ou penalização. Este projeto foi elaborado de acordo com as diretrizes contidas na Resolução CNS 466/2012 para o desenvolvimento de pesquisa com seres humanos.

Benefícios

“Os resultados deste estudo poderão contribuir para o desenvolvimento de novas abordagens de treinamento dando ênfase no sistema auditivo se as hipóteses forem confirmadas, ou descartando este tipo de treinamento auditivo caso as hipóteses do estudo sejam rejeitadas”.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto de pesquisa está apresentado com fundamentação teórica e metodológica adequadas. O tema é relevante e pertinente à área da educação física.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos obrigatórios estão adequados e foram devidamente apresentados (Termo de Assentimento, TCLE, orçamento, formulários e roteiro anexados).

Recomendações:

Rever se o desenho do estudo enquadra-se nos estudos experimentais ou observacionais.

Incluir nos métodos o critério amostral e a justificativa da idade de 15 a 35 anos

Definir se o objetivo do estudo será analisar o avaliar.

Incluir no Apêndice A, questionamento sobre a acuidade visual.

Incluir no TCLE e no Termo de Assentimento que o formulário terá além de dados do histórico esportivo, dados pessoais e condições de saúde.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

não tenho pendências a colocar

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto encontra-se APROVADO para execução. Pedimos atenção aos seguintes itens:

- 1) De acordo com a Resolução CNS n.º 466/2012, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais (parciais e final, em função da duração da pesquisa);

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900

Bairro: VILA MONTE ALEGRE

UF: SP

Município: RIBEIRAO PRETO

CEP: 14.040-907

Telefone: (16)3315-0494

E-mail: cep90@usp.br

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO

Continuação do Parecer: 1.561.043

- 2) Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas, com justificativa, ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada. Neste caso, o pesquisador deve aguardar nova aprovação do CEP para realizar os procedimentos de acordo com as mudanças solicitadas;
- 3) Sobre o TCLE: caso o termo tenha DUAS páginas ou mais, lembramos que no momento da sua assinatura, tanto o participante da pesquisa (ou seu representante legal) quanto o pesquisador responsável deverão RUBRICAR todas as folhas, colocando as assinaturas na última página;
- 4) Caso haja instituição(ões) coparticipante(s) no projeto, atender a solicitação da carta n.º 0212/CONEP/CNS, de 21 de outubro de 2010.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_658833.pdf	16/03/2016 08:57:40		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_mestrado_daniel_4.docx	15/03/2016 11:55:50	Daniel Peterossi Rodrigues Santos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_consentimento_daniel_4.docx	15/03/2016 11:55:09	Daniel Peterossi Rodrigues Santos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_assentimento_2.docx	14/03/2016 10:48:24	Daniel Peterossi Rodrigues Santos	Aceito
Folha de Rosto	folha_rostoassinada.pdf	14/03/2016 10:43:46	Daniel Peterossi Rodrigues Santos	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900

Bairro: VILA MONTE ALEGRE

CEP: 14.040-907

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3315-0494

E-mail: cep90@usp.br

ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DE
RIBEIRÃO PRETO

Continuação do Parecer: 1.561.043

RIBEIRAO PRETO, 26 de Maio de 2016

Assinado por:
Carlos Roberto Bueno Júnior
(Coordenador)

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900
Bairro: VILA MONTE ALEGRE **CEP:** 14.040-907
UF: SP **Município:** RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3315-0494 **E-mail:** cep90@usp.br