

**FACULDADE DE MEDICINA DO ABC  
TÂNIA BRUSQUE CROCETTA**

**VALIDADE E CONFIABILIDADE DE TAREFAS EM AMBIENTE DE REALIDADE  
VIRTUAL PARA RECUPERAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM TRANSTORNOS DAS  
HABILIDADES FUNCIONAIS**

**SANTO ANDRÉ  
2018**

TÂNIA BRUSQUE CROCETTA

VALIDADE E CONFIABILIDADE DE TAREFAS EM AMBIENTE DE REALIDADE  
VIRTUAL PARA RECUPERAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM TRANSTORNOS DAS  
HABILIDADES FUNCIONAIS

Tese elaborada no Departamento de Saúde das Coletividades da Faculdade de Medicina do ABC, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina do ABC.

Área de Concentração: Saúde Coletiva

Orientador: Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Coorientador: Prof. Dr. Luiz Carlos de Abreu

SANTO ANDRÉ  
2018

C937v Crocetta, Tânia Brusque  
Validade e confiabilidade de tarefas em ambiente de realidade virtual para recuperação de indivíduos com transtornos das habilidades funcionais./Tânia Brusque Crocetta -- Santo André, SP, 2018.

178 f.: il.color. 31 cm.

Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Comissão de Pós-Graduação, Faculdade de Medicina do ABC.

Área de Concentração: Saúde Coletiva

Orientador: Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Coorientador: Prof. Dr. Luiz Carlos de Abreu

1. Terapia de exposição à realidade virtual. 2. Terapia assistida por computador.

CDD: 615.8

NLM: WB546

## DEDICATÓRIA

*Meus pais, Mario (in memorian) e Ana, pelo apoio incondicional em todas as minhas escolhas.*

## AGRADECIMENTOS

Cada minuto de minha vida tem sido acompanhada por uma legião de amigos. Amigos de longo tempo, amigos que conheci nos últimos anos, amigos que foram tão presentes neste trabalho, amigos que eu encontro a cada dia, amigos que ficaram do outro lado do planeta. O doutorado me proporcionou aumentar esta lista, e tenho certeza de que não vai parar ainda. E quando penso neste doutorado, além de tudo que aprendi, fica a certeza do que posso levar comigo. E estes amigos são o melhor resultado deste trabalho. Obrigada a cada um de vocês.

O meu Professor Luiz Carlos de Abreu abriu as portas do seu laboratório para eu estar aqui concluindo este objetivo. E eu o vejo fazendo o mesmo para muitos outros felizardos estudantes, que como eu, buscam um sonho. Então, eu levo daqui mais este grande amigo. Meu orientador Carlos Bandeira de Mello Monteiro me acompanhou com sua paciência e orientação, dando-me a tranquilidade necessária para tornar este trabalho também prazeroso, além do grande orgulho que tenho ao concluí-lo.

Cada membro desta banca, representa os muitos mestres que tive nesta caminhada. Queria acrescentar vários outros doutores que tenho a honra de conhecer, mas as regras limitam nossos desejos. Então, tive a difícil decisão de listar apenas alguns para comporem esta banca. Obrigada pela dedicação de vocês.

Ao estar escrevendo estes agradecimentos, meu coração se enche de amor ao pensar em Thais Massetti... obrigada por sua energia e entusiasmo contagiante. Obrigada Talita Dias da Silva pelo salto qualitativo em meu conhecimento sobre a estatística. Obrigada Regiani Guarnieri por enfrentar tantos desafios ao meu lado. Obrigada Erivaldo Gorges Cesconetto por nossa convivência e carinho por todos estes anos. Obrigada Tatiana de Carvalho por nossas conversas de final de tarde. Obrigada Renata Thais de Almeida Barbosa por mostrar que a fé também acompanha a pesquisa. Obrigada Jennifer Yohanna Ferreira de Lima Antão por essa risada gostosa e por me mostrar a simplicidade e a pureza de um Brasil que eu não conhecia. Obrigada Celia Guarnieri por me acompanhar mesmo naquilo que ainda não conhecia. Obrigada Thaiany Pedrozo Campos Antunes que me ofereceu o carinho de sua família em terras distantes, levando a Maria e o Marcelo. Obrigada Juliana Zangirolami Raimundo por me ajudar na difícil missão de lecionar.

Que gostoso ter tanto a agradecer. Agradecer a minha família de lá, minha mãe, minhas irmãs Célia e Sônia. E agradecer minha família daqui. Mamãe Cecília e irmã Marli... e claro, toda deliciosa prole que acompanha: José Ricardo, Bruna, Lucas, Letícia, Murillo, Artur, Lara, D. Nair, Nathália, Robertinho, Gigi e Gabi, e até o Sr. Valter.

Obrigada Faculdade de Medicina do ABC que me acolheu em sua comunidade. Obrigada todos os professores que ajudaram em minha formação. Obrigada a cada funcionário que faz com que esta grande instituição continue com a qualidade do ensino que produz. Obrigada aos membros do Comitê de Ética em Pesquisa que dedicam seu tempo em discutir os diversos projetos e orientam sobre a melhor forma de conduzi-los.

Cada participante desta pesquisa merece todo meu carinho. Foram momentos de aprendizado, mais para mim do que para eles. Eu agradeço pela confiança nesta pesquisa e pela disponibilidade de cada um. Às instituições que me abriram as portas, representadas não apenas pelos participantes, mas pelos profissionais que lá se encontram: APAE de São Paulo, ACUSTRA em Laguna-SC, UNITAU em Taubaté-SP, Grupo GETI – UDESC, Prefeitura de Lauro Muller com seus grupos de idosos em Lauro Muller, Guatá e Arizona, as Escolas de Potim-SP, APAE de Vitória-ES, APAE de Vila Velha-ES e AACD São Paulo.

Agradeço ao Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior – FUMDES, Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina.

Mas eu não poderia deixar de agradecer aos tantos servidores da Universidade do Estado de Santa Catarina que além de ter me permitido cursar o Mestrado, continuam na grande luta de continuidade de uma instituição de grande nome e formação de ensino. São técnicos e professores que dedico um grande carinho.

Obrigada meu bom Deus, obrigada meus Anjos de Luz por tantas bênçãos!



## Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica da Faculdade de Medicina do ABC

### Código de Honra:

*Os membros da comunidade do Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica da Faculdade de Medicina do ABC se comprometem a produzir trabalho acadêmico íntegro, o que significa um trabalho feito em concordância com padrões intelectuais e acadêmicos de atribuição exata das fontes, uso e coleta de dados apropriados e transparência no reconhecimento das contribuições de ideias, descobertas, interpretações e conclusões de outros.*

*Este é o código. Esta é a linha. Estes são os princípios! Assim são formados nossos discípulos para a prática da Ciência e exercício da Cidadania.*

**Prof. Dr. Luiz Carlos de Abreu**

Chefe do Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica da Faculdade de Medicina do ABC

## RESUMO

Introdução: O comprometimento funcional de pessoas com deficiência interfere diretamente na limitação de atividades e restrições na participação social, sendo que uma possibilidade de intervenção é a utilização de tarefas em ambientes virtuais. No entanto, existe uma carência para a equipe de reabilitação de *softwares* validados que propiciem efetividade na reabilitação. Objetivo: O objetivo geral desta tese foi avaliar a validade e confiabilidade de um jogo de realidade virtual não imersiva desenvolvido para uma tarefa de *timing* coincidente. Para atingir o objetivo geral, outros três objetivos foram definidos: (1) Analisar os resultados preliminares do desempenho em tarefas motoras no uso dos jogos do pacote Team Bridge Games; (2) Analisar por meio de uma revisão sistemática o instrumento padrão ouro na avaliação de tarefas de *timing* coincidente; (3) Avaliar o desempenho de idosos saudáveis em uma tarefa virtual de *timing* coincidente em relação à real. Método: Trata-se de um estudo metodológico, com foco na validação de jogos com uso de realidade virtual com diferentes dispositivos para aquisição do movimento. Para tanto, foram realizados quatro trabalhos, quais sejam; (1) Apresentação de software de realidade virtual Team Bridge Games com resultados preliminares em algumas patologias; (2) Revisão sistemática da literatura nas bases *Web of Science* e *PubMed* sobre tarefas de *timing* coincidente; (3) Comparação do desempenho de 65 adultos mais velhos saudáveis em uma tarefa de *timing* coincidente real e virtual; (4) Validação concorrente do *Timing Coincidente* do Team Bridge Games com o “padrão ouro” Bassin em 224 adultos saudáveis. Resultados: O primeiro estudo apresentou sete jogos disponíveis na plataforma Team Bridge Games com característica, objetivo e variáveis disponíveis de cada jogo. Além disso, apresentou os resultados preliminares das pesquisas em andamento, com resultados significativos com o uso de diferentes interfaces de interação com os jogos em diferentes populações. A revisão identificou 46 artigos que utilizaram tarefa de *timing* coincidente sendo que 14 estudos utilizaram o instrumento comercial (Bassin) e 32 estudos utilizaram 17 instrumentos diferentes, sendo que nenhum dos instrumentos foi validado especificamente. Os resultados do terceiro estudo mostraram que os adultos mais velhos apresentaram melhoria de desempenho no *timing* coincidente real e virtual mas sem transferência entre dispositivos. Os resultados da validação no quarto estudo mostraram que o Team Bridge Games apresentou confiabilidade e consistência interna aceitável e validade concorrente entre boa e excelente quando comparada por meio do coeficiente de correlação de Pearson. Conclusão: Sugerimos que o jogo *Timing Coincidente* do pacote Team Bridge Games apresenta validade e confiabilidade necessárias aos testes clínicos existentes para uma tarefa de *timing* coincidente.

**Palavras-chave:** Terapia de exposição à realidade virtual. Terapia assistida por computador.

## ABSTRACT

**Introduction:** The functional impairment of people with disabilities directly interferes with the limitation of activities and restrictions on social participation, and one possibility of intervention is the use of tasks in virtual environments. However there is a lack of validated software that provides effective rehabilitation for the use of rehabilitation team. **Objective:** The objective of this thesis was to evaluate the validity and reliability of a non-immersive virtual reality game developed for a coincident timing task. In order to achieve the general objective, three other objectives were defined: (1) to analyze the preliminary results of the performance in motor tasks in the use of the games of the package Team Bridge Games; (2) to analyze a systematic review the gold standard instrument in the evaluation of coinciding timing tasks; (3) to evaluate the performance of healthy elderly people in a virtual coincidence timing task in relation to the real one. **Method:** This is a methodological study, focusing on the validation of games using virtual reality with different devices to acquire the movement. For that, four studies were carried out, that is: (1) Presentation of virtual reality software (Team Bridge Games); (2) systematic review of the literature on the Web of Science and PubMed databases on coincident timing tasks; (3) comparing the performance of 65 healthy older adults in a real and virtual coincident timing task; (4) concurrent validation of Coincident Timing task in Team Bridge Games with Bassin "gold standard" in 224 healthy adults. **Results:** The first study presented seven games available on the Team Bridge Games package with characteristics, objectives and variables for each game. In addition, it presented the preliminary results of the ongoing research, with significant results with the use of different interfaces of interaction with the games in different populations. The review identified 46 articles that used a coincident timing task, and 14 studies used a commercial instrument (Bassin) and 32 studies used 17 different instruments, none of which were specifically validated. The results of the third study showed that older adults presented performance improvement in real and virtual coincident timing task but no transfer between devices. The results of the validation in the fourth study showed that Team Bridge Games presented acceptable internal consistency and reliability and concurrent validity from good to excellent when compared through the Pearson correlation coefficient. **Conclusion:** The Coincident Timing game of the Team Bridge Games package shows the validity and reliability required for existing clinical trials for a coincident timing task.

**Keywords:** virtual reality exposure therapy. Therapy, computer-assisted.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AR	Ambiente real
AV	Ambiente virtual
AVC	Acidente vascular cerebral
B1	Primeiro bloco com cinco repetições
B2	Segundo bloco com cinco repetições
B3	Terceiro bloco com cinco repetições
B4	Quarto bloco com cinco repetições
BASSIN	Bassin Anticipation Timer
BPM	Batidas por minuto
BRUMS	Escala de Humor de Brunel
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
DAM	Desvio absoluto mediano
DC	Disponível comercialmente
DP	Desvio padrão
EA	Erro absoluto
EC	Erro constante
EPM	Erro padrão da medida
EV	Erro variável
FPS	<i>Frames per second</i> ou quadros por segundo em português
IR	Interface real
IV	Interface virtual
LdC	Limites de concordância
LED	Light Emitting Diode ou diodo emissor de luz em português
n	Número de participantes/número de estudos
m	Metros
M	Média
MMD	Mudança mínima detectável
MPH	milhas por hora
ms	Milissegundos
OVNI	Objeto voador não identificado
<i>p</i>	Valor de <i>p</i> ;
<i>r</i>	Coeficiente de correlação de Pearson
R	Bloco de reteste de curto prazo com cinco repetições
RV	Realidade Virtual
S	Sim
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TTC	Tarefa de timing coincidente
TTL	Transistor-Transistor Lógica
*	Valor de $p < 0,05$
**	Valor de $p < 0,001$
?	Não mencionou se está disponível comercialmente

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Tarefa de timing coincidente realizada em computador com realidade virtual, proposta pelo pacote de jogos do Team Bridge Games .....	33
<b>Figura 2:</b> Tela de apresentação dos jogos do Team Bridge Games, com as bolhas dispostas em linha e colunas. Em sequência: a) Derrubando Limites; b) Aleatório; c) Quebrando Paredes; d) Desafio! .....	33
<b>Figura 3:</b> Definição da área de alcance do participante, em a) para o jogo “Quebrando Paredes” e em b) “Desafio!” .....	34
<b>Figura 4:</b> Aparecimento da bolha que deve ser alcançada pelo participante, em a) para o jogo “Quebrando Paredes” a bolha alvo está dentro da área de alcance definida anteriormente e em b) “Desafio!”, a bolha alvo está fora da área de alcance definida .....	35
<b>Figura 5:</b> Instrumento de avaliação da tarefa de <i>timing</i> coincidente – Bassin Anticipation Timer.....	36
<b>Figura 6:</b> Questionário de Caracterização com Dados Pessoais .....	37
<b>Figura 7:</b> Questionário de Classificação Econômica segundo ABEP 2015 .....	37
<b>Figura 8:</b> Questionário de Autoavaliação de Saúde, tempo de uso do computador e de jogos eletrônicos .....	38
<b>Figura 9:</b> Questionário de Prática de Atividade Física.....	38
<b>Figura 10:</b> Escala de Humor de Brunel (BRUMS) em formulário EPI Info™ .....	40
<b>Figura 11:</b> Câmera Kinect para sistema operacional Windows .....	41
<b>Figura 12:</b> Sensor de movimento Leap Motion .....	41
<b>Figura 13:</b> Monitor sensível ao toque .....	42
<b>Figura 14:</b> Câmera de vídeo filmadora .....	42

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Equações para cálculo da amostra segundo Barbetta (2002) .....	31
---	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Organização da Tese</b> .....	<b>17</b>
<b>1.2</b>	<b>Revisão de literatura</b> .....	<b>18</b>
1.2.1	Realidade virtual na reabilitação: Definição e aplicabilidade prática .....	19
1.2.1.1	Classificação da realidade virtual .....	19
1.2.1.2	Características da Realidade Virtual.....	23
1.2.1.3	Realidade Virtual aplicada em reabilitação.....	24
1.2.2	Guia sobre validade dos instrumentos de avaliação.....	27
1.2.2.1	Validade concorrente.....	27
1.2.2.2	Confiabilidade.....	28
<b>1.3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>29</b>
1.3.1	Geral.....	29
1.3.2	Específicos .....	29
<b>2</b>	<b>MÉTODO</b> .....	<b>30</b>
<b>2.1</b>	<b>Aspectos éticos</b> .....	<b>30</b>
<b>2.2</b>	<b>Participantes da pesquisa</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3</b>	<b>Critérios de inclusão</b> .....	<b>31</b>
<b>2.4</b>	<b>Instrumentos</b> .....	<b>32</b>
2.4.1	Jogos com realidade virtual .....	32
2.4.1.1	Timing Coincidente .....	32
2.4.1.2	Derrubando Limites, Aleatório, Quebrando Paredes, Desafio!.....	33
2.4.2	Bassin Anticipation Timer .....	35
2.4.3	Questionário de caracterização .....	36
2.4.4	Escala de Humor de Brunel (BRUMS).....	39
<b>2.5</b>	<b>Materiais</b> .....	<b>40</b>
2.5.1	Notebook .....	40
2.5.2	Câmera com sensor Kinect .....	40
2.5.3	Leap Motion.....	41
2.5.4	Monitor sensível ao toque.....	42
2.5.5	Câmera de vídeo .....	42
<b>2.6</b>	<b>Procedimento de coleta</b> .....	<b>42</b>
<b>2.7</b>	<b>Análise de dados</b> .....	<b>43</b>

<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>3.1</b>	<b>Manuscrito 1 – Pacote de Software de Realidade Virtual para Implementar Experiências de Aprendizagem e Reabilitação Motora .....</b>	<b>44</b>
<b>3.2</b>	<b>Manuscrito 2 – Instrumentos para estudar tarefas de timing coincidente: Uma revisão sistemática atualizada.....</b>	<b>61</b>
<b>3.3</b>	<b>Manuscrito 3 – Comparação do desempenho funcional entre tarefas real e virtual em idosos.....</b>	<b>82</b>
<b>3.4</b>	<b>Manuscrito 4 – Jogo alternativo de computador versus instrumento padrão ouro para tarefa de timing coincidente.....</b>	<b>99</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>124</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>125</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>145</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>170</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Para o Censo Demográfico de 2010, 45,6 milhões de brasileiros declararam ter pelo menos uma das deficiências investigadas, seja, visual, auditiva, motora, mental ou intelectual, correspondendo a 23,9% da população (CENSO DEMOGRÁFICO, 2010). Para acompanhar as modernidades na área da saúde e a forma com que a sociedade se relaciona com a parcela da população que apresenta algum tipo de deficiência, o conceito de deficiência vem se modificando, podendo ser definida como problemas nas funções ou nas estruturas do corpo, como um desvio significativo ou uma perda; correspondendo a um desvio dos padrões populacionais geralmente aceitos no estado biomédico do corpo e das suas funções, podendo ser temporárias ou permanentes; progressivas, regressivas ou estáveis; intermitentes ou contínuas (CENSO DEMOGRÁFICO, 2010; MONTEIRO, 2011; FARIAS e BUCHALLA, 2005).

A Organização Mundial da Saúde (OMS), por meio da Classificação Internacional de funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), descreve também a funcionalidade como a capacidade de uma pessoa realizar tarefas em sua vida diária, levando em consideração as funções e estruturas do corpo, atividades em ambientes controlados, participação em ambientes comunitários e fatores ambientais. Assim, o que se busca é inserir a maior parte das pessoas com deficiência em programas de reabilitação para realizar intervenções por meio de tarefas que possibilitem melhora da funcionalidade, qualidade de vida e aumento da longevidade.

Dentre várias deficiências, podemos citar algumas com maior incidência que causam alterações na postura e movimento como o acidente vascular cerebral (HATEM et al., 2016), paralisia cerebral (DE MELLO MONTEIRO et al., 2014; MALHEIROS et al., 2013), síndrome de Down (MONTEIRO et al., 2017), traumatismo crânio-encefálico (YE et al., 2015), distrofias musculares (MALHEIROS et al., 2016; ALVAREZ et al., 2017), esclerose lateral amiotrófica (PARK e PARK, 2017), e outras doenças congênitas (MONTEIRO et al., 2017; BONUZZI et al., 2016). Todas apresentam dificuldades e limitações que alteram a funcionalidade em realizar tarefas diárias com sintomas de: distúrbios sensoriais, fraqueza muscular, dificuldades de locomoção, déficit de equilíbrio, alteração de tônus muscular e comprometimento da sensibilidade. Além disso, podem ocorrer alterações das

funções do sistema executivo: atenção, memória, concentração e velocidade de processamento (BARMAN, CHATTERJEE e BHIDE, 2016).

Devido às dificuldades existentes, pessoas com alterações da postura e movimento necessitam de um programa de reabilitação, muitas vezes permanente, para desenvolver, restabelecer, ou manter os movimentos corporais e preservar a independência (ORIHUELA-ESPINA et al., 2013), visando melhorar, manter ou restaurar a força física, cognição e mobilidade.

As modernidades tecnológicas são utilizadas na reabilitação de pessoas com deficiência (ORTLIEB et al., 2017), com a crescente acessibilidade a tecnologias e a rápida evolução computacional, surgiu a possibilidade de utilizar a modernidade advinda da realidade virtual (RV) como forma de abordagem para tratamento (MASSETTI et al., 2016).

A utilização da RV na reabilitação é um conceito moderno de tratamento que se baseia no uso de jogos e tarefas em ambientes virtuais para estimular funções físicas, cognitivas ou psicológicas em pessoas com diferentes tipos de deficiências (FERNANI et al., 2013). Na RV o usuário interage com o ambiente em 3D por meio de dispositivos de entrada, tal como um teclado ou mouse, ou por dispositivos mais avançados, como uma câmera e/ou luvas especiais (YANOVICH e RONEN, 2015). As vantagens da RV são inúmeras e incluem a possibilidade de a atividade ser realizada em domicílio, ser conduzida *on-line* e com a interação com outros pacientes ou amigos (HURKMANS, VAN DEN BERG-EMONS e STAM, 2010). O uso de tarefas virtuais por pessoas com deficiência melhora significativamente o seu nível de interação, fazendo com que o avanço tecnológico possibilite, também, a inclusão social e melhora da participação (SHIH, CHANG e SHIH, 2010). É importante considerar também, a possibilidade de realizar tarefas virtuais sob a supervisão remota de um profissional com a vantagem da obtenção de registros automáticos dos dados, para acompanhamento da progressão do desempenho individual ou em grupo (HURKMANS, VAN DEN BERG-EMONS e STAM, 2010).

Em função das dificuldades em diferentes áreas funcionais de pessoas com deficiência, surgem vários trabalhos que utilizaram a RV para reabilitação, com resultados bastante promissores. Prosperini et al. (2013) relataram vantagens no uso de plataforma de força com tarefa em realidade virtual não imersiva e Gutiérrez et al. (2013) demonstraram melhorias no equilíbrio e no controle postural em pessoas com deficiência por meio do uso de tele-reabilitação com o console Xbox 360®

monitorado via videoconferência. Os autores enfatizaram que o uso da RV possibilita melhoras nos mecanismos de resposta e de controle postural antecipados e poderia ser uma alternativa terapêutica bem-sucedida. Massetti et al. (2016) revisaram os trabalhos envolvendo a reabilitação com o uso da RV em pessoas com esclerose múltipla e concluíram que a RV gera motivação e benefícios motores e cognitivos, sendo uma boa alternativa para a reabilitação neste grupo de pessoas. Resultados semelhantes foram reportados em pessoas com paralisia cerebral (CHEN, LEE e HOWARD, 2014), com acidente vascular encefálico (PIETRZAH, COTEA e PULLMAN, 2014) e com síndrome de Down (WUANG et al., 2011).

A existência de tarefas virtuais para reabilitação de pessoas com deficiência é importante verificar a validação e confiabilidade de ambientes para possibilitar maior segurança no seu uso para os profissionais da saúde. Segundo Botolfsen et al. (2008), o desenvolvimento de um novo teste requer que sejam estabelecidas a confiabilidade e a validade do teste. Portanto, é essencial que os clínicos tenham instrumentos de medição confiáveis e válidos para monitorar de forma objetiva e precisa a progressão e os resultados (KOLBER et al., 2013). Para tanto, é fundamental a identificação do construto da tarefa proposta, fato que pode direcionar as ações dos profissionais envolvidos na recuperação ou manutenção do movimento de pessoas com deficiência.

A validade refere-se ao grau pelo qual uma mensuração é capaz de medir o que se propõe a medir, ou seja, o grau pelo qual o instrumento utilizado na mensuração é capaz de determinar o verdadeiro valor daquilo que está sendo medido (WALDMAN e ROSA, 2014).

O instrumento deve apresentar reprodutibilidade que se refere ao grau de estabilidade exibida quando uma mensuração é repetida sob condições idênticas (WALDMAN e ROSA, 2014). Assim, com a verificação da validade e reprodutibilidade de tarefas virtuais em pessoas com deficiência, poder-se-á viabilizar a utilização por profissionais da reabilitação por fornecerem medidas suficientes para um acompanhamento das terapias propostas.

Conforme as deliberações apresentadas o objetivo deste trabalho é avaliar validação concorrente, a confiabilidade teste-reteste e a consistência interna de uma tarefa em um ambiente de realidade virtual não imersiva. Sullivan (2011) e Lai (2013) afirmam que todos os instrumentos devem ser avaliados em sua confiabilidade e

validade antes do seu uso efetivo, para garantir que o instrumento usado de fato mede o que se propõe a medir, e com isso aumentar a credibilidade do estudo.

Assim, para avaliar a viabilidade, confiabilidade e validade, primeiro avaliaram-se o desempenho de pessoas com desenvolvimento típico em uma tarefa real e sua representatividade em ambiente virtual. A validação de uma tarefa em pessoas com desenvolvimento típico é o primeiro passo para verificar a viabilidade, confiabilidade e validade dos dados (CLARK et al., 2013) e depois confirmar sua usabilidade em diferentes deficiências (PAWLOWSKI et al., 2008). Em um segundo momento, pessoas com deficiência física e cognitiva realizaram diferentes tarefa virtuais para verificar o desempenho e a viabilidade da utilização de software de ambiente virtual para reabilitação.

A comparação entre duas tarefas usando diferentes dispositivos para analisar a validade e confiabilidade pode ser visto como um argumento de evidência do quão bem o instrumento mede o que se propõe a medir, e uma vivência em tarefas virtuais por pessoas com deficiência é fundamental para uma equipe multidisciplinar de reabilitação.

A evidência apresentada oferecerá respaldo científico para a utilização (ou não) de tarefa em ambiente virtual para uso específico como instrumento de avaliação (SULLIVAN, 2011). Assim, estes resultados serão importantes para futuros estudos e para a aplicação de forma prática e facilitada com uso de tarefa virtual em computador.

## **1.1 Organização da Tese**

Para abordar os objetivos propostos, esta tese está organizada em tópicos, descritos a seguir.

*Introdução.* Este capítulo apresenta a introdução e uma revisão da literatura abordando os conceitos da tecnologia de realidade virtual e suas características são apresentados com relação à reabilitação e uso nas deficiências. Em seguida são abordados os conceitos que envolvem a validação de novos instrumentos de pesquisa, suas técnicas e formas de abordagem, que, em última instância, formam os objetivos da pesquisa para esta tese. Neste capítulo, a estrutura da tese também é delineada para simplificar a leitura e a compreensão.

*Objetivos.* São apresentados os objetivos gerais e específicos propostos para esta tese.

*Método.* Este capítulo apresenta os métodos gerais desta tese. Os detalhes da população estudada, o desenho do estudo, procedimentos e análise de dados são fornecidos no Capítulo 4 – Resultados e Discussão. Os estudos individuais contêm detalhes metodológicos necessários para a especificidade da questão de pesquisa a ser abordada. No total, existem quatro estudos abordando a exploração de medidas e intervenções da tarefa de *timing* coincidente ou *timing* antecipatório.

*Resultados e discussão.* A fim de manter padrões de qualidade e credibilidade, os trabalhos a seguir foram enviados para avaliação por pares:

Estudo 1. Pacote de Software de Realidade Virtual para Implementar Experiências de Aprendizagem e Reabilitação Motora (*Virtual reality software package for implementing motor learning and rehabilitation experiments*). Publicado na *Virtual Reality* (DOI 10.1007/s10055-017-0323-2). Enviado: 24 de janeiro de 2016 / Aceito: 29 de agosto de 2017.

Estudo 2. Instrumentos para estudar tarefas de *timing* coincidente: Uma revisão sistemática atualizada (Instruments for studying coincidence-anticipation timing task – An updated systematic review). Aceito para publicação no *Journal of Physical Education and Sports Management*. Enviado: 20 de dezembro de 2017 / Aceito: 20 de janeiro de 2018.

Estudo 3. Comparação do desempenho funcional entre tarefas real e virtual em idosos (Functional Performance Comparison between Real and Virtual Tasks in Older Adults). Aceito para publicação na *Medicine*. Enviado: setembro de 2017 / Aceito: 22 de dezembro de 2017.

Estudo 4: Jogo alternativo de computador versus instrumento padrão ouro para tarefa de *timing* coincidente (Alternative Computer Game versus Gold Standard Instrument for the Coincidence Anticipation Timing Task). Em avaliação no *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. Enviado: 16 de novembro de 2017 / Situação: Em revisão (Under Review).

*Conclusões.* Os objetivos propostos foram respondidos em cada um dos 4 estudos propostos e resumidos neste capítulo.

## 1.2 Revisão de literatura

Nesta revisão é apresentada a fundamentação teórica dos conceitos utilizados neste trabalho.

### 1.2.1 Realidade virtual na reabilitação: Definição e aplicabilidade prática

A Realidade Virtual (RV) é um ambiente que é simulado em um computador e experimentado pelo usuário por meio de estímulos sensoriais sintetizados artificialmente, usado para criar uma simulação realista e interativa de movimentos (COHEN et al., 2013). Tori e Kirner (2006), citam que a RV é uma técnica avançada de interface homem-máquina, onde o usuário pode navegar e interagir em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador. O objetivo dessa tecnologia é recriar ao máximo a sensação de realidade para uma pessoa, levando-a a adotar essa interação como uma de suas realidades temporais. Uma característica de ambiente de RV não é para replicar totalmente os movimentos no espaço tridimensional, mas sim, para fornecer informações suficientemente realistas, que, quando combinadas com o estímulo visual, permitem convencer o usuário da realidade do ambiente em que está inserido, proporcionando um ambiente de prática e repetição sem risco (HOUNSELL et al., 2010), permitindo múltiplas e variadas situações, com *feedback* imediato, padrões uniformes, medidas objetivas e análise de tendências (COHEN et al., 2013).

#### 1.2.1.1 Classificação da realidade virtual

Quando envolvemos recursos tecnológicos com ambientes virtuais podemos utilizar uma classificação de acordo com a recurso empregado, ou seja, Realidade Virtual não imersiva, semi imersiva e imersiva (para maiores detalhes sugerimos a leitura do livro “Realidade Virtual na Distrofia Muscular” de Monteiro, Favero e Hasue, 2015).

Um sistema de *RV não-imersiva* emprega um recurso gráfico convencional, como um monitor, teclado ou mouse, no qual os usuários interagem em diferentes graus com o ambiente exibido na tela do computador, com ou sem mouse, joysticks ou sensores de força ou movimento. As aplicações computacionais que utilizam RV não imersiva são capazes de responder às ações dos usuários de forma intuitiva e interativa com característica de permanecer no ambiente real, mas o usuário realiza e tem contato com tarefas tridimensionais. Em geral, há um esforço para aproximar o usuário do ambiente computacional, mesmo a pessoa conseguindo ver seu entorno real, oferecendo interação com o virtual por um objeto ou dispositivo como a tela do computador e por meio de dispositivos como webcam ou consoles de interação que

permitem capturar os movimentos ou a intenção de realizar a tarefa (NETTO, MACHADO e OLIVEIRA, 2002; MACHADO et al., 2011; WANG e REID, 2011).

Sabemos que com o avanço da tecnologia diversas ferramentas foram lançadas para inserir a RV no nosso entretenimento diário ou para alguns cuidados e até mesmo tratamentos (cognitivos, motores, sensoriais entre outros). Bonnechère et al. (2016) realizou uma revisão sistemática que abordou o uso de jogos comerciais em reabilitação com os dispositivos Playstation, Nintendo, Wii, Wii Fit, Xbox e Kinect. Os resultados desta revisão mostram que, na maioria dos casos, o treinamento com jogos na reabilitação física ofereceu resultados semelhantes à terapia convencional, no entanto tarefas com videogame podem ser adicionadas como um tratamento complementar na reabilitação para várias doenças para estimular a motivação do paciente, além disso também podem ser usados em casa para manter os benefícios.

Considerando a realidade virtual não imersiva existem alguns consoles que apresentam um custo mais acessível e barato e muito utilizados em locais de reabilitação, sendo eles: **(1) PlayStation®** lançado pela Sony Inc., no início de 2000, usa uma câmera de vídeo que capta o movimento do jogador com precisão e o traduz imediatamente para o jogo, semelhante a uma webcam que é capaz de reconhecer um gesto e, assim, permitir interação com o jogo - é composto por um sistema de sensores de movimento, uma esfera (dispositivo que deve ser segurado pelo usuário para permitir interação) que muda de cores dinamicamente e permite à câmera captar sua posição no espaço. Além disso, possui um sistema de *feedback* vibratório e um botão de interface de fácil manejo. Várias publicações utilizaram este console eletrônico. Parry et al. (2014) afirmam que a maioria dos jogos de vídeo não foi originalmente projetada para fins de reabilitação, embora alguns jogos tenham mostrado potencial terapêutico na reabilitação para diversas situações clínicas. Os consoles de jogos de RV na intervenção com acidente vascular cerebral (AVC) mostraram aumentar a motivação e o prazer durante o exercício, e este dispositivo proporciona maior movimento e intensidade de movimento, mas esta quantidade e intensidade são desconhecidas (NEIL et al, 2013). **(2) A plataforma do Wii™** é uma interface de baixo custo que tem uma ampla utilidade, com a vantagem de ser portátil, fácil e confortável de ser transportada. Possui um dispositivo que o usuário deve segurar para interagir com as tarefas e possui conexão via *Bluetooth* operado com bateria. A plataforma ainda contém quatro sensores de força (localizado um em

cada lado) que é usado para medir o centro de equilíbrio e peso (GIL-GÓMEZ et al, 2011). Os movimentos físicos do usuário são refletidos na projeção, de modo que os movimentos virtuais são semelhantes àqueles empreendidos no plano material. É como se o personagem, um avatar, tivesse as mesmas reações ou ações da pessoa que está portando o controle remoto. O controle remoto é semelhante a um controle remoto de televisão, e utiliza um acelerômetro de três eixos para traduzir o movimento do corpo em movimento na tela. Até quatro controles remotos podem ser conectados ao console, o que possibilita jogar no modo individual, quando o usuário joga contra um adversário gerado por computador, ou no modo vários jogadores, quando os jogadores permanecem lado a lado e um joga contra o outro, permitindo jogos em grupo e aumentando a interação social (O'DONOVAN et al. 2012). O Wii™ permite ao usuário segurar o controle como se estivesse, por exemplo, empunhando uma raquete. Dessa forma, o sensor do controle mede os movimentos da pessoa e o mapeia para dentro da aplicação de RV, produzindo um *feedback* tátil e permitindo a sensação física de interagir com os objetos da cena (ROBLES-DE-LA-TORRE, 2006). Neste caso, o usuário sente a bola em contato com a raquete virtual e, apesar de não ser exatamente a mesma sensação do mundo real, esta é aumentada com o *feedback* auditivo. O console que apresenta mais publicações na área de reabilitação. Uma revisão sistemática que aborda o uso de *exergames* com a utilização do Wii™ para idosos (CHAO, SCHERER, MONTGOMERY, 2015) afirma que o Wii™ é promissor como uma intervenção para melhorar a função física, cognição e resultados psicossociais em adultos mais velhos. A evidência apoia que o Wii™ é uma ferramenta segura e viável para incentivar os adultos mais velhos a se envolverem em exercícios. **(3) Xbox** é um console desenvolvido pela Microsoft, cujas interfaces de áudio e vídeo permitem que os jogos ofereçam imagens com qualidade de TV de alta definição. Este console pode ser utilizado com controles sem fio ou por um novo sistema que modificou a forma de interagir com a realidade virtual em consoles comerciais cujo nome oficial é Kinect (CORRÊA et al, 2011). O Kinect é um dispositivo de baixo custo que permite aos usuários controlar e interagir com o console de jogos sem a necessidade de tocar em um controle remoto. O dispositivo possui uma câmera RGB e um sensor de profundidade que, em combinação, promove a captura e reconhecimento de gestos de todo o corpo (CHANG Y. J., CHEN S. F., HUANG, 2011), o sistema calcula altos níveis de

medições relacionando o usuário com seus movimentos (BÓ, HAYASHIBE e POIGNET, 2011).

Este recurso é particularmente útil em estudos do movimento humano para fins de reabilitação, uma vez que fornece uma interface intuitiva para validar a estimulação de movimento com sensores inerciais feito no espaço físico em diferentes pontos de vista (BÓ, HAYASHIBE e POIGNET, 2011). Sue et al. (2014) revisaram estudos para idosos com a utilização do Xbox Kinect e concluíram que estes consoles são uma solução viável para melhorar o estado físico e mental desta população, além disso afirmaram que no futuro, deve ser realizada uma avaliação minuciosa dos efeitos dos videogames sobre as habilidades de idosos.

A proposta da *RV semi imersiva* utiliza um sistema computacional com alto desempenho gráfico e requer uma grande superfície para exibir a cena visual; geralmente projeta a cena visual em algum tipo de dispositivo acoplado no usuário ou em grandes superfícies de projeção (como uma cabine) preenchendo completamente o campo de visão do usuário (BAUS e BOUCHARD, 2014). Tais ambientes não proporcionam imersão total, pois o usuário observa o mundo virtual ao mesmo tempo em que observa o mundo real que circunda este dispositivo de visualização. Isso impede que o usuário se sinta completamente imerso dentro do ambiente virtual, já que o dispositivo não é capaz de isolá-lo das influências externas que ocorrem ao seu redor, mas permite uma vivência do ambiente virtual mais realístico do que na *RV não imersiva*. Apesar de um sistema mais caro existem trabalhos que utilizaram intervenções com deficiência por meio de *RV semi imersiva*, como o trabalho de You et al. (2005) que investigaram os efeitos da intervenção com *RV* na reorganização cortical e recuperação locomotora em pacientes com AVC. Os autores sugerem que a *RV* poderia induzir a reorganização cortical que pode desempenhar um papel importante na recuperação da função locomotora em pacientes com AVC crônico.

A *RV Imersiva* permite que o usuário seja transportado para dentro do ambiente virtual, por meio de dispositivos multissensoriais, que capturam seus movimentos, comportamento e reagem a eles. Neste caso, o usuário faz uso de equipamentos especiais, tais como capacetes de visualização, luvas de força e pressão ou cavernas de projeção, entre outros. Esses equipamentos ampliam os canais multissensoriais (visão, audição e tato) e são utilizados para permitir com que o usuário seja transportado para dentro do cenário da aplicação (KIRNER e

SISCOUTTO, 2007). Desta forma, o usuário pode explorar e manipular mundos virtuais imaginários como se estivesse fazendo parte dele. Sistemas Imersivos também podem utilizar ambientes tais como sistemas de captura de vídeo, onde os usuários veem a si mesmos ou um avatar (representação do indivíduo) em uma cena na tela do computador, da mesma forma que é visualizado em uma televisão (HENDERSON, KORNER-BITENSKY e LEVIN, 2007).

#### 1.2.1.2 Características da Realidade Virtual

A RV apresenta algumas características diferenciadas, segundo Machado et al. (2011) e Corrêa et al. (2011) a RV também pode ser considerada como a junção de três fatores:

(1) A *interação* está relacionada à capacidade do computador em detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual em função das ações efetuadas sobre ele. Possibilita a interação com o ambiente virtual tridimensional em tempo real, de modo que as cenas sejam alteradas como respostas aos comandos do usuário, é uma característica dominante nos videogames atuais. Esta característica torna a interação mais rica, propiciando um maior engajamento do usuário na experiência. As pessoas são cativadas por uma boa simulação em que as cenas mudam em resposta aos seus comandos. A *interação* homem-computador é conseguida por meio de dispositivos, que capturam movimentos de forma natural e/ou por canais multissensoriais que permitem explorar as aplicações por meio da visão, audição, tato e até mesmo o olfato (NETTO, MACHADO e OLIVEIRA, 2002; WANG e REID, 2011). Interações com alterações no ambiente virtual ocorrem quando o usuário entra no cenário das aplicações e o modifica por meio da manipulação direta de seus elementos, ou seja, o usuário aciona funções, como, por exemplo, translação e rotação dos elementos virtuais. Algumas práticas adotadas para aumentar ainda mais o realismo virtual são a texturização de objetos e a inserção de sons ambientais e específicos (MACHADO et al., 2011).

(2) A *imersão* consiste em fazer com que o usuário se sinta presente no ambiente tridimensional. Normalmente, um sistema imersivo é obtido com o uso de capacete de visualização, ou cavernas digitais; ou podem ser baseados em salas com projeções das visões nas paredes, teto e piso. Além do fator visual, dispositivos

ligados aos demais sentidos também são importantes para o sentimento de imersão, como o som, o posicionamento automático da pessoa e dos movimentos da cabeça, controles reativos, entre outros (MACHADO et al., 2011; NETTO, MACHADO e OLIVEIRA, 2002).

(3) O *envolvimento*, por sua vez, se relaciona à capacidade que a aplicação computacional apresenta para motivar o usuário a realizar determinada atividade, através da estimulação de seus sentidos. O envolvimento pode ser passivo, como ler um livro ou assistir televisão, ou ativo, ao participar de um jogo com algum parceiro. A RV tem potencial para os dois tipos de envolvimento, permite a exploração de um ambiente virtual e propicia a interação do usuário com o mundo virtual dinâmico (MACHADO et al., 2011; NETTO, MACHADO e OLIVEIRA, 2002; WANG e REID, 2011). A ideia de envolvimento, por sua vez, está ligada ao grau de motivação para o engajamento de uma pessoa em determinada atividade.

#### *1.2.1.3 Realidade Virtual aplicada em reabilitação*

Diversos autores discutem o tema de RV nas mais distintas condições. Monteiro et al. (2017), em seu estudo sobre indivíduos com síndrome de Down, afirmam que estes são capazes de aprender movimentos de tarefas virtuais, mesmo que o tempo de realização da tarefa seja maior em comparação com os indivíduos com desenvolvimento típico. Em uma revisão sistemática sobre a doença de Alzheimer foi comparado o uso de RV e treinamento computacional para melhoria de desempenho cognitivo. Os autores observaram que os dois métodos se mostraram moderadamente eficazes na melhoria a longo prazo para aqueles indivíduos com alto risco de declínio cognitivo, no entanto eles sugerem que pesquisas futuras precisam melhorar o design do estudo, incluir amostras maiores, com desenhos longitudinais e uma maior variedade de medidas de resultado, incluindo medidas funcionais e de qualidade de vida, para avaliar o efeito mais amplo do treinamento cognitivo (COYLE, TRAYNOR e SOLOWIJ, 2015). Whyte, Smyth e Scherf (2015) observaram o design de jogos sérios com o intuito de aprendizagem para indivíduos com autismo e eles concluíram que a falta de aprendizado pode resultar, em parte, do uso limitado de elementos fundamentais na construção destes jogos, eles por sua vez sugerem que futuras intervenções considerem toda a gama de princípios de design de jogos sérios que possam promover a aprendizagem.

Em um estudo de revisão, Shin e Kim (2015) afirmam que a RV pode ser considerada uma nova ferramenta para a reabilitação cognitiva após lesão cerebral, além disso eles acreditam que as intervenções de RV também possuem várias vantagens, como por exemplo o custo-eficácia, em comparação com outras intervenções. Em outra revisão com indivíduos com paralisia cerebral, os autores compararam a RV com outras intervenções, e observaram que a RV parece ser uma intervenção eficaz para melhorar a função motora nestas crianças (CHEN, FANCHIANG e HOWARD, 2018). Também Laver et al. (2017) em um estudo de revisão com indivíduos com AVC, observaram que a realidade virtual pode ser benéfica na melhoria da função dos membros superiores e nas atividades da função de vida diária quando usada como complemento do cuidado usual (para aumentar o tempo de terapia geral).

O avanço tecnológico possibilita novas oportunidades aos profissionais da área da saúde mediante inovadoras estratégias de reabilitação, baixo custo e ambiente que possibilite segurança para treinamento de profissionais e reabilitação de pacientes. Para tanto, surgem possibilidades de utilizar a RV para a reabilitação. Nunes *et al.* (2009) relatam que as dificuldades encontradas na capacitação de profissionais da área da saúde como a dificuldade na obtenção de materiais, a validação de produtos e treinamento de profissionais, e a necessidade de novas abordagens para reabilitação. Neste contexto, tarefas virtuais tornam-se um importante aliado para reabilitação.

Segundo Lange *et al.* (2011) os custos de intervenções tradicionais são altos, o tempo de espera para o atendimento é longo e há uma escassez de especialistas em reabilitação. Como resultado, existe uma carência de terapias sensório-motoras de baixo custo a serem utilizadas na reabilitação de pessoas com deficiências. A viabilidade de reproduzir situações reais, sem risco aos pacientes e com diminuição de custos, e a possibilidade de simular e visualizar ações impossíveis de serem percebidas no mundo real são motivos para que a RV aplicada à saúde constitua uma área de interesse crescente, com benefícios tanto para a saúde quanto para o desenvolvimento das áreas tecnológicas (NUNES et al, 2011).

O uso da RV tem sido aplicado em várias iniciativas para aderência das sessões de fisioterapia supervisionadas (MERIANS et al., 2002; STANDEN et al., 2012; STANDEN et al., 2014), com indicações de que a reabilitação usando RV foi

funcionalmente eficaz, tornando a reabilitação uma experiência fácil e agradável para os pacientes (MERIANS et al., 2002; JO, YU e JUNG, 2012).

Revisões sistemáticas indicam que a RV é uma ferramenta viável para melhorar a função em crianças com paralisia cerebral (CHEN, LEE e HOWARD, 2014) e na reabilitação pós AVC (PIETRZAH, COTEA e PULLMAN, 2014). Reporta-se resultados positivos na terapia adjuvante a outras intervenções de reabilitação em crianças com Síndrome de Down (WUANG et al., 2011), e que o uso da terapia com RV pode ser estendida para um atendimento remoto realizado em casa onde os terapeutas podem desenvolver programas adequados para pacientes que sofrem de acidente vascular cerebral, bem como outras doenças (JO, YU e JUNG, 2012).

Johnsen *et al.* (2007) conduziram pesquisas que comprovaram o aprendizado efetivo e a transferência do aprendizado para ambientes reais, quando tais aplicações são utilizadas para fins de educação e treinamento. No estudo de Barilli *et al.* (2011) a RV foi utilizada devido à sua capacidade de prover um ambiente motivador, amigável, de fácil utilização e, também, por ter sido desenvolvida a baixo custo, o que permitiu inserir o paciente em contextos que refletem a sua própria realidade.

Laver e colaboradores (2012) afirmaram que a intervenção com RV foi mais efetiva do que a terapia convencional na reabilitação das funções dos membros superiores e significativamente mais eficiente em melhorar as atividades da vida diária, além de reportar poucos eventos adversos sugerindo que as intervenções com RV foram relativamente seguras quando administradas por profissionais (LAVÉR et al., 2012).

A área de reabilitação tem sido abordada com o apoio de sistemas de RV atualmente com os seguintes objetivos: treinar o paciente visando à recuperação de movimentos perdidos; treinar o equilíbrio; avaliar e reabilitar processos cognitivos como a percepção visual, a atenção e a memória (NUNES et al., 2011, BARCALA et al., 2011).

No entanto, ainda não estão claras quais as características do programa de RV que são importantes, qual o programa que deve ser utilizado e qual o tempo para uso, além disso, é necessário identificar o nível de motivação do participante e aderência ao programa de terapia proposto (LAVÉR et al., 2012).

As limitações existentes no uso da RV, a implementação de um programa de RV com intervenção remota ou baseados em laboratório, utilizando um sistema de

RV para pessoas com deficiência parece propiciar mais melhoria na sua função dos membros superiores, mas futuros projetos de pesquisa com fundamentação teórico-prática são necessários para fazer uma recomendação conclusiva (CHEN, LEE e HOWARD, 2014).

As evidências para o uso de RV para melhora das habilidades funcionais está em fase emergente (SOARES et al., 2014). Estudos transversais e territoriais limitam a capacidade de generalização dos resultados. Torna-se importante enfatizar o desenho de estudos clínicos com critérios de aleatoriedade e que mais estudos são necessários para investigar a capacidade de manter os ganhos obtidos com a RV ao longo do tempo e para determinar os ganhos da transferência das atividades realizadas em RV para as tarefas da vida real (GALVIN et al., 2011) e desta forma oferecer suporte científico para futuros trabalhos e principalmente aplicação prática.

### 1.2.2 Guia sobre validade dos instrumentos de avaliação

Todos os instrumentos que avaliam os resultados de uma pesquisa devem ser avaliados quanto à sua confiabilidade e validade antes da sua utilização (SULLIVAN, 2011; LAI, 2013; KIMBERLIN e WINTERSTEIN, 2008).

A validade é a medida em que um instrumento mede o que é suposto medir e executar na forma como ele é projetado para executar. Como um processo, a validação envolve a coleção e análise de dados para acesso da acurácia de um instrumento (BIDDIX, 2009) e se refere a quão bem um instrumento de medida mede o resultado de interesse. A validade não é uma propriedade do instrumento em si, mas sim da interpretação ou propósito específico da ferramenta de avaliação (SULLIVAN, 2011).

É importante considerar a validade e confiabilidade do instrumento de coleta dos dados quando se conduz uma pesquisa científica. Portanto, considera-se relevante a discussão sobre os métodos de análise das propriedades de medida de instrumentos utilizados em pesquisa, na avaliação de saúde e na prática clínica (SOUZA, ALEXANDRE e GUIRARDELLO, 2017).

#### 1.2.2.1 *Validade concorrente*

A validade concorrente é avaliada como a correlação de um instrumento considerado padrão ouro com as medidas de um novo instrumento (BOTOLFSEN et al, 2008). Inclui a correlação dos resultados obtidos pelo novo instrumento com o

resultado do desempenho que se supõe ser o mesmo. Se existe um instrumento padrão ouro já aceito, os resultados são correlacionados com a performance dos participantes usando este padrão ouro (SULLIVAN, 2011).

#### 1.2.2.2 Confiabilidade

A confiabilidade (ou fidedignidade) é a capacidade em reproduzir um resultado de forma consistente no tempo e no espaço, ou a partir de observadores diferentes, indicando aspectos sobre coerência, precisão, estabilidade, equivalência e homogeneidade (SOUZA, ALEXANDRE e GUIRARDELLO, 2017). Confiabilidade se refere ao fato de que os resultados medidos por um instrumento apresentam a mesma medida a cada vez que é utilizado, com o mesmo protocolo e nos mesmos participantes. Confiabilidade é parte das medidas de validade (SULLIVAN, 2011; LAI, 2013; VAN DER ELST *et al*, 2016).

Confiabilidade pode ser visto em termos de consistência: o instrumento consistentemente mede o que pretende medir? Não é possível calcular a confiabilidade diretamente; no entanto, existem quatro estimadores gerais que podem ser encontrados na literatura:

*Confiabilidade inter-avaliador:* é o grau em que diferentes observadores obtêm respostas consistentes ou estimadas (BIDDIX, 2009). É utilizada para estudar o efeito de diferentes avaliadores ou observadores usando o mesmo instrumento, e é geralmente estimado pelo percentual de concordância Kappa (para resultados binários) ou Kendall tau (SULLIVAN, 2011).

*Confiabilidade teste-reteste:* é a consistência da medida obtida ao longo do tempo (BIDDIX, 2009), e envolve a concordância das medidas de um instrumento ao longo do tempo (LAI, 2013). Para a confiabilidade teste-teteste o resultado deve ser o mesmo todas as vezes que for aplicado o instrumento, assumindo que não houve mudanças no intervalo de tempo que está sendo medido. Isto é geralmente obtido com uma correlação de Pearson (SULLIVAN, 2011; SOUZA, ALEXANDRE e GUIRARDELLO, 2017).

*Confiabilidade de formas paralelas ou concorrente:* é a confiabilidade de dois testes construídos da mesma forma, com o mesmo conteúdo (BIDDIX, 2009). Neste estudo nós consideramos como validade concorrente.

*Confiabilidade de consistência interna:* é a consistência de resultados entre itens, frequentemente medido pelo alfa de Cronbach (BIDDIX, 2009). Ele calcula as

correlações entre todas as variáveis, em cada combinação; uma estimativa de confiabilidade alta deve estar o mais próximo possível de “1” (SULLIVAN, 2011).

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Geral

Avaliar a validade e confiabilidade de tarefa em ambiente virtual não imersivo por meio dos jogos do pacote *Team Bridge Games*.

#### 1.3.2 Específicos

- Analisar os resultados preliminares do desempenho em tarefas motoras no uso dos jogos do pacote *Team Bridge Games*;
- Analisar por meio de uma revisão sistemática o instrumento padrão ouro na avaliação de tarefas de *timing* coincidente;
- Avaliar o desempenho de idosos saudáveis em uma tarefa virtual de *timing* coincidente em relação à real;
- Avaliar a validade concorrente entre tarefa real e virtual de acordo com o desempenho dos indivíduos no jogo *Timing Coincidente*.

## **2 MÉTODO**

Trata-se de um estudo metodológico, com foco na validação de jogos com uso de realidade virtual com diferentes dispositivos para aquisição do movimento. O estudo metodológico refere-se às investigações dos métodos de obtenção, organização e análise de dados, tratando da elaboração, validação e avaliação dos instrumentos e técnicas de pesquisa (BARBOSA e BEZERRA, 2011; BELLUCCI JÚNIOR e MATSUDA, 2012). A elaboração e a validação de instrumentos envolvem a aplicação de testes posterior à avaliação, com intuito de responder a alguns questionamentos inerentes ao processo de validação, para que se conheça sua confiabilidade e validade (SILVA et al., 2013). As etapas da pesquisa que visam verificar a aplicabilidade dos diferentes dispositivos consistem em estudos descritivos transversais.

### **2.1 Aspectos éticos**

Esta pesquisa obedece aos princípios éticos para pesquisas com seres humanos, conforme resolução do Conselho Nacional de Saúde 466/12 e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina do ABC (CAAE: 54172416.6.0000.0082 - Versão 1 - aprovada em: 05/04/2016 - número: 1.477.384 - Versão 2 - aprovada em: 09/03/2017 - Número 1.955.558 e CAAE: 39396814.9.1001.0082 - aprovado em: 19/11/2015 - número: 1.329.904). Os participantes e seus responsáveis foram informados de todas as tarefas que seriam necessárias e dos objetivos do estudo. Todos os participantes maiores de 18 anos assinaram o Termos de Consentimento Livre e Esclarecido. Aqueles com menos de 18 anos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido e seus representantes legais o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### **2.2 Participantes da pesquisa**

Participaram da pesquisa 525 indivíduos com idade entre 7 e 100 anos, de ambos os sexos, com desenvolvimento motor considerado típico ou com algum comprometimento nos membros superiores que não impedisse a realização das tarefas propostas.

Para calcular o tamanho da amostra foi admitido um erro amostral de 5%, seguindo os procedimentos indicados por Barbetta (2002), de acordo com as equações 1 e 2 apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1:** Equações para cálculo da amostra segundo Barbetta (2002).

Equação 1	Equação 2
$n_0 = \frac{1}{E^2}$	$n = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0}$
Onde, $n_0$ é a primeira aproximação do tamanho da amostra e $E$ é o erro amostral tolerável.	Onde, $N$ é o número de elementos da população e $n$ é o tamanho da amostra.

Utilizou-se a técnica de amostragem aleatória simples, mas também foram utilizadas as técnicas de amostragem intencional e acidental, pois foram incluídos todos aqueles que se mostraram interessados em participar da pesquisa.

Para as amostras cuja população é infinita, a amostra foi composta de pelo menos 400 voluntários selecionados de forma intencional e/ou acidental, tomando-se o cuidado para obter uma representatividade mínima de 100 indivíduos em cada faixa de idade, formando os grupos crianças, adolescentes, adultos e idosos.

Os participantes estão quantificados e qualificados no capítulo dos estudos e identificados para cada estudo concluído. Além de ser uma amostra de conveniência, foram procurados grupos de participantes idosos ativos para investigar as demandas de medição e avaliação dos jogos propostos.

### 2.3 Critérios de inclusão

Os adultos e idosos precisaram apresentar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) devidamente assinado. Os participantes menores de 18 anos precisaram apresentar o TCLE assinado por um representante legal e ainda assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).

O participante da pesquisa teve que conseguir compreender as orientações em relação a tarefa proposta em cada instrumento e conseguir realizar o movimento necessário, não apresentar sintoma de dor ou desconforto durante a execução das tarefas, e possuir acuidade visual ou o uso de óculos para corrigir a deficiência.

## 2.4 Instrumentos

A validação foi conduzida pela técnica de concorrência e de teste-reteste. Para a validação concorrente foi necessário identificar instrumentos já validados e em uso para a população proposta. Para tanto, foi avaliado na literatura quais os instrumentos mais utilizados por meio de uma revisão sistemática conduzida nas principais bases de dados científicas na área da saúde. A seguir serão descritas as tarefas propostas nos jogos sérios desenvolvidos pelo grupo Team Bridge Games que já estão disponíveis para uso.

Os questionários para caracterização e avaliação dos estados de humor são apresentados na sequência.

### 2.4.1 Jogos com realidade virtual

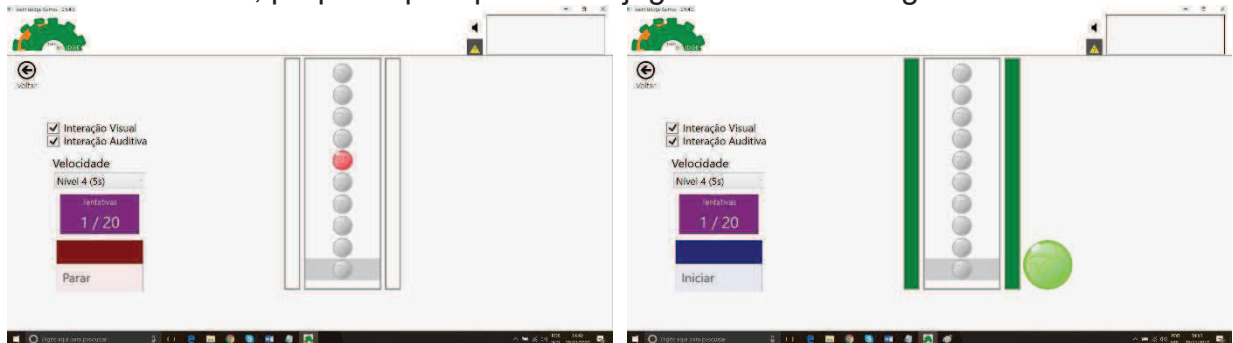
Foram utilizados os jogos sérios com realidade virtual (RV) propostos pelo pacote Team Bridge Games, cuja bateria apresenta jogos com diferentes construtos aplicados em amostras de crianças com paralisia cerebral, distrofia muscular, síndrome de Down, dentre outras. Estas aplicações indicam avanços na aprendizagem motora com o uso das tarefas propostas nos jogos.

A seguir são apresentados os jogos já desenvolvidos:

#### 2.4.1.1 *Timing Coincidente*

O Timing Coincidente, ou tempo de coincidência e antecipação, refere-se à capacidade cognitiva de cronometrar um movimento (habilidade de temporização) para que a sua chegada em um alvo coincida no tempo com a chegada de um objeto em movimento, ao mesmo alvo (KIM et al., 2013). Trata-se de uma tarefa utilizada na área de Aprendizagem Motora em virtude de requerer do participante desenvolvimento cognitivo e maturação de estruturas visuais e motoras (GONÇALVES, SANTOS e CORRÊA, 2010).

**Figura 1:** Tarefa de *timing* coincidente realizada em computador com realidade virtual, proposta pelo pacote de jogos do Team Bridge Games.



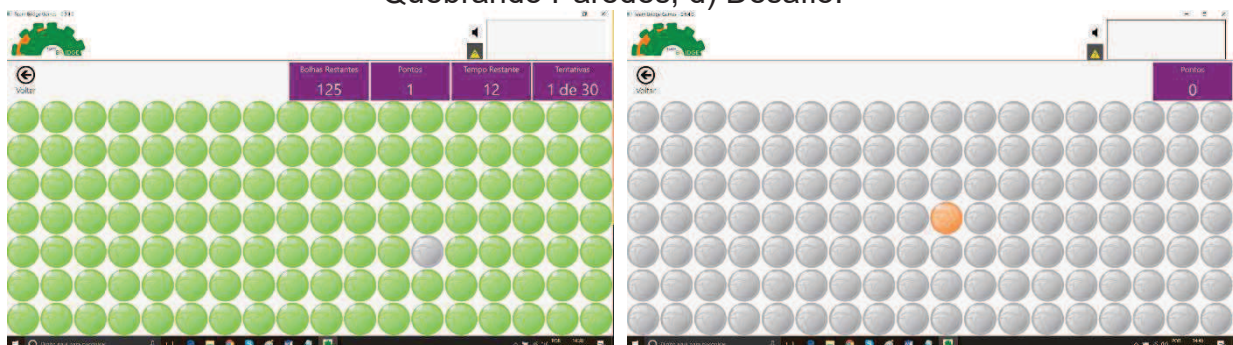
Fonte: Do próprio autor.

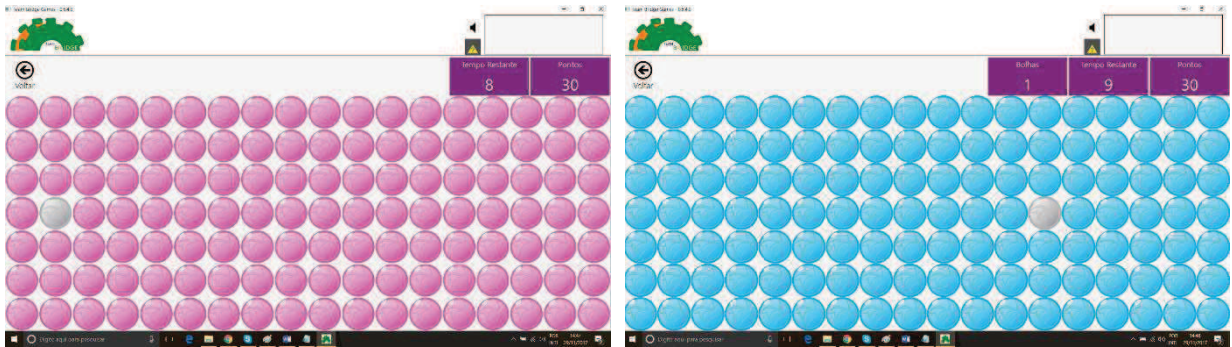
A tarefa consiste em acompanhar a bolha vermelha que vai descendo em um tempo contínuo até atingir a última posição, quando então o participante deve realizar o movimento no mesmo momento em que a bolha vermelha atingir esta posição. O movimento do participante foi avaliado por um dos materiais descritos a seguir: teclado, mouse, câmera com sensor Kinect, Leap Motion ou tela sensível ao toque.

#### 2.4.1.2 *Derrubando Limites, Aleatório, Quebrando Paredes, Desafio!*

São jogos que apresentam um conjunto de bolhas em 3D, dispostas em linhas e colunas (Figura 2), com diferentes objetivos a serem alcançados.

**Figura 2:** Tela de apresentação dos jogos do Team Bridge Games, com as bolhas dispostas em linha e colunas. Em sequência: a) Derrubando Limites; b) Aleatório; c) Quebrando Paredes; d) Desafio!

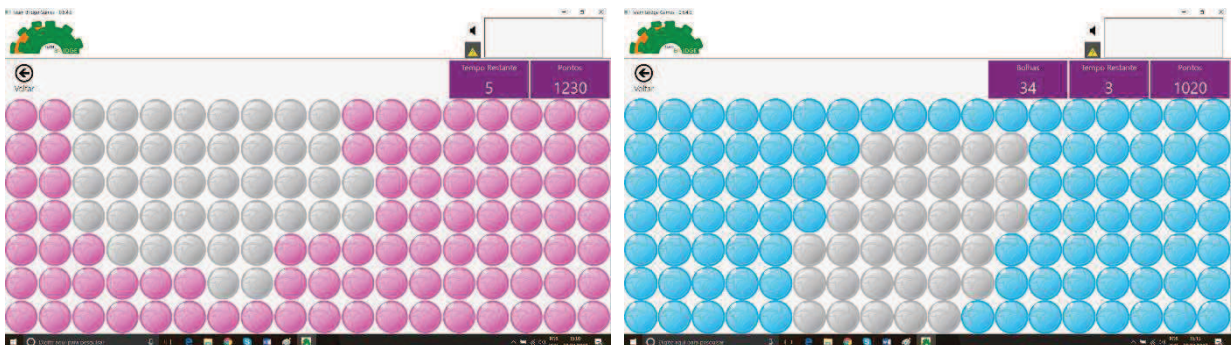




Fonte: Do próprio autor.

O objetivo do jogo “Derrubando Limites” consiste em estourar o maior número de bolhas em 15 segundos para cada tentativa (no total de 30 tentativas). No jogo “Aleatório” o objetivo é perseguir a bolha laranja que aparece em diferentes locais da tela. Os jogos “Quebrando Paredes” e “Desafio!” são compostos de duas fases. Os primeiros movimentos a serem executados pelo participante deve ser para definir uma zona de alcance (Figura 3) para que o jogo possa ajustar automaticamente a área que o participante consegue alcançar.

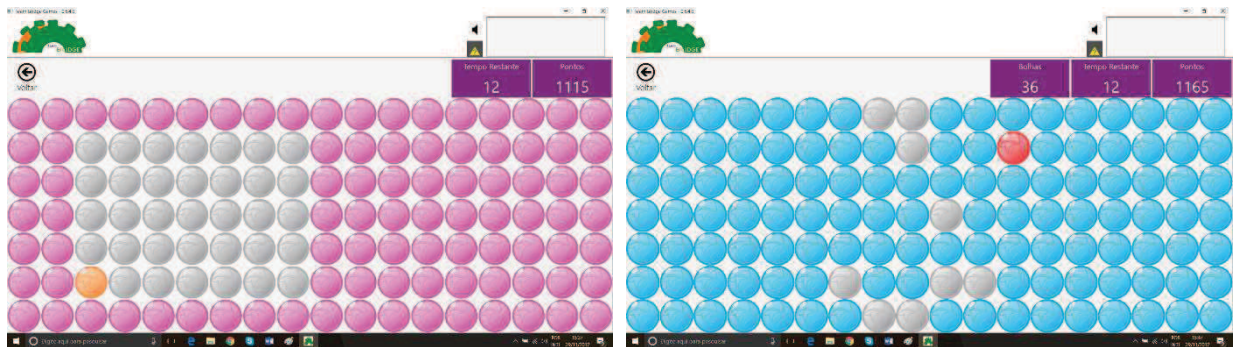
**Figura 3:** Definição da área de alcance do participante, em a) para o jogo “Quebrando Paredes” e em b) “Desafio!”.



Fonte: Do próprio autor.

Após esta definição, o jogo passa a mostrar bolhas em posições aleatórias dentro desta área de alcance que devem ser alcançadas pelo participante (Figura 4). Para o jogo “Desafio!”, algumas vezes esta bolha é apresentada fora da área de alcance, exatamente para criar um maior grau de dificuldade e também para incentivar o participante a desafiar seus limites.

**Figura 4:** Aparecimento da bolha que deve ser alcançada pelo participante, em a) para o jogo “Quebrando Paredes” a bolha alvo está dentro da área de alcance definida anteriormente e em b) “Desafio!”, a bolha alvo está fora da área de alcance definida.



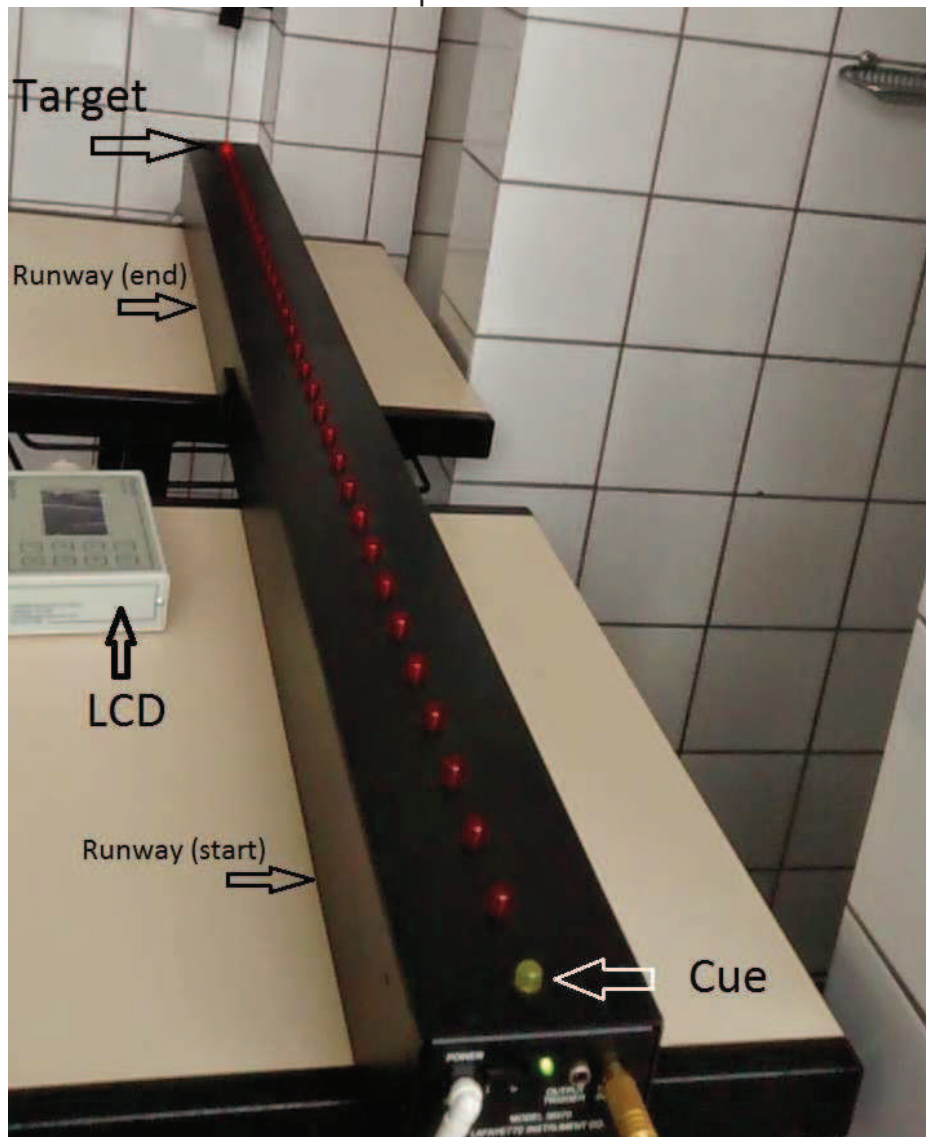
**Fonte:** Do próprio autor.

Os jogos possuem propostas diferenciadas, mas a dinâmica não foge destas regras gerais, podendo ainda definir as fases de Aquisição, Retenção e Transferência. Para cada movimento são armazenadas automaticamente a posição de alcance da bolha vermelha, o tempo, a indicação de dentro ou fora da zona de alcance e a fase da execução.

#### 2.4.2 Bassin Anticipation Timer

O Bassin Anticipation Timer (Bassin) foi desenvolvido pelo Dr. Stanley Bassin na California State Polytechnic University, Pomona, desenvolvido para testar a área de acuidade visual relacionada com a coordenação óculo-manual e a antecipação. O participante é instruído a acompanhar a uma luz que acende de forma sequencial ao longo de uma barra metálica, e deve antecipar a luz que atinge o alvo pressionando um botão de forma a coincidir com a chegada da luz ao alvo (LAFAYETTE, 2008). O Bassin armazena a diferença de tempo entre a resposta do participante com a chegada da luz no alvo, indicando se a resposta foi antecipada ou atrasada.

**Figura 5:** Instrumento de avaliação da tarefa de *timing* coincidente – Bassin Anticipation Timer.



Foi utilizado o modelo 35575, comercializado pela *Lafayette Instrument Corporation*.

**Fonte:** Do próprio autor.

#### 2.4.3 Questionário de caracterização

Foi aplicado um questionário de caracterização utilizando o *software* EPI Info™ (CDC, Atlanta, Georgia) que permite inserir as informações diretamente no computador quanto aos dados pessoais (Figura 6), critério de classificação econômica Brasil (ABEP, 2015) (Figura 7), autoavaliação de saúde, tempo de uso do computador e de jogos eletrônicos (Figura 8), prática de atividade física (Figura 9), todos adaptados de Viana (2009) e Crocetta (2013).

**Figura 6:** Questionário de Caracterização com Dados Pessoais.

**VALIDADE E CONFIABILIDADE DA REALIDADE VIRTUAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTROLE MOTOR E AUXÍLIO NA APRENDIZAGEM MOTORA PARA RECUPERAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM TRANSTORNOS DAS HABILIDADES MOTORAS NA EXTREMIDADE SUPERIOR**

Pesquisadora: Tânia Brusque Crocetta  
Faculdade de Medicina do ABC  
tania.crocetta@udesc.br

**Dados Pessoais**

Nome:  Sexo:

Peso:  Altura:  Estado Civil:

Raça:  Branca  Indígena  
 Negra  Parda  
 Asiática  Multiracial

Data de nascimento:  Atividade profissional:

Barrio onde reside:  Cidade onde reside:

Data Preenchimento

Fonte: Do próprio autor.

**Figura 7:** Questionário do Critério de Classificação Econômica Brasil segundo ABEP 2015.

**ClasseEconomica**

Nome:

**Critério de Classificação Econômica Brasil**

Agora, algumas perguntas sobre bens do domicílio para efeito de classificação econômica. Todos os itens de eletroeletrônicos que vai citar devem estar funcionando, incluindo os que estão guardados. Caso não estejam funcionando, considere apenas se tiver intenção de consertar ou repor nos próximos seis meses.

Quantidade de automóveis de passeio exclusivamente para uso particular:  
 Nenhum  1  2  3  4 ou +

Quantidade de empregados mensais, considerando apenas os que trabalham pelo menos cinco dias por semana:  
 Nenhum  1  2  3  4 ou +

Quantidade de máquinas de lavar roupa, excluindo tanquinho:  
 Nenhum  1  2  3  4 ou +

Quantidade de geladeiras:  
 Nenhum  1  2  3  4 ou +

DVD, incluindo qualquer dispositivo que leia DVD e desconsiderando DVD de automóvel:  
 Nenhum  1  2  3  4 ou +

Quantidade de geladeiras:  
 Nenhum  1  2  3  4 ou +

Quantidade de freezers independentes ou parte da geladeira duplax:  
 Nenhum  1  2  3  4 ou +

Quantidade de microcomputadores, considerando computadores de mesa, laptops, notebooks e netbooks e desconsiderando tablets, palm ou smartphones:  
 Nenhum  1  2  3  4 ou +

Quantidade de lavadora de louças:  
 Nenhum  1  2  3  4 ou +

Quantidade de fornos de micro-ondas:  
 Nenhum  1  2  3  4 ou +

Quantidade de motocicletas, desconsiderando as que estão exclusivamente para uso profissional:  
 Nenhum  1  2  3  4 ou +

Fonte: Do próprio autor.

**Figura 8:** Questionário de autoavaliação de saúde, tempo de uso do computador e de jogos eletrônicos.

The screenshot shows a web browser window displaying a questionnaire titled 'Avaliação da Saúde'. The form includes a 'Nome:' field and several sections of questions:

- Avaliação da Saúde:**
  - Como você avalia sua saúde? (Radio buttons:  Péssima,  Ruim,  Regular,  Boa,  Excelente)
  - Com que frequência você fica doente? (Radio buttons:  Nunca,  Poucas vezes,  Às vezes,  Muitas vezes,  Quase sempre)
  - Com que frequência você fuma? (Radio buttons:  Nunca fuma,  Fuma às vezes,  Fuma frequentemente,  Ex-fumante)
  - Com que frequência você consome bebidas alcoólicas? (Radio buttons:  Nunca bebe,  Bebe às vezes,  Bebe frequentemente,  Já bebeu mas não bebe mais)
- Uso do computador e jogos de vídeo game:**
  - Use computador ou tablet? (Radio buttons:  Sim,  Não) Se sim, quantas horas por dia? [Input field]
  - Use jogos no computador ou vídeo-game? (Radio buttons:  Sim,  Não) Se sim, quantas horas por dia? [Input field]

The interface includes a sidebar with a tree view of pages (Dados Pessoais, Classe Econômica, Avaliação da Saúde, BRUMS1, BRUMS2, Atividade Física, Atividade FísicaII) and a bottom status bar with system information.

Fonte: Do próprio autor.

**Figura 9:** Questionário de prática de atividade física.

The screenshot shows a web browser window displaying a questionnaire titled 'Atividade Física'. The form includes a 'Nome:' field and several sections of questions:

- Introduction: Vamos falar sobre atividades físicas, como caminhadas, exercícios e esportes, feitas de maneira regular (ao menos três dias na semana), e que façam a sua respiração ficar mais forte que o normal.
- Section I:
  - 1) Você faz atividade física regular, isto é, pelo menos 20 minutos em 3 dias de semana? (Radio buttons:  Sim,  Não)
  - 2) Você pretende começar a fazer atividade física regular nos próximos 6 meses? (Radio buttons:  Sim,  Não)
  - 3) Você pretende começar a fazer atividade física regular nos próximos 30 dias? (Radio buttons:  Sim,  Não)
  - 4) Você faz atividade física regular há mais de 6 meses? (Radio buttons:  Sim,  Não)
- Seção II:** Agora pretendemos saber especificamente quais as práticas de exercícios físicos e esportes realizadas por você durante o último ano.
  - 1. Você praticou exercício físico ou esporte em clubes, academias, escolas de esportes, parques, ruas ou em casa nos últimos 12 meses? (Radio buttons:  Sim,  Não)
  - 2. Qual esporte ou exercício físico você praticou mais frequentemente? [Input field]
  - 3. Quantas horas por dia você praticou? [Input field]
  - 4. Quantas vezes por semana você praticou? [Input field]
  - 5. Quantos meses você praticou? [Input field]
  - 6. Você praticou um segundo exercício físico ou esporte? (Radio buttons:  Sim,  Não)
  - 7. Qual esporte ou exercício físico você praticou? [Input field]
  - 8. Quantas horas por dia você praticou? [Input field]
  - 9. Quantas vezes por semana você praticou? [Input field]
  - 10. Quantos meses você praticou? [Input field]

The interface includes a sidebar with a tree view of pages (Dados Pessoais, Classe Econômica, Avaliação da Saúde, BRUMS1, BRUMS2, Atividade Física, Atividade FísicaII) and a bottom status bar with system information.

Fonte: Do próprio autor.

O uso do formulário no computador permitiu a definição das respostas que eram obrigatórias, impedindo o envio de questões sem resposta. As respostas foram exportadas para planilhas Excel, evitando erros de digitação.

#### 2.4.4 Escala de Humor de Brunel (BRUMS)

Os estados de humor são um conjunto de sentimentos subjetivos que envolvem mais de uma emoção, de natureza efêmera e que variam em intensidade e duração, refletindo mudanças não específicas (LANE e TERRY, 2000). Seus construtos são compostos por cinco fatores negativos (tensão, depressão do humor, raiva, fadiga e confusão mental) e um positivo (vigor) (LANE et al., 2004).

A Escala de Humor de Brunel validada no Brasil por Rohlf et al. (2005) tem se mostrado um instrumento sensível em estudos com mulheres com fibromialgia (BRANDT et al., 2011), atletas (BRANDT et al., 2014), pacientes de programas de reabilitação cardiopulmonar e metabólica (STIES et al., 2014), além de adultos saudáveis (BRANDT et al., 2016).

O BRUMS possui 24 itens dispostos em seis sub-escalas (raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor), cada qual com 4 itens. O participante deve selecionar uma escala de avaliação numérica de zero a quatro (0=nada; 1=um pouco; 2=moderadamente; 3=bastante; 4= extremamente), para a opção que julgar ser a que melhor representa a sua situação naquele momento, mediante o questionamento de “Como você se sente agora?”. Os Itens de cada sub-escala são:

Raiva: irritado, zangado, com raiva, mal humorado (itens 7, 11, 19, 22);

Confusão: confuso, inseguro, desorientado, indeciso (itens 3, 9, 17, 24);

Depressão: deprimido, desanimado, triste, infeliz (itens 5, 6, 12, 16);

Fadiga: esgotado, exausto, sonolento, cansado (itens 4, 8, 10, 21);

Tensão: apavorado, ansioso, preocupado, tenso (itens 1, 13, 14, 18);

Vigor: animado, com disposição, com energia, alerta (itens 2, 15, 20, 23).

**Figura 10:** Escala de Humor de Brunel (BRUMS) em formulário EPI Info™.

**Fonte:** Do próprio autor.

A soma das respostas de cada sub-escala resulta em um escore que varia de 0 a 16. O questionário não gera um escore geral, e cada escala deve ser analisada individualmente, embora os construtos estejam relacionados.

## 2.5 Materiais

Para a execução da tarefa proposta em cada jogo foi possível utilizar diferentes dispositivos de aquisição do movimento, que são descritos a seguir.

### 2.5.1 Notebook

Os jogos foram executados em notebook, com processador Intel® Core™ i7-4810MQ CPU 2.80GHz, com 8 Gb de RAM, com sistema operacional Windows 8 Professional de 64 bits.

### 2.5.2 Câmera com sensor Kinect

A câmera com sensor Kinect tem uma câmera FullHD (1080 pixels) e captura em 30 FPS, que permite o rastreamento do movimento corporal para até 20 articulações.

**Figura 11:** Câmera com sensor Kinect para Sistema operacional Windows.



### 2.5.3 Leap Motion

O controlador Leap Motion apresenta um rastreamento do movimento das mãos e dedos com precisão sub-milimétrica, tendo sua precisão avaliada por um robô industrial, obtendo precisão abaixo de 0,2 milímetros para configurações estáticas e de 1,2 milímetros para configurações dinâmicas, oferecendo um potencial de inovação para o desenvolvimento de novas aplicações (WEICHERT et al., 2013).

**Figura 12:** Sensor de movimento Leap Motion.



#### 2.5.4 Monitor sensível ao toque

Foi utilizado também um monitor com tecnologia de captura do toque.

**Figura 13:** Monitor sensível ao toque.



#### 2.5.5 Câmera de vídeo

Quando devidamente autorizado pelo participante e/ou seu responsável legal, as sessões dos testes foram registradas em vídeo por uma câmera Canon 2R830 para análises posteriores. A câmera foi apoiada por tripé de 1,20m e posicionada de forma a obter o melhor registro do movimento executado pelo participante.

**Figura 14:** Câmera de vídeo filmadora.



### 2.6 Procedimento de coleta

As coletas foram realizadas em ambiente reservado, preferencialmente com a presença de apenas um pesquisador.

Os participantes foram acomodados confortavelmente em uma cadeira com ajuste de altura ou permaneceram em sua cadeira para aqueles que apresentaram o uso de cadeira de rodas.

O TCLE e o TALE foram apresentados de acordo com a idade do participante explicando a pesquisa, seus objetivos, hipóteses e resultados esperados. Sempre com a preocupação de apresentar de forma clara e respeitando o nível de entendimento do participante e/ou seus representantes legais. Após a assinatura do TCLE e TALE, foi solicitado o preenchimento do questionário de caracterização e aplicação da Escala de Humor de Brunel (BRUMS).

A tarefa foi demonstrada verbalmente pelo pesquisador. O tempo para as coletas não foi inferior a 15 minutos e não superior a 45 minutos.

## 2.7 Análise de dados

O IBM-SPSS versão 20.0 foi utilizado para análise de dados. As parcelas de Bland-Altman foram calculadas com o *software* R, versão 3.1.2, utilizando rotinas propostas por Hirakata e Camey (2009). A população estudada e as características clínicas foram definidas com estatística descritiva.

As distribuições normais das variáveis de resultado foram testadas usando o teste de Shapiro e Wilks. O nível de significância estatística foi ajustado para  $p < 0,05$ .

O coeficiente de correlação intraclassa (CCI) foi utilizado para avaliar a validade concorrente pelo grau de concordância dos escores de cada participante entre duas medidas. Todos os CCIs foram calculados para o nível absoluto de concordância usando um modelo de efeitos aleatórios bidirecional (TOBLER-AMMANN *et al.*, 2016). As diretrizes de Andresen (2000) foram utilizadas para o presente estudo: para  $CCI \geq 0,4$ , a validade é substancial e  $CCI \geq 0,75$  indica que a medida tem uma excelente validade.

Utilizou-se os coeficientes de correlação intraclassa (CCI), coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ) e o erro padrão de medida (EPM) para calcular a confiabilidade teste-reteste.

As parcelas de Bland-Altman também foram usadas para descrever os limites de concordância (LdC) para cada comparação dentro de cada variável testada.

A consistência interna da escala foi avaliada utilizando alfa de Cronbach, considerando-se valores Alfa de 0,7 a 0,8 como satisfatórios (BLAND E ALTMAN, 1997).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta tese está sendo apresentada no formato de artigos científicos e, portanto, os itens Resultados e Discussão são substituídos pelos textos dos artigos científicos apresentados a seguir.

#### 3.1 Manuscrito 1 – Pacote de Software de Realidade Virtual para Implementar Experiências de Aprendizagem e Reabilitação Motora

Publicado na *Virtual Reality* (DOI 10.1007/s10055-017-0323-2) com o título *Virtual reality software package for implementing motor learning and rehabilitation experiments*.

Enviado: 24 de janeiro de 2016 / Aceito: 29 de agosto de 2017.

CROCETTA, T. B. *et al.* *Virtual Reality* (2017). <https://doi.org/10.1007/s10055-017-0323-2>

#### RESUMO

**Introdução:** Analisamos os resultados preliminares o *Team Bridge Games*, um pacote de *software* amigável de realidade virtual para implementar experiências de aprendizagem e reabilitação motora. Os jogos do Team Bridge podem ser usados com sensor de movimento Kinect ou Leap Motion, monitores de tela sensível ao toque, mouse ou teclado e apresenta estímulos visuais e/ou auditivos em sete jogos diferentes (tarefas). Cada jogo apresenta uma tarefa desafiadora e agradável, e pode ser parametrizado para as fases de aquisição, retenção, transferência para avaliação da aprendizagem motora. **Método:** O *Team Bridge Games* é capaz de registrar a sequência e tempo de entrada com precisão de milissegundos. Os dados resultantes são armazenados em um banco de dados, sincronizados na nuvem e podem ser exportados para o formato de arquivo CSV (*Comma Separated Value*). Os testes preliminares realizados por três fisioterapeutas e dois profissionais da saúde já armazenaram mais de 50 mil registros com informações de movimentos realizados em dois jogos com diferentes participantes: 11 com doença de Alzheimer, 60 com distrofia muscular de Duchenne, 13 com transtorno do espectro autista, 30 com esclerose lateral amiotrófica, 4 com paralisia cerebral, 8 com síndrome de Asperger e 217 indivíduos saudáveis. **Resultados:** No jogo *Timing Coincidente* houve um efeito principal pelo tipo de sensor de captura do movimento (Kinect, teclado ou tela sensível ao toque) no desempenho da amostra analisada, (F

(2,225)=4,42,  $p<0,05$ ). O mesmo aconteceu com o desempenho no jogo *Desafio!* com um efeito principal do tipo de sensor de movimento (Kinect, Leap Motion ou tela sensível ao toque) ( $F(2,709)=5,90$ ,  $p<0,01$ ). **Conclusão:** Os resultados do experimento mostraram que o *Team Bridge Games* é um recurso válido para quantificar o desempenho motor em indivíduos saudáveis e daqueles que dependem em parte ou completamente de cadeira de rodas.

**Palavras-chave:** Jogos para reabilitação; Reabilitação com realidade virtual; *Software*.

## INTRODUÇÃO

Os jogos baseados na realidade virtual (VR) são acessíveis e motivadores para a prática de movimento de corpo inteiro e apresentam opções potencialmente desafiadoras para uma variedade de pacientes em reabilitação (LEVAC *et al*, 2015). O uso de sistemas de realidade virtual e aumentada para a reabilitação motora tem aumentado devido, principalmente, às novas ferramentas de interação que permitem a ação através dos movimentos do corpo e podem motivar o paciente e promover o entretenimento, tornando a prática repetitiva de controle motor mais agradável, além de desviar a atenção do paciente perante a dor (DA GAMA *et al*, 2012).

A evidência sugere que os jogos comerciais podem ser usados com sucesso nas casas dos participantes, bem como em clínicas, indicando que sua utilização pode proporcionar uma prática de alta intensidade de movimentos dos membros superiores (THOMSON *et al*, 2014).

Embora esses sistemas tenham mostrado resultados promissores, seu alto custo, a necessidade de grandes espaços de instalação e a complexidade da instalação dos sistemas de rastreamento os tornam inadequados para a reabilitação fora do ambiente clínico, por exemplo, no ambiente doméstico (PASTOR *et al*, 2012). Além disso, existem limitações nos jogos de movimento em reconhecer usuários em posições sentadas (ANDERSON *et al*, 2015; LEVAC *et al*, 2015). O monitoramento e otimização do comportamento físico são muito importantes no campo da reabilitação, e essa abordagem requer resultados válidos e reprodutíveis para avaliar e monitorar o comportamento físico e suas mudanças em crianças dependentes de cadeiras de rodas (NOOIJEN *et al*, 2015).

No contexto da reabilitação física, o nível de desafio apresentado pelo jogo é um fator chave no treinamento, pois pode influenciar o desempenho do paciente. A maioria das técnicas de adaptação de nível de dificuldade nos jogos de reabilitação de membros superiores são inspiradas por teorias de aprendizagem motoras e focam na maximização do esforço durante a sessão de reabilitação. No entanto, na literatura, os jogos de reabilitação geralmente dependem de soluções *ad hoc* para adaptar o jogo. A maioria dos jogos usa estratégias de adaptação da dificuldade que dependem das características do jogo e geralmente não reutilizáveis (HOCINE *et al*, 2015).

Apesar destas vantagens, os jogos comerciais têm algumas limitações, como a dificuldade do jogo que é calibrada para jogadores saudáveis, as pontuações do jogo ou as medidas de progresso são muito genéricas, tornando-as insuficientes para rastrear o progresso do paciente (ANDERSON *et al*, 2010).

No *software* aqui proposto existem sete jogos diferentes, focados em resultados para reabilitação e aprendizagem motora, com *feedback* visual e auditivo. As medidas de desempenho podem ser exportadas em arquivos de texto e os movimentos podem ser realizados em sensores virtuais (Kinect ou Leap Motion) ou interfaces reais (monitor de tela sensível ao toque, mouse ou teclado).

Neste estudo, apresentamos nosso sistema de jogo interativo que combina aprendizagem motora e motivação, fornecendo uma base para terapia repetitiva e específica da tarefa focada na função dos dedos e das mãos.

## MÉTODO

Descrevemos a característica geral do sistema proposto. Em primeiro lugar, discutimos o projeto do *Team Bridge Games*. Então, apresentamos os resultados preliminares em cinco amostras diferentes para dois jogos.

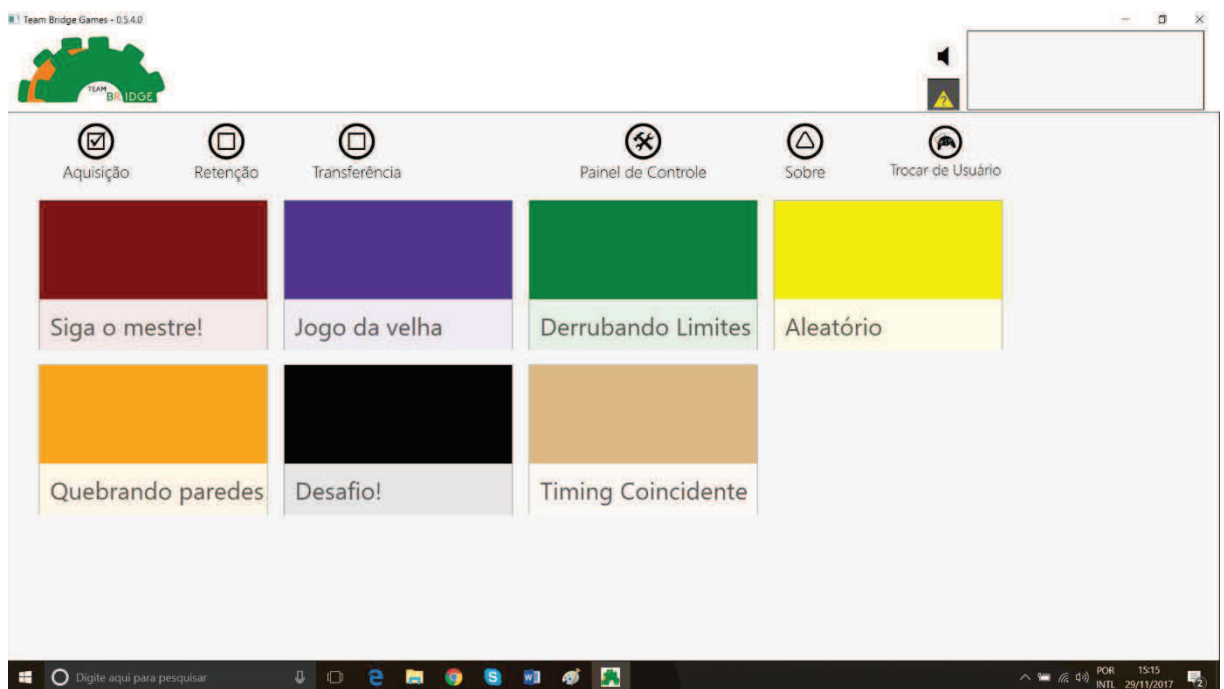
### ***Team Bridge Games***

O *Team Bridge Games* foi desenvolvido usando .Net C# e o banco de dados MS Sql Server. A Figura 1 é uma captura da tela principal com os sete jogos e o menu.

**Conceitos básicos e procedimento geral.** O primeiro passo para iniciar uma sessão de jogo é carregar um participante previamente cadastrado (lista de participantes) ou inserir um novo (novo participante). Uma janela com uma lista dos

jogos disponíveis é aberta (janela principal - Figura 1) e o sistema está pronto para iniciar uma sessão de jogo no momento em que o jogo é selecionado. Antes do início, existem três opções de entrada disponíveis: Aquisição, Retenção e Transferência. Cada movimento e cada evento na sessão do jogo são detectados e o tempo de ocorrência é armazenado no banco de dados.

**Figura 1:** Tela principal do *Team Bridge Games* com sete jogos e menu de opções.



Fonte: Do próprio autor.

**Saída de dados.** O arquivo de texto resultante, no formato de arquivo CSV (*Comma Separated Value*) contém os dados completos da sessão de transcrição: identificação do participante (nome, data de nascimento, sexo, tipo de patologia, pesquisador), identificação da sessão (data e hora de início, data e hora final, total de bolhas apresentadas, total de bolhas alcançadas, tipo do exercício: aquisição, retenção ou transferência), a sequência de eventos (bolha atingida) e sua duração (ocorrência, tipo de sensor de movimento (Kinect, Leap Motion, monitor sensível ao toque, mouse, teclado), duração, posição no eixo X, posição no eixo Y, região do movimento).

**Área do jogo.** A área do jogo é modelada usando coordenadas xy, onde x representa o número de linhas e y o número de colunas. Estas coordenadas são divididas em nove regiões de movimento (noroeste, norte, nordeste, oeste, centro,

leste, sudoeste, sul e sudeste). Cada bolha atingida contém informações sobre o tempo de movimento realizado pelo participante nas coordenadas correspondentes x,y e região do espaço na área de trabalho.

**Timer.** O *Team Bridge Games* usa a classe chamada *Timer*, que evita o problema no nível de centésimos de segundo que é afetado por outros eventos que ocorrem no ambiente *Windows*. Quando um *timer* é criado, é possível especificar uma quantidade de tempo para aguardar antes da primeira execução do método (tempo devido) e um período de espera entre as execuções subsequentes (período). A classe *Timer* tem a mesma resolução que o relógio do sistema (MICROSOFT, 2015).

Abaixo descrevemos brevemente cada jogo.

**Siga o Mestre!** Uma série de bolhas são apresentadas na tela e o participante deve selecionar uma sequência de bolhas (Figura 2-esquerda). O outro jogador deve completar a mesma sequência realizada pelo primeiro jogador. Após três sequências corretas, o nível do jogo aumenta e duplica o número de bolhas.

**Objetivo:** Estimular a memória, o controle motor e a habilidade em diferentes interfaces para aquisição de movimento.

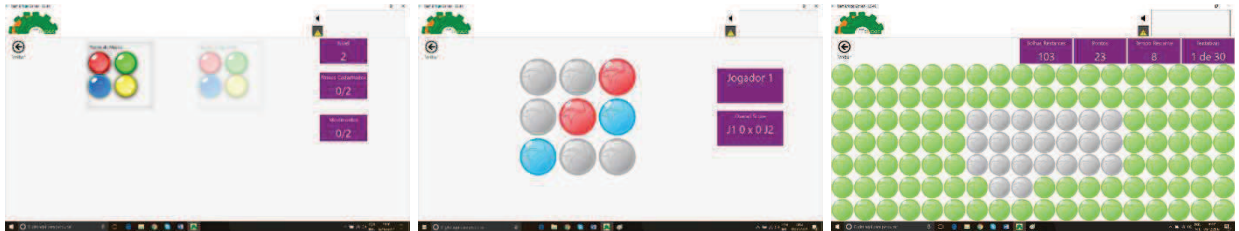
**Medidas:** Nome do participante; Data de nascimento; Sexo; Tipo de patologia; Nome do pesquisador; Sequência de bolhas selecionadas; Tempo decorrido entre a escolha de uma bolha e outra.

**Jogo da Velha.** Este jogo é idêntico ao jogo da velha padrão, no qual um jogador compete contra outro, se revezando para colocar peças em uma grade de nove bolhas (Figura 2-centro). O primeiro jogador a formar uma linha, coluna ou linha diagonal ganha o jogo.

**Objetivo:** Estimular habilidades como memória, estratégia, controle motor e habilidade em diferentes interfaces para aquisição de movimento.

**Medidas:** Nome do participante; Data de nascimento; Sexo; Tipo de patologia; Nome do pesquisador; Sequência de bolhas selecionadas; Tempo entre a escolha de uma bolha e outra.

**Figura 2:** Tela principal dos jogos *Siga o mestre!*, *Jogo da velha* e *Derrubando Limites*, respectivamente.



**Fonte:** Do próprio autor.

***Derrubando Limites.*** O objetivo é tocar o maior número de bolhas possível em 15 segundos. São 30 tentativas consecutivas (Figura 2 - direita). Ao final do tempo, uma mensagem de *feedback* prepara automaticamente o participante para a próxima tentativa de 15 segundos.

***Objetivo:*** Controle motor, aprendizagem motora e velocidade de desempenho. O jogo oferece medidas para avaliar as direções do movimento, o tempo necessário para se mover entre as bolhas alcançadas, o tempo de resposta e a habilidade em diferentes interfaces para aquisição de movimento.

***Medidas:*** Nome do participante; Data de nascimento; Sexo; Tipo de patologia; Nome do pesquisador; Data e hora do início do jogo; Data e hora do final; Bolhas totais apresentadas na tela; Pontos totais (bolhas alcançadas); Tipo de Exercício (Aquisição, Retenção ou Transferência); Ocorrência (data e hora); Tipo de interface de movimento (Kinect, Leap Motion, mouse ou tela sensível ao toque); Duração; Coordenada do eixo Y; Coordenada do eixo X; Região do Movimento.

***Feedback:*** No final de cada tempo de 15 segundos, são retornadas mensagens de *feedback* para melhorar a motivação para jogar, como: "Opa! Começamos bem! xx pontos! Mas acho que você pode fazer melhor!", ou "Você foi melhor agora! xx pontos! Será que você consegue fazer melhor?", ou "Você pode fazer melhor! Apenas xx pontos desta vez!", e "Você atingiu sua melhor pontuação: xx pontos! Continue assim!".

***Aleatório.*** Alcançar uma bolha alvo que muda de cor (cinza para laranja) em posições aleatórias na área do jogo (Figura 3 - esquerda). A área do jogo é modelada usando coordenadas xy como descrito anteriormente, com bolhas cinza. Do ponto de vista do controle motor e da aprendizagem motora, a tarefa do jogo exige que o participante alcance o alvo (ou seja, a bolha laranja) que aparece em diferentes posições da área do jogo. Uma tarefa é realizada com sucesso quando a bolha alvo é alcançada.

*Objetivo:* Controle motor, aprendizagem motora e desempenho de velocidade. Avaliar o tempo necessário para alcançar a bolha apresentada aleatoriamente, o tempo de resposta e a habilidade em diferentes interfaces para aquisição de movimento.

*Medidas:* Nome do participante; Data de nascimento; Sexo; Tipo de patologia; Nome do pesquisador; Ocorrência (data e hora); Tipo de Exercício (Aquisição, Retenção, Transferência); Tipo de movimento (Kinect, Leap Motion, mouse ou tela sensível ao toque); Duração; Coordenada do eixo Y; Coordenada do eixo X; Região do Movimento.

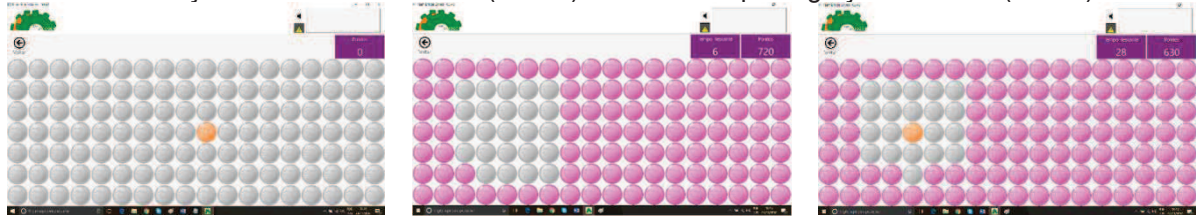
**Quebrando paredes.** Este jogo é conduzido em duas fases: 1) Zona de destreza (Figura 3 - centro); e 2) Perseguição aleatória de bolhas (Figura 3 - direita). Na zona de destreza (Fase 1), o participante deve atingir o maior número possível de bolhas em 10 segundos. Essas bolhas atingidas definem o alcance do participante: a zona de destreza varia de acordo com a dificuldade das habilidades motoras do participante. Na fase de perseguição aleatória (Fase 2), o participante deve perseguir, o mais rápido possível, uma bolha que muda de cor (cinza para laranja) em posições aleatórias (Figura 3 - direita) por 30 segundos, dentro da área de alcance definida na zona de destreza. O espaço de trabalho é modelado usando as coordenadas xy, o mesmo descrito anteriormente, e as bolhas são cor-de-rosa. Do ponto de vista do controle motor e da aprendizagem motora as tarefas apontadoras do jogo exigem que os participantes definam sua zona de alcance e alcancem alvos (ou seja, as bolhas laranja) que aparecem em diferentes posições dentro desta área de alcance definida.

*Objetivo:* Controle motor, aprendizagem motora e desempenho de velocidade. A zona de destreza representa a área onde o participante pode efetivamente fazer movimentos e atingir os alvos mais distantes da posição do ponto de partida ou alvos em um lado particular da zona de alcance. É possível avaliar a sequência e a posição das bolhas alcançadas e o tempo necessário para alcançar a bolha apresentada aleatoriamente, o tempo de resposta e a habilidade em diferentes interfaces para aquisição de movimento.

*Medidas:* Nome do participante; Data de nascimento; Sexo; Tipo de patologia; Nome do pesquisador; Data e hora de início do jogo; Data e hora final; Bolhas totais apresentadas na tela; Pontos totais (bolhas atingidas na Fase 1); Tipo de exercício (Aquisição, Retenção ou Transferência); Ocorrência (data e hora); Tipo de

movimento (Kinect, Leap Motion, mouse ou tela sensível ao toque); Duração; Coordenada do eixo Y; Coordenada do eixo X; Região do Movimento.

**Figura 3.** Tela principal do jogo *Aleatório* (à esquerda) e do jogo *Quebrando Paredes* na fase de definição da zona de destreza (centro) e da fase de perseguição aleatória (direita).



Fonte: Do próprio autor.

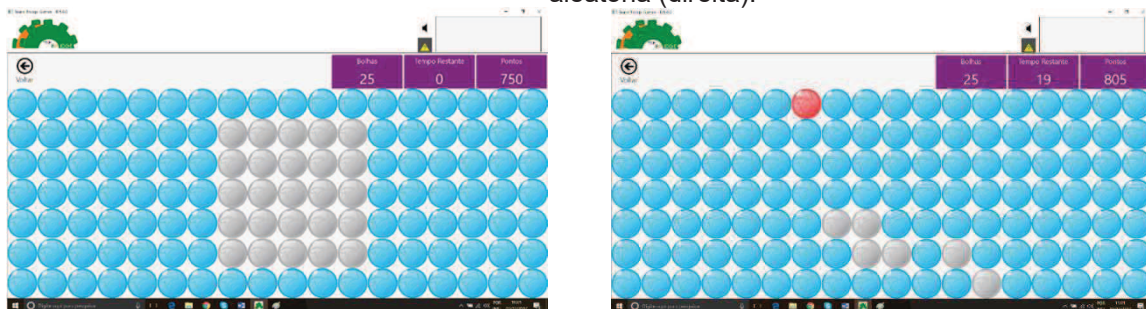
**Desafio!** Este jogo é conduzido em duas fases: 1) Zona de destreza (Figura 4 - esquerda); e 2) Perseguição aleatória de bolhas (Figura 4 - direita). Na zona de destreza (Fase 1), o participante deve atingir o maior número possível de bolhas em 10 segundos. Essas bolhas atingidas definem a zona de alcance do participante: a zona de destreza varia de acordo com a dificuldade das habilidades motoras do participante. Antes da próxima fase, o jogo espera uma definição da bolha alvo fixa dentro da zona de destreza. Então, na perseguição aleatória (Fase 2), o participante deve perseguir, o mais rápido possível, uma bolha que muda de cor (azul para vermelho) em posições aleatórias (Figura 4 - direita) por 30 segundos. Essa bolha fixa sempre será mesclada com outra bolha alvo, alternando entre fixo e alvo. Ao atingir a primeira bolha alvo, a próxima bolha alvo é iluminada. A tarefa envolve mover para a esquerda ou para a direita (permutando) o mais rápido possível entre duas bolhas alvo. As bolhas de destino podem aparecer fora da zona de destreza e são marcadas como "desafio" para análises futuras. O espaço de trabalho é modelado usando coordenadas xy, o mesmo descrito anteriormente e as bolhas são azuis. Do ponto de vista do controle motor e da aprendizagem motora as tarefas apontadoras do jogo requerem que os jogadores definam a zona de escopo e alcancem alvos (ou seja, bolhas vermelhas) que aparecem em posições diferentes na área do jogo e que uma tarefa apontadora seja realizada com sucesso quando a bolha alvo é atingida.

**Objetivo:** Controle motor, aprendizagem motora e desempenho de velocidade. A zona de destreza representa a área onde o participante pode efetivamente fazer movimentos e atingir os alvos mais distantes da posição do ponto de partida ou alvos em um lado particular da zona. O jogo desafia o participante com alvos além

da zona de alcance. É possível avaliar a sequência e o alcance da bolha alcançada e o tempo necessário para alcançar a bolha apresentada aleatoriamente, o tempo de resposta e a habilidade em diferentes interfaces para aquisição de movimento.

**Medidas:** Nome do participante; Data de nascimento; Sexo; Tipo de patologia; Nome do pesquisador; Data e hora do início do jogo; Data e hora do final; Bolhas totais apresentadas na tela; Pontos totais (bolhas atingidas na Fase 1); Tipo de Exercício (Aquisição, Retenção ou Transferência); Coordenada X da bolha central; Coordenada Y da bolha central; Ocorrência (data e hora); Tipo de movimento (Kinect, Leap Motion, mouse ou tela sensível ao toque); Duração; Coordenada do eixo Y; Coordenada do eixo X; Região do Movimento; Indicação se a bolha foi um desafio.

**Figura 4:** Tela principal do jogo *Challenge!* na zona de destreza (esquerda) e perseguição aleatória (direita).



**Fonte:** Do próprio autor.

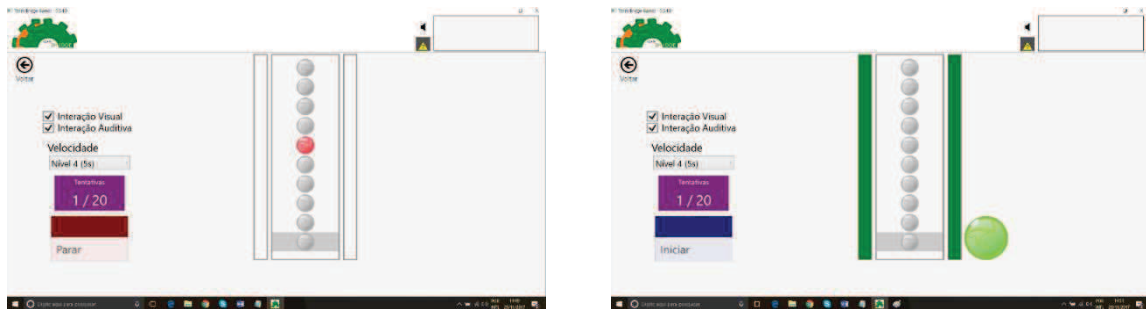
**Timing Coincidente.** O *timing* coincidente refere-se à capacidade de temporizar um movimento para que a chegada a um alvo coincida no tempo, com a chegada de um objeto em movimento ao mesmo alvo (KIM *et al*, 2013). O jogo consiste em o participante deslizar a mão do avatar ou o cursor do mouse para coincidir com a iluminação da bolha no final na pista (Figura 5). Para cada tentativa, o pesquisador opera o botão de controle (Iniciar / Parar) do lado esquerdo da tela. A intervenção consiste no pesquisador preparar o participante para o início do jogo dizendo "Pronto", e uma primeira bolha fica vermelha no topo da trilha e assim sucessivamente cada bolha vai trocando de cinza para vermelho, imitando um movimento de queda. O "movimento" de queda das bolhas até a última com uma faixa cinza, é realizada em segundos (tempo constante, definido pelo parâmetro de velocidade), de acordo com a seleção previamente definida pelo pesquisador (Figura 5-C). A magnitude e a direção do erro de cada participante ao antecipar a "chegada"

da luz no final da trilha, em milissegundos, é registrada pelo jogo. Após a conclusão de cada tentativa, os participantes podem ver se sua resposta foi correta (bolha verde - Figura 5 - esquerda), adiantada ou atrasada (bolha vermelha).

*Objetivo:* Avaliar a diferença de tempo da resposta entre a execução do participante e a chegada do objeto no local de destino, portanto, habilidade de coincidência, antecipação ou atraso de tempo.

*Medidas:* Nome do participante; Data de nascimento; Sexo; Tipo de patologia; Nome do pesquisador; Data e hora do início do jogo; Data e hora final; Resultado (antecipado, pontual ou tardio); Bolha (posição da bolha atingida); Visual ativado; Audição ativado; Velocidade selecionada para movimento de queda; Tipo de exercício (Aquisição, Retenção, Transferência); Tipo de movimento (Kinect, Leap Motion, mouse, teclado ou tela sensível ao toque); Tempo entre o movimento e o alvo.

**Figura 5:** Tela principal do Jogo *Timing Coincidente*.



**Fonte:** Do próprio autor.

## Participantes

De outubro de 2014 a maio de 2015, 343 indivíduos, de ambos os sexos, de 9 a 82 anos, participaram do estudo.

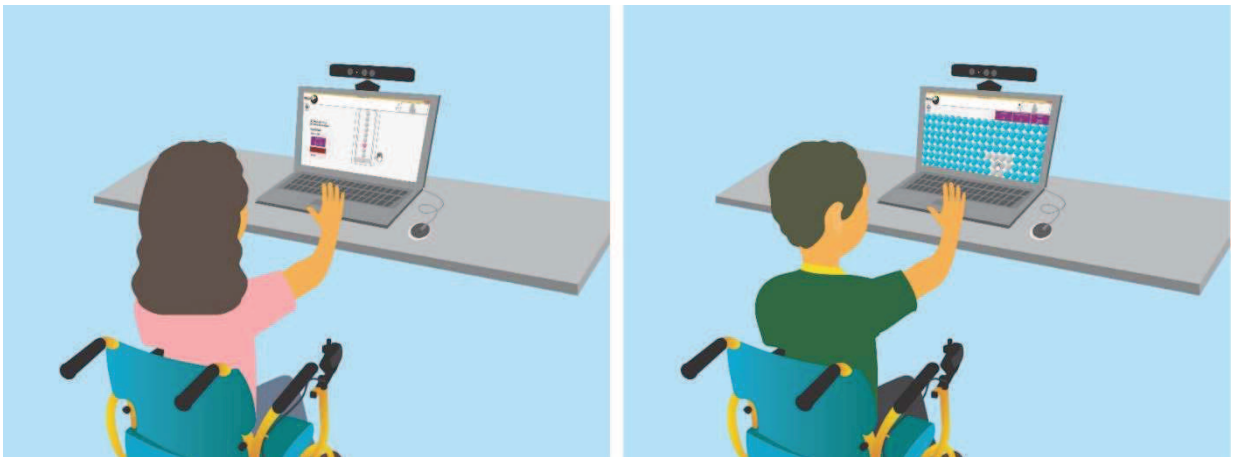
Para avaliar as medidas do *Team Bridge Games* sobre as habilidades de aprendizagem motora em diferentes populações, realizou-se um estudo de intervenção multi-local em grande escala. Os jogos foram aplicados em escolas especiais, escolas regulares, instituições com atividades para adultos mais velhos e adultos saudáveis que concordaram em participar da pesquisa em algumas cidades do Sudeste e Sul do Brasil. Nesta fase, estamos mais interessados em como os participantes podem usar o *Team Bridge Games* e se isso provocaria qualquer aprendizagem motora em diferentes dispositivos de aquisição de movimento. O único critério de inclusão foi de idade superior a sete anos. Os estudos foram

aprovados pelos Comitês de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Medicina ABC (Protocolo número 980629) e da Escola de Saúde Pública Universidade de São Paulo (números 105/15 e 248/15). O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi obtido de todos os participantes, além do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido para os menores de 18 anos.

### Procedimentos

Os participantes realizaram uma série de atividades consecutivas de acordo com um protocolo padrão proposto por cada pesquisador, em sua casa, escola ou instituição. Os participantes realizaram o jogo sentados em suas cadeiras de rodas ou cadeiras ajustadas (Figura 6). O Team Bridge Games foi aplicado em espaços silenciosos e dedicados em que os participantes poderiam interagir com o meio ambiente, enquanto seu desempenho era monitorado e estruturado por um pesquisador. Cada participante realizou 20 testes na fase de aquisição, cinco testes na fase de retenção e cinco testes na fase de transferência.

**Figura 6:** Crianças em cadeira de rodas durante a execução de *Team Bridge Games* com sensor Kinect; o jogo *Timing Coincidente* (esquerda) e o jogo *Desafio!* (direita).



**Fonte:** Do próprio autor.

Os participantes foram instruídos a se moverem com precisão e o mais rapidamente possível para atender aos critérios de sucesso em cada jogo. Os participantes praticaram 20 tentativas (aquisição) com seu braço dominante. O *feedback* visual e / ou auditivo (de acordo com a definição da pesquisa) foi fornecido após cada movimento de alcance.

Os participantes receberam uma interrupção de 5 minutos para descanso (pelo menos) após cada 20 ensaios de aquisição antes de realizar as fases de retenção e transferência (com 5 tentativas cada).

### **Análise de dados**

Os dados do jogo *Timing Coincidente* foram analisados usando a diferença, em milissegundos, no tempo efetivamente alcançado pelo participante e a quantidade total de tempo para o objetivo de alcançar a bolha. Assim, a antecipação é considerada como tempo negativo e atraso como positivo. O tempo médio obtido para cada participante para o sensor de movimento utilizado foi calculado. Conduzimos uma ANOVA univariada de 3 (tipo sensor de movimento: Kinect vs. teclado vs. tela sensível ao toque) x 5 (patologia: paralisia cerebral vs autismo vs. Asperger vs Alzheimer vs desenvolvimento típico).

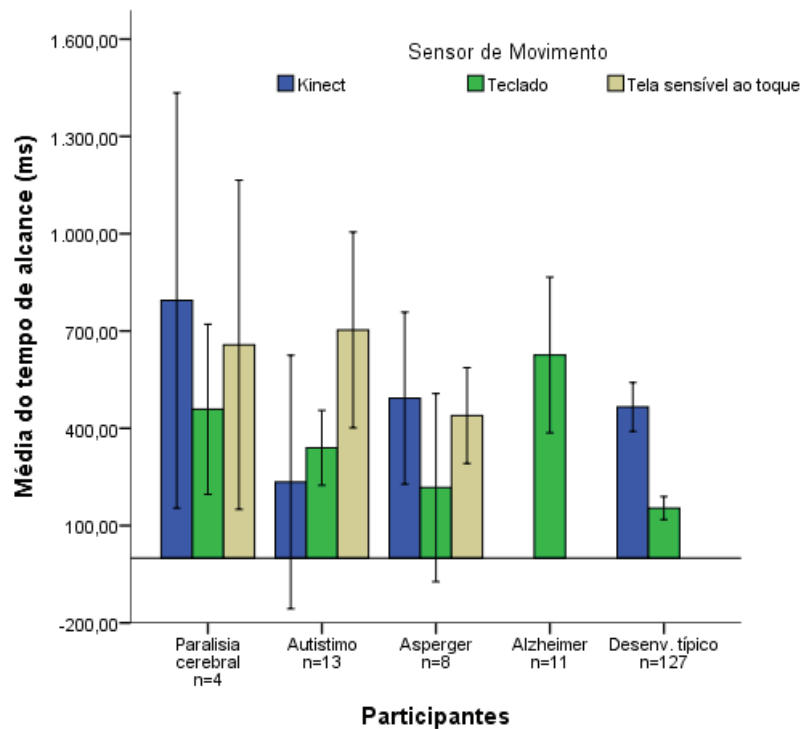
Os dados do jogo *Desafio!* foram analisados usando o número de bolhas alcançadas na fase 1. A média de bolhas alcançadas para cada participante do jogo para o sensor de movimento usado foi calculada. Realizamos uma ANOVA univariada de 3 (tipo de sensor de movimento: Kinect vs Leap Motion vs. tela sensível ao toque) x 3 (patologia: distrofia muscular de Duchenne vs esclerose lateral amiotrófica vs desenvolvimento típico).

As comparações Post Hoc foram realizadas com o teste de Bonferroni ( $p < 0,05$ ). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando SPSS versão 20 com um nível de significância de  $p < 0,05$ .

## **RESULTADOS**

Apresentamos os resultados preliminares relativos à eficácia do desempenho no *Team Bridge Games* de indivíduos com distrofia muscular de Duchenne, doença de Alzheimer, autismo, esclerose lateral amiotrófica e crianças, adultos e idosos com desenvolvimento típico, em uma avaliação dos jogos *Timing Coincidente* (Figura 7) e *Desafio!* (Figura 8). O estudo incluiu vários testes e foi baseado em um processo de projeto participativo que envolve profissionais da área da saúde.

**Figura 7:** Tempo médio alcançado (em milissegundos) para o jogo *Timing Coincidente* para participantes com paralisia cerebral, autismo, Asperger, doença de Alzheimer e com desenvolvimento típico.

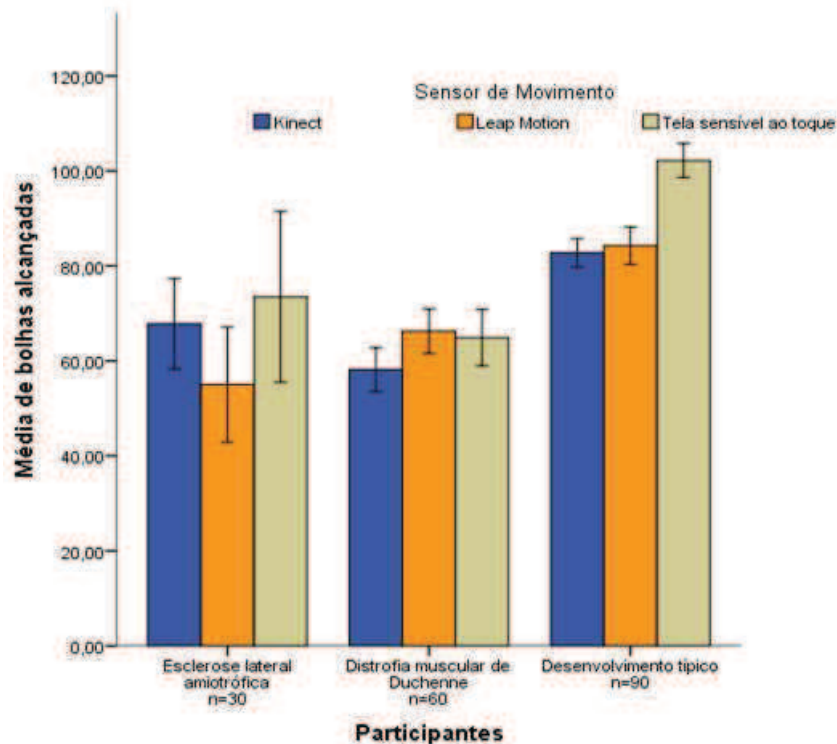


Fonte: Do próprio autor.

Como esperado, no jogo *Timing Coincidente* houve um efeito principal do tipo de sensor de movimento (Kinect, teclado ou tela sensível ao toque) no desempenho da amostra analisada,  $F(2,225) = 4,42$ ,  $p < 0,05$ . O mesmo ocorre com os diferentes tipos de patologia estudados,  $F(4,225) = 4,19$ ,  $p < 0,01$ . Este resultado sugere que o grupo de participantes com desenvolvimento típico apresentou melhor desempenho ( $M = 309,8$ ), quando comparado com os grupos Asperger ( $M = 383,1$ ), Autismo ( $M = 425,7$ ), Alzheimer ( $M = 626,0$ ) e paralisia cerebral ( $M = 636,8$ ). Os participantes tiveram melhor desempenho no teclado ( $M = 359,1$ ), quando comparados a Kinect ( $M = 496,8$ ) e tela sensível ao toque ( $M = 599,9$ ).

Finalmente, houve uma interação limítrofe entre o tipo de sensor de movimento e o tipo de patologia da amostra no desempenho do tempo no jogo,  $F(5,225) = 2,20$ ,  $p = 0,055$ .

**Figura 8:** Média de bolhas alcançadas no jogo *Desafio!* pelos participantes dos grupos: esclerose lateral amiotrófica, distrofia muscular de Duchenne e desenvolvimento típico.



Fonte: Do próprio autor.

Como esperado, houve um efeito principal para tipo de sensor de movimento (Kinect, Leap Motion ou tela sensível ao toque) no desempenho da amostra analisada no jogo *Desafio!*,  $F(2,709) = 5,90$ ,  $p < 0,01$ . O mesmo ocorreu para os diferentes tipos de patologia estudados,  $F(2,709) = 115,69$ ,  $p < 0,001$ . Este resultado sugere que os participantes do grupo de desenvolvimento típico apresentaram melhor desempenho ( $M = 89,7$ ) quando comparados ao grupo de esclerose lateral amiotrófica ( $M = 65,4$ ) e ao grupo Duchenne ( $M = 63,1$ ). Esse resultado sugere que os participantes tiveram melhor desempenho na tela sensível ao toque ( $M = 80,2$ ), quando comparados a Kinect ( $M = 69,6$ ) e Leap Motion ( $M = 68,5$ ).

Finalmente, houve uma interação significativa entre o tipo de sensor de movimento e o tipo de patologia da amostra sobre o desempenho das bolhas atingidas no jogo,  $F(4,709) = 5,72$ ,  $p < 0,001$ .

## DISCUSSÃO

O presente estudo apresentou uma avaliação de aprendizagem motora com um pacote de *software* de realidade virtual o *Team Bridge Games*, em diferentes amostras e configurações usando sensores de movimento Microsoft Kinect, Leap Motion e tela sensível ao toque, mouse ou teclado.

Uma das principais características de um jogo bem-sucedido é a sua capacidade de proporcionar ao jogador um nível adequado de desafio (HOCINE *et al*, 2015). Os jogos disponíveis no *Team Bridge Games* apresentam características desafiadoras que motivam os participantes a obter melhores resultados.

Muitos estudos têm falhado ao considerar o efeito da dificuldade estratégica no desempenho dos participantes. Os parâmetros de adaptação variam com o objetivo do programa de reabilitação e as restrições de espaço e tempo da terapia (HOCINE *et al*, 2015). As limitações de jogos comerciais como *Nintendo Wii*, *PlayStation Move* ou *Microsoft Xbox* residem no fato de que os terapeutas não conseguem ajustar as configurações do jogo, como velocidade ou grau de dificuldade do jogo (ANDERSON *et al*, 2015). Nos jogos propostos no *Team Bridge Games* os terapeutas podem ajustar os parâmetros do jogo e obter a sequência de execução dos movimentos realizados pelo participante, incluindo os tempos e posições alcançados.

No entanto, o desenvolvimento de um jogo sério e bem-sucedido não é fácil. Um dos desafios na concepção de um jogo sério é que ele seja atraente, divertido de jogar, e ao mesmo tempo, atingir o objetivo principal, ou seja, a compreensão (no sentido amplo do termo) do que precisa ser aprendido. Há poucas orientações estruturadas sobre como fazer isso: estar se desenvolvendo e/ou estar aprendendo (DE TROYER e JANSSENS, 2014).

Os participantes das pesquisas que estavam sendo conduzidas com os jogos do pacote *Team Bridge Games* mostraram alegria quando executaram com sucesso os movimentos necessários para alcançar bolhas, principalmente as crianças, mesmo quando sentadas em suas cadeiras de rodas. A mesma demonstração de entusiasmo foi vista em crianças consideradas como desenvolvimento típico. A análise das diferenças obtidas para cada população investigada será o resultado de novos estudos que estão em execução e não são o foco desta pesquisa. No entanto, os resultados já são promissores.

Os terapeutas perceberam uma lacuna no mercado de jogos para indivíduos com limitações físicas e cognitivas e encontraram desafios com a implementação de jogos em terapia relacionadas ao custo, requisitos de equipamentos e configuração. Eles também perceberam uma falta de adaptação dentro das interfaces de jogos e jogos que limitavam a individualização para atender às diferentes necessidades físicas, cognitivas, sociais e de desenvolvimento de pacientes com paralisia cerebral ou acidente vascular cerebral (TATLA *et al*, 2015).

Para abordar a questão da motivação em terapia, recomendamos mais pesquisas clínicas integrando jogos existentes para reabilitação através de interfaces modificadas para controle de jogo como complemento da prática tradicional de reabilitação. O advento dos controladores de movimento para jogos faz com que o uso de movimentos relevantes para a reabilitação seja viável e tenha a vantagem prática de reduzir custos em comparação com interfaces complexas de realidade virtual ou robótica (LOHSE *et al*, 2013). O uso de sensores de movimento, como o Kinect e o Leap Motion foi bem entendido pelos participantes com desempenho semelhante às interfaces reais (tela sensível ao toque e teclado).

Os jogos de reabilitação devem ser considerados como um componente do protocolo geral de reabilitação e não uma atividade autossuficiente. Além disso, como a reabilitação é um processo longo, o desafio para os desenvolvedores de jogos é criar jogos que possam gerar entusiasmo para o participante e manter sua motivação ao longo de toda sua duração (HOCINE *et al*, 2015).

Para que os sistemas sejam usados de forma mais eficaz, é necessário que os terapeutas e ou indivíduos avaliem os tipos de sistema de rastreamento de movimento e câmera para determinar qual sistema melhor se adapta às suas necessidades e deficiências (ANDERSON *et al*, 2015). A sequência de movimentos armazenados pelos *Team Bridge Games* serve para apoiar as intervenções propostas para a fisioterapia e pode ajudar a recuperação dos pacientes.

Os terapeutas identificaram a necessidade de sistemas para poder registrar e reportar dados empíricos sobre o progresso dos participantes de forma significativa; uma característica que foi repetidamente mencionada pelos terapeutas foi conseguir acompanhar o progresso de um paciente (TATLA *et al*, 2015). Os jogos oferecidos no *Team Bridge Games* registram todos os movimentos realizados pelos participantes e esses dados são essenciais para a reabilitação com grande apelo à adesão de forma agradável.

## CONCLUSÃO

Após uma avaliação e comentários adicionais, exploramos a utilidade clínica dos recursos do *Team Bridge Games* monitorando e avaliando os resultados relacionados ao seu uso. Assim, a redução da motivação do paciente e a limitação de novas ferramentas para a acessibilidade podem ter impactos negativos no tempo gasto na terapia. Isso sugere que a disponibilidade dos jogos para a avaliação da aprendizagem motora deve ser levada em consideração para aumentar a dosagem de fisioterapia.

Concluimos que o *Team Bridge Games* é um recurso viável para quantificar a aprendizagem motora em indivíduos saudáveis e para aqueles que dependem em parte ou completamente de cadeira de rodas. O comportamento do movimento foi distinguido com precisão em diferentes amostras, o que é mais importante em relação aos benefícios para a saúde. Estudos adicionais são necessários para determinar se o uso desses jogos é apropriado para crianças gravemente afetadas pela paralisia cerebral. Estudos futuros devem validar esses achados e avaliar a viabilidade clínica para comparar a avaliação da vida real e a pontuação do jogo. Além disso, é importante que pesquisas futuras examinem formas de otimizar a viabilidade e a utilidade do *Team Bridge Games* em um ambiente clínico para garantir a sua versão na prática clínica padrão.

### 3.2 Manuscrito 2 – Instrumentos para estudar tarefas de timing coincidente: Uma revisão sistemática atualizada

Aceito para publicação no *Journal of Physical Education and Sports Management* com o título *Instruments for studying coincidence-anticipation timing task – An updated systematic review*. Enviado: 20 de dezembro de 2017 / Aceito: 20 de janeiro de 2018.

#### RESUMO

**Objetivo:** Atualizar uma revisão sistemática de 2011 e analisar as evidências sobre quais instrumentos estão sendo usados para medir o desempenho em tarefas de *timing* coincidente (TTC). **Fontes de dados:** Foram identificados os artigos de língua inglesa nas bases de dados da *Web of Science* e *PubMed* (para artigos sobre TTC publicados de janeiro de 2011 a junho de 2017). **Seleção de estudo:** Dois autores selecionaram, independentemente, estudos que usaram TTC. **Extração de dados:** Um autor extraiu o resultado da busca em uma planilha do Excel através da opção de exportação disponível em cada uma das bases de dados. Dois autores selecionaram de forma independente quais artigos avaliaram tarefas de *timing* coincidente (TTC). Os artigos selecionados foram comparados e uma nova lista foi gerada. Os objetivos e o nome do instrumento de avaliação de TTC foram extraídos dos artigos selecionados. **Síntese de dados:** 46 dos 136 artigos resultantes foram selecionados: 14 estudos utilizaram o Bassin Anticipation Timer, 18 usaram um programa de computador personalizado (sendo 11 diferentes), 7 usaram um aparelho personalizado (sendo 5 diferentes) e 7 usaram outros instrumentos para TTC comercialmente disponíveis (sendo 2 diferentes). Nenhum dos instrumentos foi especificamente validado. **Conclusão:** O Bassin Anticipation Timer comercialmente disponível continua a ser o instrumento mais utilizado. No entanto, existem tentativas de desenvolver aplicativos baseados em computador que possam substituir este instrumento.

**Palavras-chave:** Tarefa de *timing* coincidente; *timing* antecipatório; instrumentos.

## INTRODUÇÃO

Estudos com tarefas de *timing* coincidente (TTC) foram realizados por pesquisadores interessados em áreas como avaliação das habilidades esportivas (OHTA *et al*, 2015; CLARKE e DUNCAN, 2016), desenvolvimento infantil (CACOLA *et al*, 2016), práticas autocontroladas (LEWTHWAITE *et al*, 2015), diferenças no desempenho entre os sexos (SANDERS e SINCLAIR, 2011) ou aspectos motores na paralisia cerebral (MONTEIRO *et al*, 2014; OLIVIER *et al*, 2015). Uma TTC envolve processos cognitivos e motores porque os sujeitos têm que estimar o tempo com base na trajetória do alvo e definir parâmetros de movimento para alcançá-lo (MONTEIRO *et al*, 2014; OLIVIER *et al*, 2015).

Na última década os pesquisadores realizaram estudos com instrumentos mais sofisticados. Nós levantamos a hipótese de que novos instrumentos podem ser usados para estudos de TTC. Até 2010, a maioria dos estudos de laboratório usava o Bassin Anticipation Timer disponível comercialmente pela Lafayette Instruments (SANDERS, 2011). Nesta revisão, atualizamos e ampliamos a revisão anterior conduzida por Sanders (2011) e concentramos em instrumentos para medir uma TTC.

Os objetivos desta revisão são identificar as ferramentas usadas na mensuração de tarefas de *timing* coincidente, analisar padrões na mensuração de resultados e fazer recomendações de pesquisa.

## MÉTODO

Seguimos as diretrizes do PRISMA (itens da lista de verificação 1-11, 17-18, 21, 24 e 26). Os itens 1-4 foram atendidos no Título, Resumo e Introdução, respectivamente.

### **Protocolo e registro (PRISMA # 5)**

A revisão sistemática atual teve o registro solicitado em PROSPERO (PROSPERO, 2017).

**Critérios de elegibilidade (PRISMA # 6)**

Os seguintes critérios foram necessários para a inclusão: 1) estudos que proporcionaram desempenhos nas tarefas de *timing* coincidente (TTC); 2) Estudos publicados de 2011 a junho de 2017 (ou disponíveis até esta data); 3) Artigos de texto completo disponíveis em inglês; e 4) Estudos que utilizaram participantes humanos.

**Fontes de informação (PRISMA # 7)**

As bases eletrônicas de dados da *Web of Science* e *PubMed* foram pesquisadas em junho de 2017 para artigos elegíveis relacionados às TTCs.

**Forma de pesquisa na literatura (PRISMA # 8)**

Pesquisamos nas bases da *Web of Science* e *PubMed*. Para esta revisão, atualizamos a pesquisa a partir de 2011, que é a data de término da revisão de Sanders (2011), até junho de 2017, usando as palavras-chave “*coincidence anticipation timing*” com curingas, “*coincident timing task*” e “*coincident timing*”, conforme detalhados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Palavras-chave e tópicos na estratégia de busca completa em cada base de dados.

<b>Base de dados</b>	<b>Termos de pesquisa</b>	<b>Artigos retornados, n</b>
1 <sup>a</sup> pesquisa na <i>Web Of Science</i>	TOPIC: (Anticipat*) AND TOPIC: (tim*) AND TOPIC: (Coinciden*) Timespan: 2011-2017. Indexes: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI.	66
2 <sup>a</sup> pesquisa na <i>Web Of Science</i>	TOPIC: (coincident timing task) Timespan: 2011-2017. Indexes: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI.	51
3 <sup>a</sup> pesquisa na <i>Web Of Science</i>	("coincident timing") Timespan: 2011-2017. Indexes: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI.	29
1 <sup>a</sup> pesquisa na <i>PubMed</i>	Search (((Anticipat*) AND Tim*) AND Coinciden*) AND ("2011/01/01"[Publication Date]: "3000"[Publication Date])	36
2 <sup>a</sup> pesquisa na <i>PubMed</i>	Search "coincident timing task" AND ("2011/01/01"[Publication Date]: "3000"[Publication Date])	9
3 <sup>a</sup> pesquisa na <i>PubMed</i>	Search ("coincident timing") AND ("2011/01/01"[Publication Date]: "3000"[Publication Date])	23

### **Seleção dos estudos (PRISMA # 9)**

De acordo com os critérios de inclusão acima mencionados, dois autores revisaram de forma independente os títulos e resumos resultantes das pesquisas para cada termo de busca (Tabela 1). Os artigos foram classificados como "excluído", "verificar" ou "incluído". Os artigos classificados como "verificar" tiveram o texto completo acessado para chegar a uma decisão final. Qualquer desacordo foi resolvido entre os dois primeiros autores da revisão. Os estudos excluídos após a revisão do texto completo estão listados na tabela de características dos estudos excluídos, juntamente com os motivos da exclusão (disponível com o autor correspondente).

### **Processo de coleta de dados (PRISMA # 10)**

O primeiro autor realizou a extração e coleta de dados. Os dados foram coletados pela opção de exportação em cada base de dados e foram compilados em uma planilha do Microsoft Excel para análise posterior. Na *Web of Science*, a opção “*Save to Other Files Format*” exportou o autor, o título, a fonte e resumo. Na *PubMed*, a opção “*Send to – File – Summary (text)*” exportou o autor, o título, o DOI e a fonte de origem.

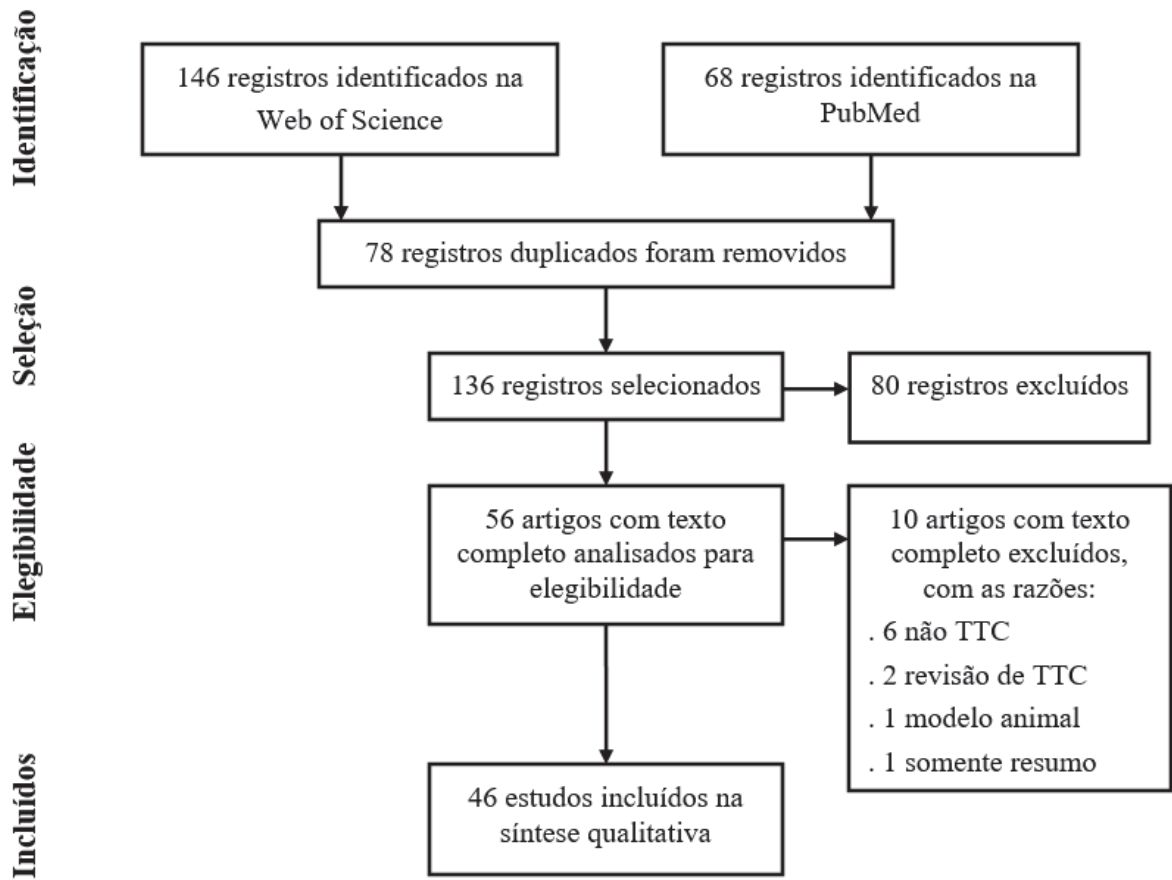
### **Itens de dados (PRISMA # 11)**

Os elementos de informação extraídos de cada artigo incluído foram: (1) autores e ano de publicação; (2) objetivo; (3) descrição da amostra (isto é, população da amostra, tamanho, idade média, sexo); (4) detalhes do instrumento para medição da TTC (ou seja, nome, modelo, se disponível comercialmente); (5) como o instrumento foi aplicado (posição, velocidade de movimento, distância percorrida, ponto do alvo, dispositivo para registrar a resposta); e (6) administração relacionada ao participante (isto é, posição e direção do estímulo).

## **RESULTADOS**

Um diagrama do fluxo do processo usado para identificação dos estudos elegíveis é apresentado na Figura 1. A pesquisa nas bases de dados da *Web of Science* e *PubMed* forneceu um total de 214 artigos. Depois de eliminar as duplicidades, 136 artigos permaneceram. Destes, 80 estudos foram descartados porque depois de analisar o resumo decidiu-se que esses estudos claramente não atendiam aos critérios de inclusão. O texto completo dos 56 artigos restantes foi examinado para extrair os itens de dados. Dez estudos foram excluídos após a leitura do texto completo (seis estudos não envolviam uma TTC, dois tratavam-se de uma revisão de TTC, um tratava-se de um resumo e outro possuía um modelo animal). Um total de 46 estudos preencheram os critérios de inclusão e foram incluídos na revisão sistemática.

**Figura 1:** Diagrama do fluxo do estudo com número de artigos aceitos e rejeitados durante o processo de busca e seleção.



**Fonte:** Do próprio autor.

Após a avaliação dos instrumentos utilizados, 46 estudos, incluindo 19 instrumentos diferentes, preencheram os critérios de medição de uma TTC (Tabela 2).

**Tabela 2:** Distribuição dos estudos que fizeram uso de uma tarefa de *timing* coincidente por tipo de instrumento, ordenado pelo mais utilizado.

Nome do instrumento	Referência dos artigos incluídos na revisão	DC	Descrição da tarefa de <i>timing</i> coincidente
Bassin Anticipation Timer Lafayette Instrument Co, USA n = 14	Clarke e Duncan, (2016); Duncan <i>et al</i> (2016); Ceylan e Saygin (2015); Duncan <i>et al</i> (2015a); Duncan <i>et al</i> (2015b) Lewthwaite <i>et al</i> (2015)*; Chiviadowsky (2014); Duncan <i>et al</i> (2014); Duncan; Smith; Lyons (2013); Kim <i>et al</i> (2013); Kirazci (2013); Akpınar <i>et al</i> (2012); Chiviadowsky <i>et al</i> (2012); Rodrigues <i>et al</i> (2012)  *: Não mencionou como usou o Bassin porque não se encaixava no propósito experimental.	S	O Bassin possui três pistas (2,24 m) com 16 luzes de LED vermelhas em cada. Na primeira pista, além destas, há uma lâmpada de advertência amarela e, nas restantes 48 luzes vermelhas para simulação de movimento. A pista é conectada a um controlador que faz com que as luzes se acendam e apaguem sequencialmente ao longo das pistas. Um botão é usado para responder à chegada da luz a luz alvo. As lâmpadas de LED são iluminadas sequencialmente em um padrão linear dando a aparência de movimento. É possível usar apenas duas trilhas, compondo 32 lâmpadas vermelhas e uma de aviso amarelo. Este instrumento foi desenvolvido para testar a área de acuidade visual relacionada à coordenação óculo-manual e a antecipação. O participante é instruído a acompanhar o deslocamento da luz e deve antecipar a chegada da luz ao alvo, pressionando um botão para coincidir com a chegada da luz no alvo. Um leitor de LCD exibe a diferença de tempo entre a resposta e a chegada da luz no alvo e indica se a resposta foi antecipada ou atrasada (Manual do Bassin). É possível selecionar a velocidade de 1 a 255 mph, para selecionar diferentes velocidades de início e término, selecionar o tempo de espera do início do movimento de 0,5 a 30 segundos, aleatorizar esta configuração do atraso e eleger a luz alvo (qualquer luz na trilha).
Electronic trackway Applied Office, Tokyo, Japan n = 5	Ohta (2016); Nakamoto <i>et al</i> (2015); Ohta <i>et al</i> (2015); Ohta <i>et al</i> (2014); Nakamoto <i>et al</i> (2012)	S	Uma trilha eletrônica (4 m de comprimento), com 200 diodos emissores de luz. Os LEDs são rapidamente ligados e desligados em sequência, e os participantes poderiam perceber claramente o movimento contínuo até o alvo.
Programa de computador customizado <sup>1</sup> n = 4	Forner-Cordero <i>et al</i> (2017); Moura <i>et al</i> (2016); Monteiro <i>et al</i> (2014); Quadrado <i>et al</i> (2014)	?	Um monitor exibe dez cubos 3D em uma coluna vertical simulando um objeto virtual em movimento. O cubo pode "descer" com diferentes velocidades, ligado (ou seja, mudou de branco para verde) e desligado de forma contínua (de cima para baixo) até o cubo alvo (ou seja, o décimo cubo) ser atingido. A tarefa para o participante consiste em pressionar a barra de espaço no teclado (com contato) ou fazer um gesto lateral com a mão como se estivesse tocando em um objeto alvo (sem contato) no momento exato em que o cubo alvo fique verde. Pode ser usado um teclado ou uma webcam. A webcam grava uma obstrução em um marcador na mesa entre o monitor e o participante.
Programa de computador customizado <sup>2</sup> escrito no software LabVIEW (National Instruments, Austin, TX, USA)	Ota <i>et al</i> (2016); Ota <i>et al</i> (2015); Ota <i>et al</i> (2013)	?	Um tom de advertência é apresentado para avisar os participantes para se prepararem para um próximo julgamento. Após um intervalo aleatório (entre o tom de aviso e o sinal visual foi variado aleatoriamente entre 800 e 1200 ms em intervalos de 100 ms), uma pista visual é apresentada na tela do computador como sinal de início. O tempo de referência foi ajustado em 2300 ms após a apresentação da pista visual. O participante deve pressionar um botão.

n = 3			
Programa de computador customizado <sup>3</sup>  n = 3	Pinheiro <i>et al</i> (2015); Torriani-Pasin <i>et al</i> (2013); Fonseca <i>et al</i> (2012)	?	O aparelho compreende: (1) uma barra reta de 200 cm de comprimento, 10 cm de largura e 10 cm de altura com 90 diodos emissores de luz (LEDs) colocados ao longo da mesma com inclinação, separados em 1 cm um do outro; (2) uma mesa de madeira de 70 cm de comprimento, 90 cm de largura e 6 cm de altura, sobre a qual foram colocadas cinco chaves de resposta de 5 cm de largura e 15 cm de comprimento; (3) uma caixa de 10 cm de largura, 20 cm de comprimento e 2 cm de altura, com cinco diodos para informar o participante sobre o erro de <i>timing</i> coincidente (feedback); (4) um computador com software, que possibilitou que os diodos sejam ligados e desligados em sequência, a diferentes velocidades. Especificamente, a tarefa era realizar uma sequência de cinco movimentos do braço para pressionar as teclas de resposta durante a apresentação de um estímulo visual - uma sequência de LEDs acendendo - para que a última resposta coincidissem com a iluminação de um diodo final. As teclas devem ser pressionadas na seguinte sequência: 1-2-4-3-5.
Programa de computador customizado <sup>4</sup> escrito em Matlab™ (R11), Mathworks, Inc., Natick, MA  n = 2	Ilmane e Larue (2011a); Ilmane e Larue (2011b)	?	Um monitor foi usado para projetar uma cena que consistiu em 1) uma barra vertical vermelha que se movia a uma velocidade constante da esquerda para a direita em uma barra verde horizontal; ou 2) um círculo preto movendo-se para baixo a uma velocidade angular constante ao longo de um caminho em espiral 3-D que foi desenhado em um cilindro vertical transparente virtual. Um painel foi colocado a 180 cm do participante, situado no nível dos olhos. Para detectar a ação motora do braço, o contato manual com um interruptor conectado a um circuito customizado; uma simples interrupção do contato entre a pele e o interruptor forneceu um sinal de TTL instantâneo (demarcação mecânica). Foi utilizada uma fotocélula para detectar o momento de chegada do braço ao nível horizontal.
Digital Speed Anticipation Reaction Tester Takei Scientific Instruments Co. Ltd, Niigata, Japão  n = 2	Koshizawa <i>et al</i> (2013); Koshizawa <i>et al</i> (2014)	S	O monitor do computador foi colocado a 1,3 m do participante. Foi solicitado ao participante para pressionar um botão com seu dedo indicador direito no momento em que o alvo atingisse o ponto final da trilha. O alvo se movia de cima para baixo. A trilha era de 25 cm de comprimento e o alvo visual em movimento, que viajava a uma velocidade constante de 16,5 cm/s, levou 1500 ms para se mover da parte superior para a parte inferior da trilha. O diâmetro do alvo foi de 3,3 cm e o ângulo de visão de cima para baixo da pista foi de 10,8°.
Programa de computador customizado denominado Team Bridge Games  n = 2	Antunes <i>et al</i> (2017)*; Monteiro <i>et al</i> (2017)  *Protocolo de estudo a ser realizado	N	Dez cubos 3D foram exibidos simultaneamente em uma coluna vertical em um monitor. Os cubos foram ativados e desativados (ou seja, mudavam de azul para verde) de forma sequencial, simulando um movimento de cima para baixo, até que o cubo destino (ou seja, o décimo cubo) fosse alcançado. A tarefa consistia em pressionar a barra de espaço no teclado do computador no momento exato em que o cubo alvo fosse alcançado.
Programa de computador	Cacola <i>et al</i> (2016)	?	As imagens visuais foram projetadas de forma sistemática sobre a superfície de uma mesa na linha

customizado <sup>5</sup> escrito em Visual Studio (Microsoft Corporation)  n = 1			média (90°). Para o experimento “destino se aproximando”, o alvo apareceu a cerca de 80 cm do participante, e se moveu em direção ao participante com incrementos de 2 cm a cada 500 ms. Para o experimento de “destino se afastando”, o alvo apareceu em um local a 4 cm de distância do participante, e afastou-se em incrementos de 2 cm, a cada 500 ms. Os participantes usavam uma luva comercial modificada e foram instruídos a pressionar um botão central do teclado com a mão esquerda quando acreditavam que o alvo havia chegado ao ponto de interceptação. Foram realizadas cinco condições com cada experiência (de 10, 20, 30 e 40 cm).
Aparato customizado <sup>6</sup>  n = 1	Dascal e Teixeira (2016)	?	Uma trilha eletrônica (200 cm x 8 cm x 6 cm) com diodos emissores de luz que eram rapidamente ligados e desligados em sequência (gerando uma velocidade constante aparente de 3 m/s) para produzir uma percepção do movimento contínuo de um estímulo luminoso (alvo) movendo-se horizontalmente. No final da trilha, próximo ao participante, havia um medidor de tensão dentro de uma meia-bola de tênis preenchida com material plástico rígido, que foi usado para detectar o contato instantâneo com a meia-bola.
Programa de computador customizado <sup>7</sup> escrito com o <i>software</i> LabVIEW (National Instruments, Austin, TX, USA)  n = 1	Ikudome <i>et al</i> (2016)	?	Um alvo se movia horizontalmente da esquerda para a direita em direção a um alvo fixo na tela do computador em 1,5 s. No entanto, este alvo móvel desaparecia nos últimos 500 ms dos 1,5 s. Os participantes tinham que pressionar a tecla “Enter” no momento em que o alvo em movimento teria atingido o topo do alvo fixo.
Sequencia musical (som de tambor) <sup>8</sup> com <i>software</i> Audacity  n = 1	Olivier <i>et al</i> (2015)	S	As sequências musicais foram entregues em três passos diferentes: lento (1,10 Hz ou 65 bpm); intermediário (1,40 Hz ou 85 bpm); e rápido (1,75 Hz ou 105 bpm). As sequências musicais eram ouvidas através de amplificadores de som. Na condição verbal, um microfone foi conectado ao computador para fornecer a resposta. Na condição motora, os participantes ficavam de frente em uma superfície metálica fina de 40 × 40 cm e 2 mm na qual foram projetados dois alvos que representavam flores vermelhas (3 cm de diâmetro) e distantes 25 cm uma da outra. Além disso, um dedal metálico foi preso na extremidade do dedo indicador para fazer contato com um alvo ou outro.
Programa de computador customizado <sup>9</sup>  n = 1	Sasada <i>et al</i> (2015)	?	Um programa personalizado de computador gerou o movimento linear de objetos. O alvo se movia do início ao ponto de interceptação (distância de 9 m) na parede a uma velocidade constante (22,5 m/s). O tempo total da apresentação do alvo foi de 400 ms, um intervalo semelhante ao encontrado durante uma batida autêntica de baseball. Os participantes deveriam balançar um bastão de beisebol de madeira padrão e/ou pressionar um botão resposta no momento da chegada do alvo no ponto de interceptação.
Programa de	Abe e Sternad (2013)	?	O programa imitava o ambiente virtual dos jogos <i>skittles</i>

computador customizado <sup>10</sup> n = 1			ou do <i>tetherball</i> onde os jogadores devem atingir uma bola que é suspensa em uma corda pendurada em um poste vertical. O participante manteve-se em aproximadamente 0,6 m na frente da tela de projeção (largura: 2,50 m, altura: 1,80 m).
Programa de computador e aparato customizados <sup>11</sup> n = 1	Renzi, Bovier e Hammond (2013)	?	Uma trilha linear de LEDs foi colocada ao longo de uma faixa montada na parede, com 10,1 pés de comprimento e as 120 LEDs foram espaçadas a 2,02 cm de distância. A trilha foi colocada a uma altura de 5,5 pés. Os LEDs foram acesos em sequência rápida, o que criou a aparência de movimento. A velocidade foi variada aleatoriamente entre 5, 10, 15 e 20 milhas/hora (mph). Os participantes foram instruídos a pressionar um botão para parar a luz em um ponto específico ao longo da trilha. Os participantes estavam posicionados no centro da pista a uma distância de 4 pés.
Programa de computador customizado <sup>12</sup> n = 1	Rothenberg-Cunningham e Newell (2013)	?	O programa simula os componentes do beisebol americano. O dispositivo interativo usado foi um tablet digital Wacom Cintiq 21UX. Utilizou-se uma caneta portátil sem fio com o tablet com uma área de superfície ativa de 432 mm x 324 mm. A face do tablet foi colocado de forma vertical em um ângulo de 60° (na horizontal). Os alvos viajaram às velocidades de 30 m/s, 40 m/s, 50 m/s e 60 m/s e eram influenciados pela gravidade (-9,8 m.s.s.) multiplicado por ponderações de 0,05, 0,5, 1 e 1,5.
Programa de computador customizado <sup>13</sup> n = 1	Masaki <i>et al</i> (2012)	?	Um estímulo rotacional do tipo relógio (diâmetro = 61 mm) apresentado no centro de um monitor de computador colocado a 100 cm na frente do participante. O relógio girava com uma das duas velocidades constantes: 420 ms/ciclo ou 570 ms/ciclo; o pico de força deveria coincidir com o relógio após exatamente uma rotação. O intervalo mais curto dado por um ciclo da rotação mais rápida (420 ms) é típico de uma bola rápida que cobre uma distância de 18,44 m a 158 km/h, enquanto a duração mais longa de 570 ms é representativa de uma velocidade média de 116 km/h. A tarefa consistia em pressionar a chave sensível à força de modo que a força de pico especificada fosse alcançada quando o ponteiro do relógio cruzasse a posição das 12:00 horas.
Programa de computador customizado <sup>14</sup> escrito em Java Script n = 1	Sanders e Sinclair (2011)	?	Um brinquedo OVNI projetou um ponto de luz sobre uma mesa. O OVNI se movia obliquamente na direção do participante enquanto viajava para uma estação de ancoragem. Antes de chegar à estação de ancoragem, o OVNI e seus holofotes desapareciam. Os participantes foram instruídos a pressionar a barra de espaço no momento preciso em que achavam que o foco do OVNI teria coincido com o centro da estação de ancoragem ainda visível.
Programa de computador customizado com máquina de lançamento de bola <sup>15</sup> Com o <i>software</i> Phantom, Vision	Weissensteiner <i>et al</i> (2011)	?	A máquina de lançamento de bola lançava as bolas em um ritmo médio (ou seja, 120 km/h) e os participantes precisavam realizar uma série de movimentos " <i>front-foot</i> ", dirigindo seus lançamentos em uma zona alvo colocada na posição mediana. Duas câmeras Phantom de alta velocidade foram usadas para capturar a cinemática do bateador. Cada câmera foi conectada via cabos a uma caixa que, por sua vez, estava conectada a um computador. Um marcador de evento LED ligado a um " <i>gate</i> " infravermelho localizado na abertura da

Research, Inc., Wayne, Nova Jersey, EUA n = 1			máquina de lançamento de bola e posicionado no campo de visão das câmeras de alta velocidade foi usado para sinalizar o tempo de lançamento da bola. O tempo de início do movimento do bateador em relação ao tempo de liberação da bola foi então determinado.
--	--	--	---

DC: disponível comercialmente; S: sim; ?: não mencionou se está disponível comercialmente; bpm: batidas por minuto; n: número de estudos; TTL: lógica transistor-transistor (transistor-transistor logic); OVNI: objeto voador não identificado.

A maioria dos estudos (n = 21, 45,7%) utilizou um instrumento comercialmente disponível; em mais de 39% dos estudos (n = 18), os pesquisadores desenvolveram um programa de computador personalizado para gerar o estímulo e controlar as respostas.

O Bassin foi utilizado em 14 estudos (30%), a maioria deles em sua configuração padrão (três seções de trilha e um botão para registrar a resposta). Alguns estudos fizeram algumas adaptações para deixar a tarefa mais real; por exemplo, Clarke e Duncan (2016) e Kim *et al* (2013) usaram um feixe fotoelétrico alinhado verticalmente abaixo do ponto alvo para que os participantes pudessem usar uma raquete de badminton e uma luva de beisebol em um cenário realista de bola, respectivamente. Rodrigues *et al* (2012) propuseram uma tarefa de maior complexidade e conectaram a trilha do Bassin a uma plataforma de 60 cm x 72 cm na qual seis botões foram colocados em uma sequência; os participantes tiveram que pressionar os cinco botões sequencialmente (1-2-3-4-5) em uma velocidade tal que o último botão a ser pressionado (perto do final da trilha) deveria coincidir com a chegada do estímulo em movimento no último LED.







Outros instrumentos são muito parecidos com o Bassin, como a trilha eletrônica do *Applied Office* e os instrumentos personalizados propostos por Pinheiro *et al* (2015), Torriani-Pasin *et al* (2013), Fonseca *et al* (2012), Dascal e Teixeira (2016) e Renzi, Bovier e Hammond (2013).


A Tabela 3 resume as informações para cada estudo incluído na revisão (46 estudos). A tabela inclui informações sobre os participantes em cada estudo, incluindo o tamanho da amostra, idade e sexo. As informações restantes incluem os objetivos de cada estudo, o nome do instrumento de TTC específico usado em cada avaliação, como o instrumento foi aplicado (posição, tipo de estímulo, velocidade do estímulo, distância percorrida pelo estímulo, direção do estímulo, posição alvo e

dispositivo usado para resposta), e como o participante foi posicionado em relação ao estímulo (sentado ou em pé).



**Tabela 3:** Resumo das principais características dos estudos selecionados (ordem de publicação).




Estudo	Objetivo	Descrição da amostra (tipo da amostra, idade, sexo)	Modelo TTC	Pos	Tipo	Vel.	Dist.	DE	PA	Disp.	PP
Antunes <i>et al</i> (2017)	Efeitos da prática de jogos em um ambiente RV sobre a solidão entre idosos	Idosos 50-?? anos F e M  Protocolo de estudo	Programa de computador customizado: <i>Team Bridge Games</i>	Vt	Cubos 3D	400 ms	?	↓	#10	Teclado e Webcam	Sen.
Fornier-Cordero <i>et al</i> (2017)	Aprendizagem com carga e sem carga	60 AS 18-40 anos 25 F, 35 M	Programa de computador customizado <sup>1</sup>	Vt	Cubos 3D	4.5, 2.7 s	?	↓	#10	Webcam	Sen.
Monteiro <i>et al</i> (2017)	Aprendizagem motora durante uma tarefa de RV	20 SD 20 DT 14-30 anos 18 F, 22 M	Programa de computador customizado: <i>Team Bridge Games</i>	Vt	Cubos 3D	400 ms	?	↓	#10	Teclado e Webcam	Sen.
Cacola <i>et al</i> (2016)	Défice de modelagem interna com e sem ferramentas	25 TCD 23 DT 7-13 anos 21 F, 27 M	Programa de computador customizado <sup>5</sup>	H	Círculo 2 cm	2 cm cada 500 ms	Máx alcançada	↓↑	10, 20, 30, 40 cm	Botão	Sen.
Clarke e Duncan (2016)	Efeito do carboidrato e cafeína	12 jogadores de Badminton 28 ± 9 anos 12 M	Bassin Modelo 35575	Dg (70-180 cm)	LED	3 mph, 5 mph	2.24 m	Em dir A	#48	Raqueete com sensor fotoelétrico	Em pé
Dascal e Teixeira (2016)	Habilidades motoras na manutenção do desempenho do motor	20 AS 19-29 anos 64 idosos jogadores de tênis, corredores e praticantes de	Instrumento customizado <sup>6</sup>	H	LED	3 m/s	2 m	Em dir A	2 m	Medidor de tensão	Em pé


		exercícios 60-82 anos 40 F, 44 M										
Duncan <i>et al</i> (2016)	Modelo de catástrofe	18 AS 23.6 ± 4.2 anos 10 F, 8 M	Bassin Modelo 35575	H	LED	8 mph	2.24 m		#13	Botão	Em pé	
Ikudome <i>et al</i> (2016)	Funções cognitivas em programa de exercícios	170 idosos 52-81 anos 121 F, 49 M	Programa de computad or customiza do <sup>7</sup>	H	?	?	1.5 s		1.5 s	Tecla Enter	Se n.	
Moura <i>et al</i> (2016)	Aprendiza gem em dinâmicas diferentes	4 AS 4 M	Programa de computad or customiza do <sup>1</sup>	Vt	Cubo s 3D	4.5, 2.7 s	?		#10	Webca m	Se n.	
Ohta (2016)	Efeitos das velocidad es de aproxima ção na produção de força	20 AS 21.0 ± 1.4 anos 20 M	<i>Electronic trackway</i> Modelo AO-1M	H	LED	4, 8, 12 ms <sup>-1</sup>	4 m		#20 0	Dinam ômetro	Em pé	
Ota <i>et al</i> (2016)	Atualizaç ão do planejam ento motor	15 AS 21.3 ± 3.9 anos 3 F, 12 M	Programa de computad or customiza do <sup>2</sup>	H	Pista Visu al	?	14"	Fixo	2.3 s	Botão	?	
Ceylan e Saygin (2015)	Treiname nto Proprioce ptivo	42 AS 21.8 ± 1.8 anos	Bassin Modelo 50575	?	LED	3, 5, 8 mph	?	?	?	?	?	
Duncan <i>et al</i> (2015a)	Desempe nho em estímulos em alta velocidad es	16 idosos 65.6 ± 4.1 anos 7 F 9 M	Bassin Modelo 35575	H	LED	3, 8 mph	2.24 m		#13	Botão	Em pé	
Duncan <i>et al</i> (2015b)	Fadiga mental	8 jogadores de rúgbi, futebol e basquetebo l 24.8 ± 4.1 anos 1 F, 7 M	Bassin Modelo 35575	Vt	LED	5 mph	2.24 m	Em dir A	#13	Botão	Em pé	
Lewthwaite <i>et al</i> (2015)	Escolhas e aprendiza gem motora	30 AS 21.1 ± 2.02 anos 12 F, 18 M	Bassin Modelo ?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Nakamoto <i>et al</i> (2015)	Batedores experient	18 jogadores de baseball	<i>Electronic trackway</i> Modelo	H	LED	10, 15 m/s	4 m		#20 0	Chave manua l	Se n.	

	es extrapola m cognitiva mente a localizaçã o de um objeto em moviment o rápido	20–22 anos 18 M	AO-5N									
Ohta <i>et al</i> (2015)	Caracterí sticas da ativação muscular	11 jogadores de baseball 21.1 ± 0.8 anos 11 M	<i>Electronic trackway</i> Modelo AO-5N	H	LED	4, 8 m/s	4 m	Em dir A	#20 0	Bastão	Em pé	
Olivier <i>et al</i> (2015)	Dissocian do os aspectos cognitivos dos motores	11 PC 51 CS 10.5 anos 13 AS 25.5 anos 7 F, 6 M	Sequênci a musical (som tambor) <sup>8</sup>	1) Som 2) H	1) Som 2) Flor 3 cm diâm etro	65, 85, 105 bpm	-	1) Fre nte 2) 	8ª not a	1) Microf one 2) Obtura dor metálic o	Se n.	
Ota <i>et al</i> (2015)	Relaciona mento dos planos de ação e configura ção da função de ganho	37 AS 24.7 ± 4.27 anos 10 F, 27 M	Programa de computad or customiza do <sup>2</sup>	H	Pista visua l	?	14"	Fix o	2.3 s	Botão	?	
Pinheiro <i>et al</i> (2015)	Habilidad e no processo adaptativ o da aprendiza gem motora	22 CS 9.7 ± 0.7 anos 11 F, 11 M	Programa de computad or customiza do <sup>3</sup>	Dg	LED	168. 4, 155. 4, 144. 3, 137. 7, 126. 3, 118. 9 cm/s	2 m	Em dir A	#90	Tecla de respos ta	Se n.	
Sasada <i>et al</i> (2015)	Percepçã o de cor	24 jogadores de baseball 20-23 anos 24 M	Programa de computad or customiza do <sup>9</sup>	H	23.5 cm diâm etro	22.5 m/s	9 m	Em dir A	9 m	Bastão ou botão	Em pé	
Chiviaco wsky (2014)	Feedback autocontr olado	28 AS 22.5 ± 3.3 anos 12 F, 16 M	Bassin Modelo 35575	?	LED	20 mph	2.28 m	?	#48	Botão	Se n.	
Duncan <i>et al</i> (2014)	Efeito da ingestão de caféina	13 AS 20 ± 2 anos 7 F, 5 M 13 idosos	Bassin Modelo 35575	Vt	LED	5 mph	2.24 m	Em dir A	#13	Botão	?	

		68 ± 6 anos 9 F, 3 M										
Koshizawa <i>et al</i> (2014)	Efeitos na região cortical	12 AS 22.5 ± 1.6 anos 2 F, 10 M	<i>Digital Speed Anticipation Reaction Tester</i>	Vt	3.3 cm	16.5 cm/s	25 cm	↓	Final	Botão	Sen.	
Monteiro <i>et al</i> (2014)	Desempenho em ambiente virtual generalizado para real	32 PC, 32 DT 11-28 anos 16 F, 48 M	Programa de computador customizado <sup>1</sup>	Vt	Cubos 3D	1.78, 2.02 m/s	?	↓	#10	Teclado e Webcam	Sen.	
Ohta <i>et al</i> (2014)	Efeitos do aquecimento no ajuste da atividade muscular do membro superior	7 jogadores de basebal 21.3 ± 0.8 anos 7 M	Electronic trackway Modelo AO-5N	H	LED	4, 8 m/s	4 m	Emir A	#200	Bastão	Empé	
Quadro <i>et al</i> (2014)	Aprendizagem motora e adaptação durante uma perturbação mecânica	16 AS 18-40 anos 6 F, 10 M	Programa de computador customizado <sup>1</sup>	Vt	Cubos 3D	1.78, 2.02 m/s	?	↓	#10	Webcam	Sen.	
Abe e Sternad (2013)	Aprendizagem na estrutura distributiva e temporal	13 AS 23-48 anos 3 F, 10 M	Programa de computador customizado <sup>10</sup>	H	Círculo 1.5 cm	Gera do pelo participante	Gera do pelo participante		50 cm acima	Chave de contato	Empé	
Duncan <i>et al</i> (2013)	Efeito da intensidade do exercício em diferentes velocidades de estímulo	14 AS 24.1 ± 4.9 anos 3 F, 11 M	Bassin Modelo 35575	H	LED	3, 5, 8 mph	2.24 m	←	#13	Botão	Empé	
Kim <i>et al</i> (2013)	Efeitos da idade, posição do alvo e velocidade do estímulo	60 jogadores de basebal, futebol, basquete, voleibol, tênis, ou hockey 11-18 anos 60 M	Bassin Modelo 50575	Dg 10°	LED	7.60, 8.49, 9.83, 12.07 ms <sup>-1</sup>	2.82 m	Emir A	#48	Luvas de basebal	Empé	
Kirazci (2013)	Efeitos do feedback	50 AS 15-17 anos	Bassin Modelo ?	?	LED	2 mph	1.45 m	Frete	#32	Botão	Sen.	

	verbal e visual	25 F, 25 M										
Koshizawa <i>et al</i> (2013)	Padrões de banda beta	10 AS 21–23 anos 10 M	Digital Speed Anticipation Reaction Tester	Vt	3.3 cm	16.5 cm/s	25 cm		End	Botão	Sen.	
Ota <i>et al</i> (2013)	Relação entre sensibilidade ao risco e desempenho da tarefa	12 SA 28.8 ± 8.7 anos 6 F, 6 M	Programa de computador customizado <sup>2</sup>	H	Pista visual	?	?	Fixo	2.3 s	Botão	?	
Renzi, Bovier e Hammond (2013)	Luteína e zeaxantina podem influenciar as respostas visuomotoras	106 AS 18–30 anos 73 F, 33 M	Programa de computador customizado <sup>11</sup>	H	LED	5, 10, 15, 20 mph	10.1 pés	?	#120	Botão	?	
Rothenberg-Cunningham e Newell (2013)	Velocidade e estratégia de precisão relacionada à idade de crianças, adolescentes e adultos	40 DT 7–20 anos 18 F, 22 M	Programa de computador customizado <sup>12</sup>	Dg 60°	25 x 25 pixels	30, 40, 50, 60 m/s	432 x 324 mm		Determinado pelo participante	Caneta sem fio	Sen.	
Torriani-Pasin <i>et al</i> (2013)	Desempenho de indivíduos com SD	16 SD, 16 DT 20 ± 5 anos	Programa de computador customizado <sup>3</sup>	Dg	LED	18 m/s	2.07 m	Emir A	#96	Sensor	Sen.	
Akpinar <i>et al</i> (2012)	Acurácia de atletas de diferentes esportes com raquete	90 jogadores de badminton, and tênis de mesa 12.4 ± 1.3 anos 45 F, 45 M	Bassin Modelo 50575	H	LED	1, 3, 5 m/s	2.24 m	Emir A	#48	Botão	Sen.	
Chiviacko <i>et al</i> (2012)	Manipular a percepção dos participantes sobre o “bom” desempenho e os	51 DT 21.8 ± 3.4 anos 24 F, 27 M	Bassin Modelo 35575	Frontal	LED	20 mph	2.28 m	Emir A	#48	Botão	Sen.	

	efeitos diferenciais na aprendizagem										
Fonseca <i>et al</i> (2012)	A prática extensiva contribui para a adaptação a perturbações imprevisíveis em uma habilidade motora sequencial	34 AS 18-35 anos 18 F, 16 M	Programa de computador customizado <sup>3</sup>	Dg 30°	LED	?	1.83 m	Em dir A	#96	Caixa de resposta	Em pé
Masaki <i>et al</i> (2012)	Mecanismos neurais subjacentes ao controle de tempo e desempenho	16 jogadores de basebal 19-23 anos 16 M	Programa de computador customizado <sup>13</sup>	Círculo	Ponteiro de relógio	420, 570 ms/ciclo	61 mm diâmetro		Posição de 12:00 no relógio	Chave sensível à força	Sen.
Nakamoto <i>et al</i> (2012)	Influência dos desajustes objetivo-subjetivos no balanço de batedores	8 jogadores de basebal 19-22 anos 8 M	Electronic trackway Modelo AO-5N	H	LED	4, 8 m/s	4 m	Em dir A	#200	Bastão	Em pé
Rodrigues <i>et al</i> (2012)	Efeito da velocidade e do estímulo na assimetria manual durante o planejamento e execução	110 AS 18-30 anos 55 F, 55 M	Bassin Modelo 50575	Dg 30°	LED	2, 4 mph	1.52 m	Em dir A	#32	Botão	Sen.
Ilmane e Larue (2011b)	Antecipação e ajustes posturais	10 AS 29.7 ± 3.7 anos	Programa de computador customizado <sup>4</sup>	Vt	Espiral 3D	?	19"		510 ms	Chave de contato	Em pé
Ilmane e Larue (2011a)	A preparação e a	10 AS 27.3 + 4.2 anos	Programa de computador	Vt	Barras Verticais	720, 1200	4 cm		4 cm	Chave de contato	Em pé

	execução do movimento modulamos ajustes posturais antecipados / coordenação focal do movimento	10 M	dor customizada <sup>4</sup>		cal	3000 ms				o	
Sanders e Sinclair (2011)	Diferença na acurácia e precisão em relação ao sexo	157 AS +18 anos 64 F, 93 M	Programa de computador customizado <sup>14</sup>	Obl	OVN	5 s	?		5 s	Barra de espaço	Sen.
Weissensteiner et al (2011)	Diferenças na habilidade e interceptiva	21 batedores de cricket 20.3-37.8 anos 21 M	Programa de computador customizado com máquina de lançar bolas <sup>15</sup>	H	Bola de críquete sintética	120 km/h	?	Em dir A	2 m	Bastão	Em pé

1, 2, 3, 4: Aparentemente trata-se do mesmo instrumento, mas não está claro se é exatamente o mesmo em todos os artigos; Pos: posição do instrumento; Tipo: tipo de estímulo; Vel.: velocidade do estímulo; Dist.: distância percorrida pelo estímulo; DE: direção do estímulo; PA: posição do alvo; PP: posição do participante; TTC: tarefas de timing coincidente; Sen.: sentado; Dg: diagonal; Vt: vertical; H: horizontal; Obl: oblíqua; #: número; ?: Não mencionado; bpm: batidas por minuto; s: segundos; ms: milissegundos; m: metro; F: feminino; M: masculino; AS: adultos saudáveis; TCD: transtorno do desenvolvimento da coordenação; DT: desenvolvimento típico; PC: paralisia cerebral; Em dir A: em direção a; CS: crianças saudáveis; SD: síndrome de Down; Max: máximo.

A maioria dos estudos (n=40, 89,1%) descreveu participantes saudáveis, totalizando 1.647 pessoas (as idades variaram de 7 a 82 anos e a distribuição dos sexos foi de 647 do sexo feminino, 872 do sexo masculino e 128 não mencionou o sexo). Destes, 84 eram jogadores de baseball (em seis estudos) (MASAKI *et al*, 2012; NAKAMOTO *et al*, 2012; OHTA *et al*, 2014; NAKAMOTO *et al*, 2015; OHTA *et al*, 2015; SASADA *et al*, 2015) e 191 eram atletas de outros esportes (cinco estudos) (WEISSENSTEINER *et al*, 2011; AKPINAR *et al*, 2012; KIM *et al*, 2013; DUNCAN *et al*, 2015b; CLARKE e DUNCAN, 2016). Em quatro estudos, participaram uma população de 263 idosos (DUNCAN *et al*, 2014; DUNCAN *et al*, 2015a; DASCAL e TEIXEIRA, 2016; IKUDOME *et al*, 2016). O estudo de Antunes *et al* (2017) será com

indivíduos com idade igual ou superior a 50 anos em um centro de referência de idosos. Apenas cinco estudos utilizaram participantes com paralisia cerebral (MONTEIRO *et al*, 2014; OLIVIER *et al*, 2015) ou síndrome de Down (TORRIANI-PASIN *et al*, 2013; MONTEIRO *et al*, 2017) ou crianças com transtorno do desenvolvimento da coordenação (CACOLA *et al*, 2016).

Na maioria dos estudos (n=22, 47,8%) os participantes realizaram a TTC em uma posição sentada, e em outros estudos (n=17, 37,0%) estavam em pé. Em sete estudos (15,2%) não foi possível identificar a posição de execução do participante (OTA *et al*, 2013; RENZI *et al*, 2013; DUNCAN *et al*, 2014; CEYLAN e SAYGIN, 2015; LEWTHWAITE *et al*, 2015; OTA *et al*, 2015; 2016).

## DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática identificou 46 estudos em que as tarefas de timing coincidente (TTC) foram avaliadas. Entre os resultados obtidos, deve-se ressaltar que quase metade dos estudos usaram um instrumento disponível comercialmente (Bassin Anticipation Timer, Electronic trackway da Applied Office e o Digital Speed Anticipation Reaction Tester) e que pessoas saudáveis e atletas eram os participantes mais frequentemente testados.

Observamos uma clara predominância de instrumentos comercialmente disponíveis nos estudos selecionados. Isso pode ser porque a validade das avaliações com base em programas personalizados de computador é muitas vezes questionada, e os tempos registrados por eles podem ser influenciados pelo sistema operacional e hardware (CROGETTA e ANDRADE, 2015). Não encontramos nenhum estudo de validação dos instrumentos utilizados, nem mesmo entre aqueles que estão comercialmente disponíveis.

A revisão realizada por Sanders (2011) mostrou que a maioria dos estudos relacionados às TTC e envolvendo diferenças entre os sexos utilizou o Bassin Anticipation Timer (29 estudos) ou outras tarefas diferentes (12 estudos) e apenas duas tarefas usadas no mundo real. Em nossa revisão, observamos um aumento de estudos utilizando um ambiente mais real (WEISSENSTEINER *et al*, 2011; NAKAMOTO *et al*, 2012; KIM *et al*, 2013; OHTA *et al*, 2014, 2015; OLIVIER *et al*, 2015; SASADA *et al*, 2015; CACOLA *et al*, 2016; DASCAL e TEIXEIRA, 2016) incluindo ambientes que empregam realidade virtual (ILMANE e LARUE, 2011b;

ABE e STERNAD, 2013; MONTEIRO *et al*, 2014; QUADRADO *et al*, 2014; MOURA *et al*, 2016; ANTUNES *et al*, 2017; FORNER-CORDERO *et al*, 2017; MONTEIRO *et al*, 2017).

Houve uma predominância de estudos com uma população de atletas e adultos saudáveis, e outras populações foram pouco exploradas, como seria esperado na população idosa. Estudos demonstraram que as velocidades do estímulo desempenharam um papel importante, sendo que o exercício melhora o desempenho do tempo quando a velocidade do estímulo é lenta, mas reduz o desempenho quando a velocidade do estímulo é rápida (DUNCAN *et al*, 2015a). Da mesma forma, a ingestão aguda de cafeína influencia positivamente o desempenho na TTC em adultos mais velhos e, portanto, é útil para adultos mais velhos para aumentar a capacidade de realizar tarefas que envolvam ações de interceptação (DUNCAN *et al*, 2015a).

Atualmente, vários novos e promissores instrumentos para avaliar o desempenho em TTC foram desenvolvidos, mas ainda não foram testados quanto às suas propriedades de validade e confiabilidade nas diferentes populações.

Esta revisão enfatizou que os instrumentos com TTC são usados em diferentes configurações e empregam diferentes estímulos, direções e velocidades. Como resultado, é provável que, apesar dos elementos comuns encontrados na TTC, não existe método padrão para a avaliação de TTC. Portanto, é necessário validar métodos e instrumentos para medir TTC para formar uma linha de base.

## **CONCLUSÃO**

Esta revisão forneceu não apenas uma lista de ferramentas usadas na mensuração de resultados para tarefas de timing coincidente (TTC), mas também uma avaliação sistemática de suas propriedades de medição. A tentativa dos pesquisadores de encontrar um novo instrumento para a medição TTC foi evidente, especialmente com o uso do computador. A síntese de evidências levou em consideração a disponibilidade de ferramentas e o padrão de apresentação do estímulo. Em resumo, o Bassin Anticipation Timer continua a ser o instrumento padrão para uso em medições de TTC, e já existem tentativas de desenvolver aplicativos baseados em computador que podem substituir este instrumento, mas nenhum deles até o momento apresentou a validação necessária.

## RECOMENDAÇÕES DE PESQUISA

1. Desenvolver uma ferramenta para medir o tempo de coincidência ou antecipação com validade cuidadosa de conteúdo para diferentes populações.
2. Validar as medidas de *timing* coincidente em diferentes populações simultaneamente com o padrão ouro Bassin.
3. Estabelecer um protocolo para o uso de medidas de *timing* coincidente em diferentes populações.
4. Estudar crianças, adolescentes e indivíduos com deficiências no desenvolvimento, além de adultos saudáveis.

### 3.3 Manuscrito 3 – Comparação do desempenho funcional entre tarefas real e virtual em idosos

Publicado na *Medicine* com o título *Functional Performance Comparison between Real and Virtual Tasks in Older Adults*.

Enviado: setembro de 2017 / Aceito: 22 de dezembro de 2017.

BEZERRA, I. M. P., et al. *Medicine* (2018).

<http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000009612>

#### RESUMO

**Introdução:** O processo de envelhecimento natural afeta diretamente as atividades da vida diária levando a disfunções psicológicas e motoras, afetando as relações que os adultos mais velhos têm com a sociedade, bem como a não aceitação do estado de envelhecimento e a possibilidade de permanecer dentro de casa. Portanto, a possibilidade de realizar tarefas virtuais pode estimular a prática de habilidades motoras e cognitivas, beneficiando a melhoria funcional e iniciando o contato de idosos com a tecnologia moderna. **Objetivo:** Avaliar se uma tarefa praticada no ambiente virtual pode proporcionar melhor desempenho do que a mesma tarefa em ambiente real e se a execução de uma tarefa em ambiente virtual pode permitir a transferência para a mesma tarefa em ambiente real e vice-versa. **Método:** Avaliamos 65 adultos mais velhos de ambos os sexos, com idade entre 60-82 anos (M = 69,6, DP = 6,3). Aplicamos uma tarefa de *timing* coincidente para medir a capacidade perceptual-motora para executar uma resposta motora em sincronia com a chegada de um objeto em movimento. Os participantes foram divididos em dois grupos: um grupo começou em uma interface real (*Bassin Anticipation Timer*) e o outro grupo começou em uma interface virtual (jogo virtual em computador). Cada participante usou a mão dominante para realizar as tarefas (todos destros), realizando 20 tentativas para aquisição, 5 tentativas de retenção e 5 tentativas para transferência na interface inicial (real ou virtual) e, em seguida, executando esse mesmo protocolo na interface oposta. **Resultados:** Em relação ao erro constante para todas as tarefas e fases do protocolo, os adultos mais velhos apresentaram tendência para atrasar o movimento. Os erros absolutos e variáveis mostraram uma melhoria de desempenho significativa na interface virtual desde o início até o final da prática da tarefa, com capacidade para reter e com um

desempenho muito maior na transferência com aumento da velocidade. No entanto, essa melhoria não foi observada para a interface real, já que os participantes estavam perto do máximo desempenho desde o início da tarefa. Os resultados também não mostraram efeitos de transferência entre as interfaces, o que significa que a prática em uma interface não permite um melhor desempenho na outra interface tanto para o real quanto para o virtual. **Conclusão:** o ambiente virtual mostrou proporcionar melhorias no desempenho com a prática, retenção e desempenho muito maior para transferência com maior velocidade para os adultos mais velhos. Além disso, o uso de tarefas com uma interface de ambiente virtual para transferência para uma interface de ambiente real parece ter um futuro promissor na reabilitação de adultos mais velhos, mas os resultados usando uma tarefa de *timing* coincidente não mostrou a transferência entre os ambientes e, portanto, essa tecnologia deve ser usada com precaução.

**Palavras-chave:** adultos mais velhos; realidade virtual; idosos; tarefas em computador.

## INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2014), a população mundial de indivíduos com mais de 60 anos nas próximas décadas aumentará dos atuais 841 milhões para 2 bilhões até 2050, tornando as doenças crônicas e o bem-estar dos idosos um novo desafio à saúde pública global.

O declínio na função física é uma característica comum da idade avançada e tem resultados importantes em termos de saúde física relacionados à qualidade de vida, quedas, uso de cuidados com a saúde, cuidados em casa e mortalidade. O envelhecimento geralmente é acompanhado pela deterioração das habilidades físicas, como força muscular, sensibilidade sensorial e capacidade funcional (PARK e YIM, 2016). O processo de envelhecimento natural afeta diretamente as atividades diárias que levam à disfunção psicológica, social e econômica, afetando as relações que os adultos mais velhos têm com a sociedade, bem como a não aceitação do estado de envelhecimento e a possibilidade de permanecer dentro de casa.

A este respeito, a maioria dos idosos tende a ter doenças crônicas e alguns apresentam outras condições, como a probabilidade comprovada de início de

doenças degenerativas crônicas, problemas musculoesqueléticos e neurológicos (FREEDMAN et al, 2002). Apesar da perda funcional, estudos mostraram que os adultos mais velhos têm a capacidade de adquirir novas habilidades, incluindo desempenho semelhante aos adultos jovens. Outros estudos (SMITH et al, 2005; SKJAERET et al, 2016) mostraram que, apesar das pequenas diferenças demonstradas na velocidade de aprendizagem entre adultos jovens e adultos mais velhos, o grau de aprendizagem foi semelhante para ambos os grupos. Além disso, a aquisição de novas habilidades motoras finas para adultos mais velhos pode ser preservada por anos sem alteração. Considerando a capacidade de adquirir novas tarefas de desempenho, realizar tarefas virtuais oferece a possibilidade de estimular a prática de habilidades motoras e cognitivas, beneficiando a melhoria funcional e iniciando o contato de idosos com a tecnologia moderna.

Recentemente, foram introduzidos métodos de intervenção com realidade virtual (RV) proporcionando uma terapia agradável para adultos mais velhos (PARK e YIM, 2016). A RV e jogos de vídeo interativos surgiram como novas abordagens de tratamento em processos de reabilitação nos últimos dez anos (LAVIER et al, 2015) e permitem várias possibilidades em diferentes domínios de terapia (BENOIT et al, 2015). De acordo com Wang e Reed (2013), o uso da RV como ferramenta cognitiva e motora pode promover flexibilidade e controle na manutenção de tarefas, aumentando assim a probabilidade de transferência de habilidades adquiridas com segurança e eficiência. A RV permite que os indivíduos tenham experiências virtuais semelhantes à realidade (ZHANG et al, 2001). Várias tarefas apresentam metas predeterminadas através de cenas tecnologicamente simuladas onde os indivíduos devem reagir como se estivessem realizando ações na realidade (HOLM e PRIGLINGER, 2008).

A evidência da eficácia da RV na população de adultos mais velhos é escassa na literatura (MOLINA et al, 2014), especialmente em estudos que relatam aprendizagem motora com o uso de RV nesta população. Os estudos estão focados em: idosos saudáveis (RIBEIRO-PAPA et al, 2016); avaliação do controle postural associado à velocidade de movimento dos membros superiores, o que demonstra que os processos de antecipação e preditivos poderiam ser melhorados em idosos frágeis com deficiências funcionais substanciais (KUBICKI et al, 2014); melhorias no controle do equilíbrio e desempenho funcional em idosos que vivem de maneira independente (LAUFER et al, 2014). A maioria dos estudos está associada a

mudanças físicas e cognitivas com adultos mais velhos participando como grupo controle, como nos estudos de Leocani et al (2007), dos Santos Mendes et al (2012) e de Santis et al (2014) que investigaram o uso de RV em indivíduos pós-AVC, Parkinson e esclerose múltipla, respectivamente.

Considerando a escassez de pesquisas na população de idosos e devido ao potencial dos avanços tecnológicos com o uso da RV para melhorar as habilidades funcionais, o presente estudo pretende avaliar se uma tarefa em ambiente virtual permite a mesma performance quando transferida para uma tarefa similar em ambiente real em adultos mais velhos. Se as tarefas virtuais podem ser aprendidas e depois transferidas para o ambiente real, provavelmente haverá possibilidade de habilitação e reabilitação de adultos mais velhos que possam treinar e aprender novas tarefas com segurança e diversão proporcionadas pelo ambiente virtual, permitindo melhorias na transferência para tarefas reais.

Pode parecer simples realizar a tarefa em um ambiente virtual e fornecer transferência para o ambiente real; no entanto, certamente há ressalvas ao generalizar melhorias de desempenho em ambientes mais naturais (mais reais). Em ambientes virtuais, os participantes devem fingir que realizam uma tarefa específica. Conseqüentemente, o desempenho é geralmente relativamente abstrato e direcionado a objetos intangíveis. Portanto, é provável que o ambiente virtual estimule a organização espaço-temporal diferente quando comparado aos ambientes naturais (DE MELLO MONTEIRO et al, 2014).

Para examinar essas questões, utilizamos um programa de computador com RV (objetos 3D) que simula a tarefa do *Bassin Anticipation Timer* considerando uma tarefa de *timing* coincidente amplamente utilizada em diferentes publicações. A tarefa virtual realizada no computador usa o movimento das mãos em frente ao sensor Kinect® da Microsoft (ou seja, o participante executa um gesto) em vez de pressionar um botão para completar a tarefa. A principal preocupação é se o desempenho melhora em uma tarefa realizada em um ambiente virtual (mais abstrato, sem contato físico) e se há transferência para a mesma tarefa realizada em ambiente real (mais concreto e com contato físico) e vice-versa (DE MELLO MONTEIRO et al, 2014).

A diferença de interpretação de adultos mais velhos ao realizar uma tarefa virtual sem *feedback* tátil provavelmente influencia a aquisição e a retenção de tarefas de *timing* coincidentes. O *feedback* tátil pode incluir a sensação de toque e

também as características de rugosidade, temperatura e fricção superficial associadas ao objeto tocado (PARK et al, 2002). Os estudos de Yano et al (1998) e Spence (2003) afirmam que o uso de sensações táteis melhora a sensibilidade de outros estímulos presentes na mesma interação ambiental e fornece um canal de comunicação eficiente. Outros estudos (YANO et al, 1998; BURDEA, 1999; BURDEA et al, 2013) também apontam que a presença de monitoramento tátil influencia diretamente na percepção espacial, fazendo com que os adultos mais velhos, por exemplo, experimentem uma tarefa virtual com uma diminuição no número de erros no movimento à medida que eles percebem que eles estão em um ambiente seguro e controlado, ou apresentam dificuldades para a experiência em um ambiente desconhecido.

Assim, considerando o uso da RV em adultos mais velhos, dois fatores devem ser investigados: (1) se uma tarefa praticada em ambiente virtual pode proporcionar melhor desempenho do que a mesma tarefa em ambiente real; (2) se a execução de uma tarefa em ambiente virtual pode permitir a transferência para a mesma tarefa em ambiente real e vice-versa. As respostas poderiam modificar as tarefas de aprendizagem para adultos mais velhos e a RV poderia ser investigada como prática de várias tarefas voltadas para a melhoria do desempenho e a independência de adultos mais velhos.

## **MÉTODO**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa da Faculdade de Medicina da ABC sob o número de protocolo aprovado 39396814.9.1001.0082 e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

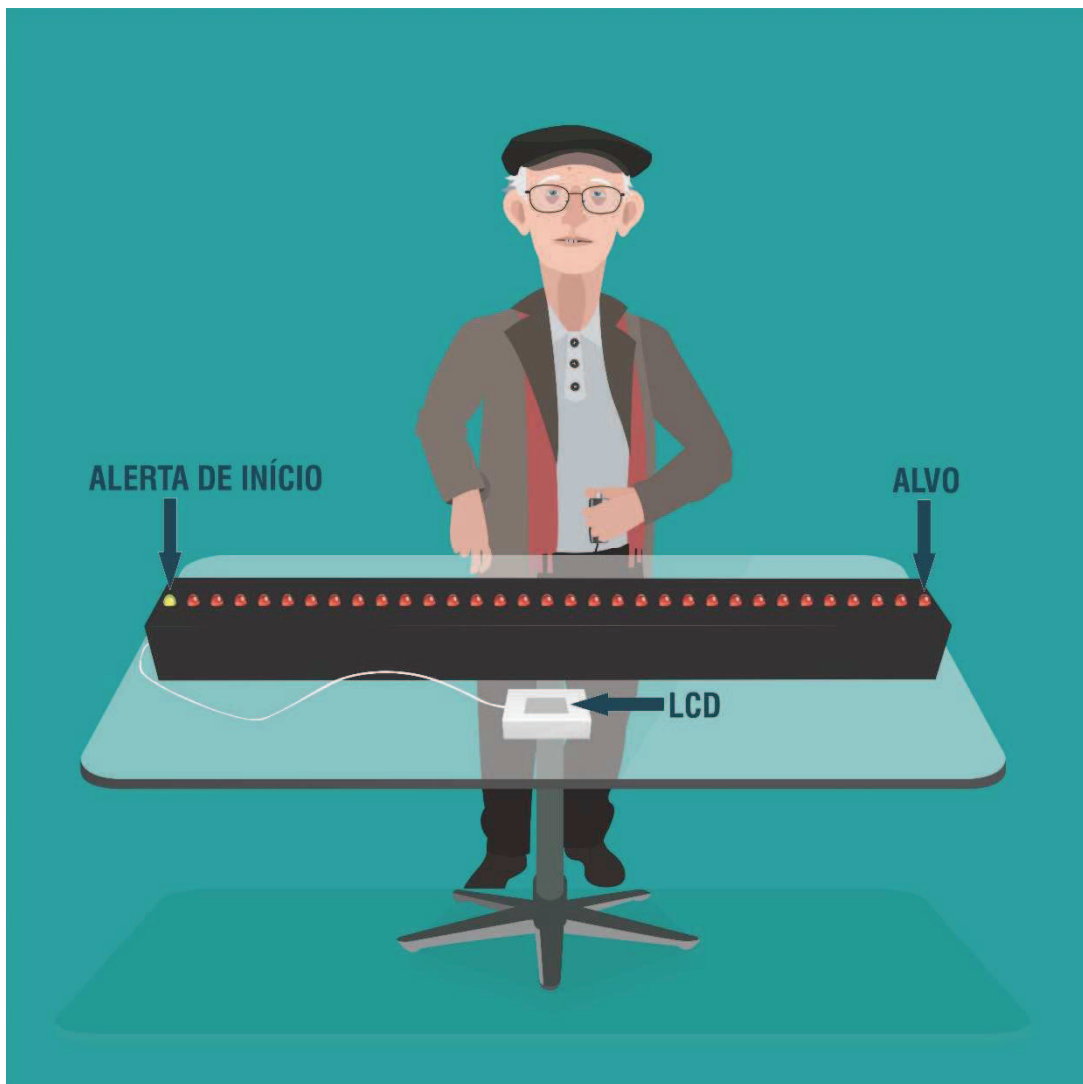
Sessenta e cinco adultos mais velhos de ambos os sexos (12 homens e 53 mulheres) com idade entre 60-82 anos (definição utilizada pela Organização Mundial de Saúde) com idade média de 69,6 anos (DP = 6,3) foram incluídos para participar no estudo. Outro critério de inclusão incluiu condições cognitivas e motoras saudáveis para compreender e realizar a atividade requerida, que consistiu em marcar mais de 24 pontos em um Mini Exame de Estado Mental administrado antes do teste.

## Instrumentos e Material

Aplicamos a tarefa de *timing* coincidente para medir a capacidade perceptual-motora para executar uma resposta motora em sincronia com a chegada de um objeto em movimento em um determinado ponto (BELISLE, 1963). Esta tarefa tem sido amplamente investigada, especialmente na área de aprendizagem motora. No estudo de Corrêa et al (2005), foram analisados diferentes enfoques do uso de tarefas de *timing* coincidente, por exemplo, prática variável, velocidade do estímulo, idade, sexo, nível de complexidade da tarefa, nível de habilidade e conhecimento do resultado. Para avaliar o aprendizagem motora dos participantes usando uma tarefa de *timing* coincidente, dois instrumentos com interfaces distintas foram aplicadas da seguinte maneira:

1. Ambiente real (AR): O *Bassin Anticipation Timer*, modelo 35580 (Lafayette Instrument, Indiana, EUA) foi usado para representar o ambiente real, como já utilizado em vários estudos (SHEA e ASHBY, 1981; WILLIAMS, 1985; WILLIAMS et al, 2001; HARROLD e KOZAR, 2002; SANTOS et al, 2003; OVERDORF et al, 2004; CORRÊA et al, 2005). Este instrumento foi desenvolvido para testar a área de acuidade visual relacionada à coordenação olho-mão e a antecipação. O participante foi instruído a acompanhar uma luz que viaja por uma trilha com 32 LEDs (duas trilhas com 16 LEDs vermelhos em cada uma). Um LED amarelo ficava iluminado por 0,5 segundos após o início de um teste e antes que as luzes corresse pelas trilhas. O participante devia antecipar a luz que atinge o alvo (último LED) e pressionar um botão para coincidir com a chegada desta luz ao alvo. A leitura de um marcador LCD exibe a diferença de tempo entre a resposta e a chegada da luz no alvo e indica se a resposta foi antecipada ou tardia (veja a Figura 1).

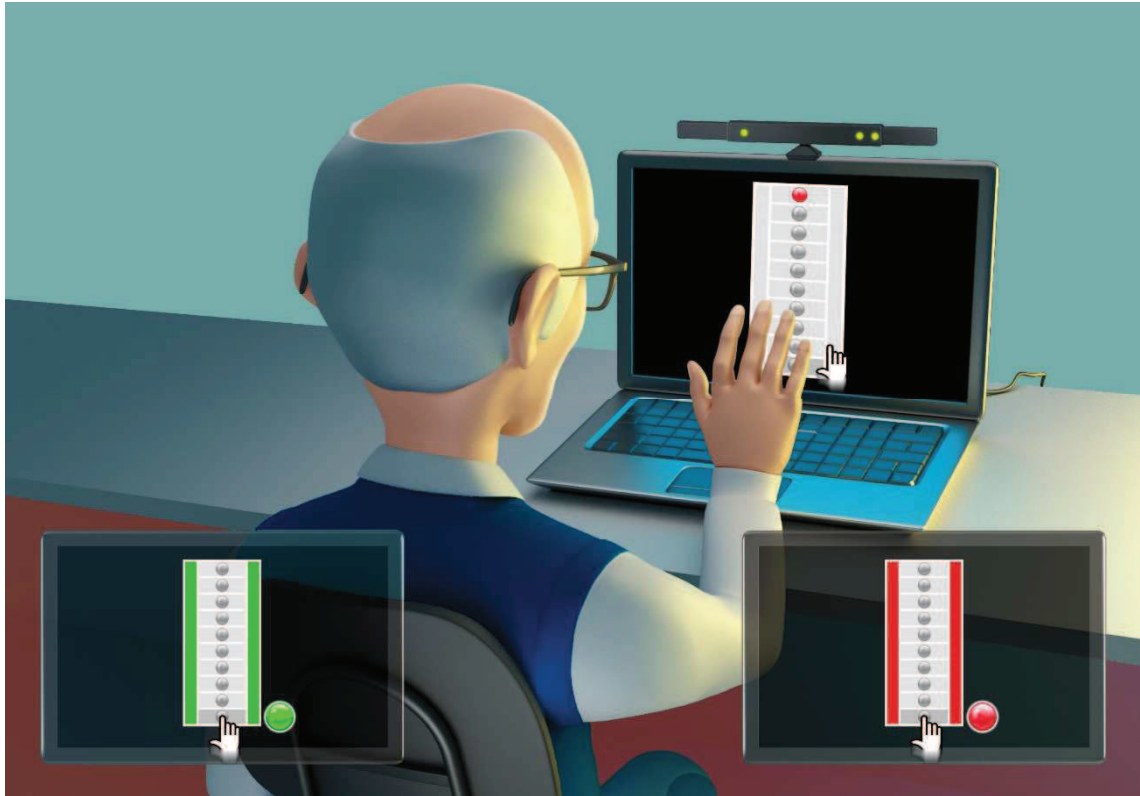
**Figura 1:** Tarefa de *timing* coincidente no ambiente real usando o *Bassin Anticipation Timer* modelo 35580.



**Fonte:** Do próprio autor.

2. Ambiente virtual (AV): Usamos uma tarefa virtual de *timing* coincidente com base no *Bassin Anticipation Timer*, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Eletrônica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (SILVA et al, 2013; de MELLO MONTEIRO et al, 2014) e atualizado pelo Laboratório de Sistemas de Informação da Universidade de São Paulo. No AV 10 bolhas representadas em 3D no computador são exibidas simultaneamente em uma coluna vertical. As bolhas mudam de cinza para vermelho sequencialmente (ou seja, de cima para baixo) simulando um movimento de queda até a última bolha alvo (décima bolha). A tarefa consistiu em um movimento da mão no ambiente virtual produzido pelo sensor Microsoft Kinect® no momento em que a luz atinge a bolha alvo, conforme proposto na tarefa de AR (veja a Figura 2).

**Figura 2:** Tarefa de *timing* coincidente no ambiente virtual. No centro, o participante aguardava a última bolha (alvo) iluminada. No detalhe (à esquerda), o participante atingiu a bolha alvo no mesmo instante da queda da bolha vermelha ( $\pm 200$ ms). No detalhe (à direita), o participante antecipou ou atrasou a chegada da bolha vermelha ao alvo.



**Fonte:** Do próprio autor.

### Procedimentos

Os participantes foram divididos em dois grupos: um grupo iniciou no AR (grupo AR) e o outro iniciou no AV (grupo AV). Cada participante usou a mão dominante para executar as tarefas (todos destros). A tarefa foi realizada em 20 tentativas para aquisição, 5 tentativas para retenção e 5 tentativas para transferência. Aquisição e retenção foram realizadas com a mesma velocidade e transferência com um aumento da velocidade. Ambos os grupos realizaram as tarefas nas duas interfaces. O desenho do estudo é apresentado na Figura 3.

Os pesquisadores forneceram uma explicação verbal padrão sobre o uso dos instrumentos antes que os participantes iniciassem as tarefas. Abaixo são descritas as tarefas de acordo com as interfaces.

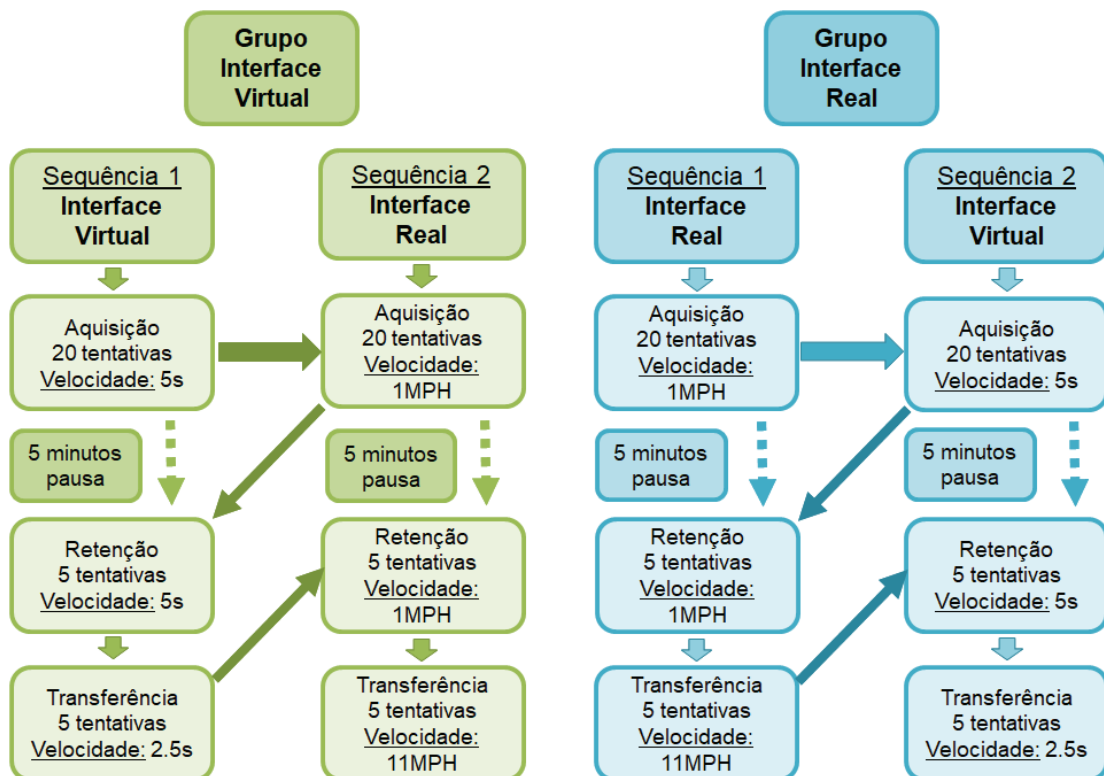
**Interface virtual (IV):** Os participantes foram sentados em uma cadeira na frente de um computador (MS Windows 64bits, Intel® Core™ i7-4810MQ CPU @ 2.80GHz) e sensor Kinect V1.0 (Figura 2-centro) para permitir a realização da tarefa. A imagem do participante era apresentada na parte superior direita do monitor e o

movimento da mão na tela principal. O movimento para alcançar a bolha foi obtido pelo sensor Kinect. O participante teve que mover a mão de forma que a representação virtual da sua mão passasse sobre a bolha alvo. Durante as tentativas de aquisição e retenção, as bolhas simularam um movimento de queda com a ativação e desativação das luzes em um intervalo de 500ms (nível 4) entre as posições, e na transferência o movimento foi de 250ms (nível 5) entre as posições .

**Interface real (IR):** Os participantes estavam de pé na frente do *Bassin Anticipation Timer* posicionado horizontalmente em uma mesa (Figura 1). A posição de pé foi usada na tarefa real para que o participante pudesse ver o movimento das luzes com facilidade. O participante foi orientado para pressionar o botão quando a luz alvo fosse atingida. O movimento da luz, com a ativação e desativação dos LEDs ocorreu em um intervalo de 1 MPH entre as posições para as fases de aquisição e retenção e em um intervalo de 11MPH para a transferência.

Devido à diferença no número de LEDs (AR) e bolhas (AV) entre as tarefas, para igualar o protocolo, o tempo entre o início e o final da tarefa foi o mesmo para todas as fases do estudo, ou seja, 5 segundos para aquisição e retenção e 2,5 segundos para transferência.

**Figura 3:** Desenho do estudo.



**Fonte:** Do próprio autor.

## **Análise de dados**

As variáveis dependentes foram o erro constante (EC), erro absoluto (EA) e erro variável (EV). O erro representa a diferença de tempo entre o LED alvo e o pressionamento do botão ou movimento da mão registrado na bolha alvo. A mediana foi calculada para blocos de cinco tentativas: na Aquisição A1, A2, A3 e A4; na Retenção R e na Transferência T. As variáveis dependentes foram submetidas a uma MANOVA 2 (sequência: AR primeiro, AV primeiro) por 2 (tarefa: IR, IV) por 2 (bloco) com medidas repetidas no último fator. Para o fator bloco, foram feitas comparações separadas para aquisição (primeiro bloco da aquisição A1 versus bloco final da aquisição A4), retenção (bloco A4 versus retenção R) e transferência (R versus bloco de transferência T). As comparações pós-hoc foram realizadas utilizando o teste LSD (menor diferença de significância) ( $p < 0,05$ ).

## **RESULTADOS**

Os resultados serão apresentados pelo desempenho em cada uma das fases da Aprendizagem Motora: aquisição, retenção e transferência.

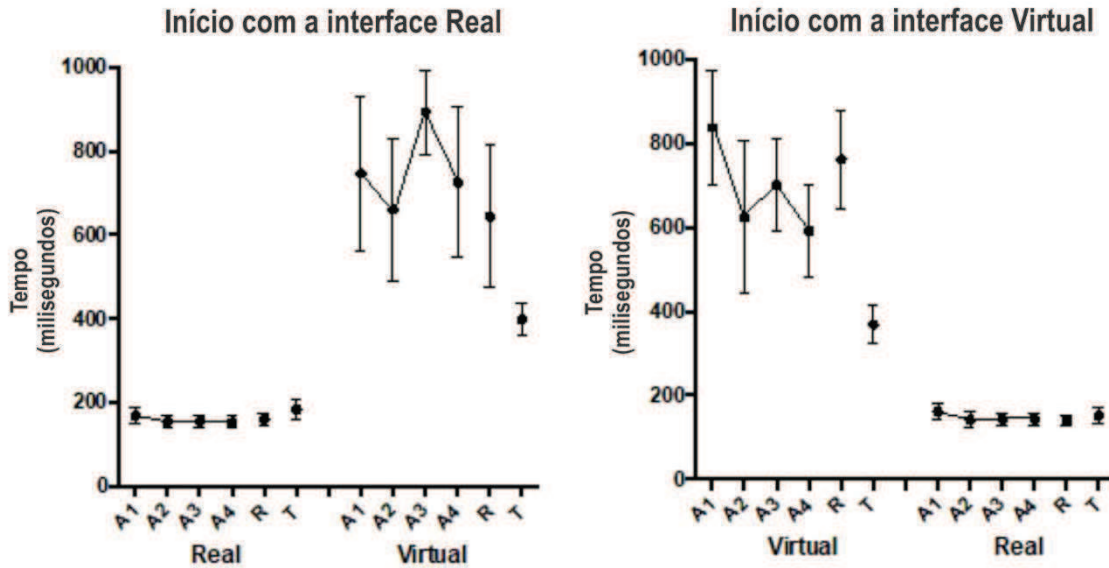
### **Aquisição**

O MANOVA revelou os seguintes efeitos significativos ao comparar os erros de temporização no primeiro bloco de aquisição A1 com erros no bloco final da aquisição A4: efeitos principais para tarefa (Wilks  $\lambda=0,183$ ,  $F(3,59)=87,5$   $p<0,001$ ,  $\eta^2=0,82$ ) e bloco (Wilks  $\lambda=0,826$ ,  $F(3,59)=4,14$ ,  $p=0,010$ ,  $\eta^2=0,17$ ). Não foram encontradas interações. Os seguimentos MR-ANOVAs separados para EC, EA e EV são relatados nas seções a seguir.

#### **Erro Constante (EC)**

A ANOVA de medidas repetidas para EC confirmaram efeito significativo para a tarefa,  $F(1,61)=47,8$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2=0,44$ . Este resultado mostra que, na tarefa real, todos os sujeitos responderam significativamente mais cedo (158 ms) em comparação com a tarefa virtual (732 ms) (Figura 4). Todos os participantes apresentaram tendência direcional para atraso.

**Figura 4:** Erro constante (ms) como função de bloco e tarefa para o grupo que começou com a tarefa real (esquerdo) e o grupo que começou com a tarefa virtual (direito). A1-A4: blocos de aquisição; R: bloco de retenção; T: bloco de transferência.

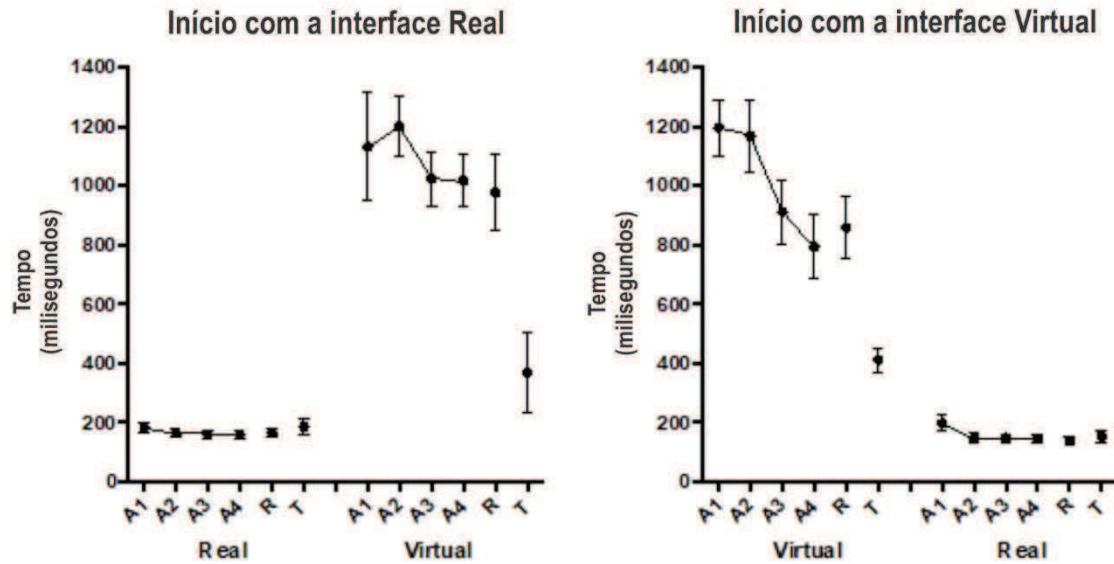


Fonte: Do próprio autor.

### Erro absoluto (EA)

O padrão do erro absoluto é ilustrado na Figura 5. A ANOVA de medidas repetidas para EA mostrou efeito significativo para a tarefa  $F(1, 61)=128,5$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2=0,68$ . Este resultado indicou que a tarefa real resultou em EA significativamente menor (174 ms) do que na tarefa virtual (1.025 ms). Foi encontrado um efeito principal para o bloco,  $F(1,61)=6,39$ ,  $p=0,014$ ,  $\eta^2=0,10$ , indicando que o EA diminuiu do primeiro bloco de aquisição A1 (677 ms) para o bloco de aquisição final A4 (522 ms). No entanto, a interação marginalmente significativa para tarefa por bloco,  $F(1,61)=3,67$ ,  $p=0,060$ ,  $\eta^2=0,06$  sugere que esse resultado pode ser devido ao desempenho de A1 a A4 na tarefa virtual (1.161 ms para 889 ms, respectivamente) e não na tarefa real (193 ms a 154 ms, respectivamente) de acordo com o teste pós-hoc.

**Figura 5:** Erro absoluto (ms) como função de bloco e tarefa para o grupo que começou com a tarefa real (esquerdo) e o grupo que começou com a tarefa virtual (direito). A1-A4: blocos de aquisição; R: bloco de retenção; T: bloco de transferência.

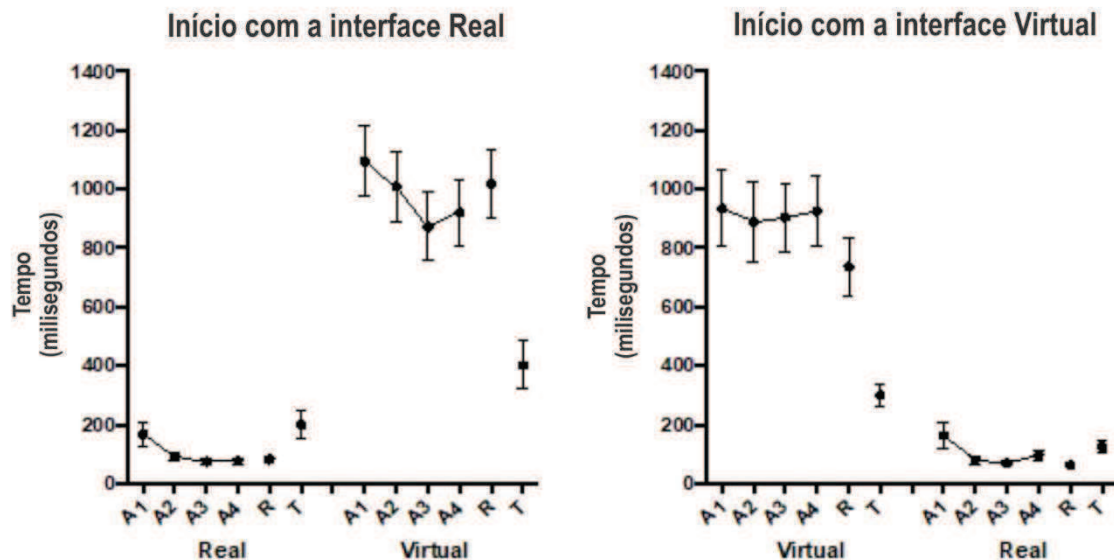


Fonte: Do próprio autor.

**Erro variável (EV)**

O padrão do erro variável durante a aquisição, retenção e transferência é representado na Figura 6. A ANOVA de medidas repetidas para EV confirmou efeitos principais significativos apenas para tarefa,  $F(1,61)=136,7$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2=0,69$ . Este resultado indica que para a tarefa virtual, o EV foi muito maior (940 ms) do que para a tarefa real (128 ms).

**Figura 6:** Erro variável (ms) como função de bloco e tarefa para o grupo que começou com a tarefa real (esquerdo) e o grupo que começou com a tarefa virtual (direito). A1-A4: blocos de aquisição; R: bloco de retenção; T: bloco de transferência.



## Retenção

O MANOVA que comparou os erros no último bloco da aquisição e o bloco de retenção não revelou nenhum efeito significativo ou interação. Não houve diferenças entre o último bloco de aquisição A4 e o bloco de retenção R para o EC, EA e EV (ver Figuras 4-6). Uma vez que estamos interessados apenas em que graus os efeitos da prática foram relativamente permanentes (ou seja, diferenças entre aquisição e retenção), não relatamos efeitos significativos que não envolvem o fator bloco (de fato, os efeitos para a tarefa foram semelhantes aos relatados na aquisição).

## Transferência

A MANOVA indicou diferenças nos erros de *timing* coincidente entre os blocos de retenção R e de transferência T (ver Figuras 4-6). Ou seja, foi revelado um efeito significativo para o bloco (Wilks  $\lambda=0,479$ ,  $F(3,60)=21,7$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2=0,52$ ), bem como uma interação significativa de bloco por tarefa (Wilks  $\lambda=0,727$ ,  $F(3,60)=7,50$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2=0,27$ ). As MR-ANOVAs de seguimento separados para EC, EA e EV são relatados nas seções a seguir.

### Erro constante (EC)

O erro constante durante os blocos de retenção R e o bloco de transferência T são mostrados na Figura 4. Para o EC, houve efeito significativo para bloco,  $F(1, 57)=6,58$ ,  $p=0,013$ ,  $\eta^2=0,10$  e bloco por tarefa  $F(1, 57)=10,2$ ,  $p=0,002$ ,  $\eta^2=0,15$ . As comparações pós-hoc indicaram que o EC foi menor no bloco de transferência T (285 ms) em comparação com o bloco de retenção R (428 ms). Este resultado, no entanto, foi devido aos participantes que realizaram a tarefa virtual (ou seja, 395 versus 698 ms) e não para a tarefa real (175 versus 158 ms). Todos os participantes apresentaram tendência direcional para atraso.

### Erro absoluto (EA)

De forma semelhante ao erro constante, houve efeitos significativos para bloco,  $F(1, 57)= 30,9$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2=0,35$  e interação significativa para o bloco por tarefa  $F(1, 57)= 29,2$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2=0,34$ . As comparações pós-hoc indicaram que o EA foi menor no bloco de transferência T (270 ms) em comparação com o bloco de retenção R (541 ms). Isso indica que esses resultados foram devidos aos participantes que realizaram a tarefa virtual (T = 362 versus R = 922 ms) sem diferença estatística para os participantes que fizeram a tarefa real (T = 177 versus R = 159 ms). Isso significa que todos os participantes tiveram a capacidade de

transferir a tarefa, com habilidade ainda melhor com aumento da velocidade para tarefa virtual (Figura 5).

### **Erro variável (EV)**

A ANOVA com medidas repetidas para EV confirmou efeitos significativos para bloco,  $F(1, 57) = 34,9$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,38$  e bloco por tarefa,  $F(1, 57) = 57,1$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,50$ . O erro variável foi menor no bloco de transferência T (239 ms) do que durante o bloco de retenção R (479 ms). Post-hoc indicou ainda que a diminuição do EV do bloco de retenção R para o bloco de transferência T só ocorreu para a tarefa virtual (885 ms a 308 ms, respectivamente), enquanto que para a tarefa real o EV aumentou significativamente de R (74 ms) para T (170 ms).

Para EV um efeito principal significativo também foi encontrado para a sequência  $F(1, 57) = 4,16$ ,  $p = 0,046$ ,  $\eta^2 = 0,68$ . O grupo que iniciou a sequência na tarefa virtual teve um EV menor (306 ms) quando comparado ao grupo que começou na tarefa real (412 ms).

## **DISCUSSÃO**

O início da deficiência nas atividades da vida diária é considerado um evento sentinela na vida de adultos mais velhos (GILL e KURLAND, 2003). O declínio na função física é uma característica comum da idade avançada e tem resultados importantes na saúde física relacionados à qualidade de vida (DE BRUIN et al, 2010). Os aplicativos e jogos de realidade virtual (RV) têm sido usados em aplicações de pesquisa e entretenimento desde a década de 1980. Durante a década de 1990, esses sistemas começaram a ser desenvolvidos e estudados como potenciais ferramentas para melhorar e incentivar a participação na reabilitação e avaliação da população (DE BRUIN et al, 2010).

Um dos objetivos do presente estudo foi verificar se uma tarefa praticada na interface de ambiente virtual (AV) poderia proporcionar um melhor desempenho do que a mesma tarefa na interface de ambiente real (AR). Considerando esta questão, houve melhoria no desempenho no AV, mas não houve mudança desde o início até o final da tarefa no AR. Este resultado sugere que os participantes foram facilmente capazes de se adaptarem à tarefa de *timing* coincidente usando o AR, portanto, não houve melhorias porque atingiram o máximo desempenho desde o início. No

entanto, como o AV teve maior dificuldade, eles começaram com desempenho inferior, o que permitiu melhora com a prática (isto é, para os valores de EA e EV). Sabe-se que a melhoria do desempenho está relacionada com mudanças centrais, especialmente melhores previsões e o movimento de habilidades de antecipação (DE BRUIN et al, 2010).

Além disso, independentemente da seqüência de tarefas (AV primeiro ou AR primeiro), os resultados mostraram que o desempenho de ambos os grupos foi maior no AR do que no AV. Provavelmente, os adultos mais velhos apresentaram mais dificuldades durante a tarefa virtual devido às dificuldades de lidar com a tecnologia sem contato físico. Além disso, o desempenho de uma tarefa de toque de objeto real exige a previsão do movimento do objeto, controle de cabeça, movimentos de olho e braço.

Considerando a tarefa virtual usando o Kinect, os participantes tiveram que deslocar os membros superiores, o que exigia força, velocidade e controle motor. Os adultos mais velhos apresentam redução do controle da força manual e dificuldades na realização de algumas tarefas funcionais (STUCK et al, 1999). As destrezas de mãos e dedos são fundamentais para muitas atividades realizadas para uma pessoa ser independente (TUROLLA et al, 2013). No entanto, a principal razão para reduzir a velocidade de reação e resposta em adultos mais velhos parece ser uma diminuição considerável na capacidade de processar informações, reconhecer, comparar e selecionar de acordo com a resposta objetiva (ZIMMERLI et al, 2012).

Provavelmente, o ambiente sem contato físico, como no Kinect, criou um ambiente muito complexo para os participantes e isso dificultou a flexibilidade das estratégias existentes com dificuldades na execução da tarefa de *timing* coincidente. Quando uma estratégia não funciona, devido a um ambiente muito complexo e desafiador, as pessoas podem optar por usar uma estratégia ineficiente (DAVIS e WEISBECK, 2015), o que poderia ter dificultado a tarefa com o sensor kinect. As perguntas sobre como prever a posição de um objeto em um AV não são claras, e as teorias de aprendizagem motora podem ajudar a esclarecer essas questões.

A aprendizagem motora depende de processos múltiplos, cada processo é caracterizado por uma taxa de aprendizado motor que controla a memória, e é atualizada fortemente com base em erro e restrição de movimento (TREWARTHA et al, 2014). Além da melhoria na prática da tarefa na fase de aquisição, os testes de retenção e transferência foram utilizados para avaliar o processo de aprendizagem

motora. O teste de retenção foi utilizado para medir a capacidade de manter o mesmo desempenho adquirido com a prática após um período sem contato com a tarefa e mostrou que no teste de retenção, para ambas as tarefas, todos os grupos mantiveram o desempenho adquirido na fase de aquisição. Assim, mesmo considerando a tarefa em AV (que parece ser mais difícil), todos os participantes melhoraram suas habilidades e mantiveram o desempenho (inferindo a aprendizagem motora).

Ao considerar o teste de transferência, que avalia a capacidade de transferir o desempenho em uma tarefa ou ambiente similar, avaliado ao aumentar a velocidade da tarefa, os resultados mostraram que, no ambiente virtual, o desempenho dos idosos era melhor com uma velocidade maior para os erros absoluto e variável. A manipulação da velocidade foi utilizada como progressão do exercício para a intervenção aplicada com RV em adultos mais velhos e os resultados mostraram aumentos na função física como equilíbrio e velocidade de marcha (SZTUM et al, 2011; CHO e LEE, 2013).

Quanto ao erro constante (isto é, avaliação da tendência direcional), os participantes apresentaram tendência a atrasar o movimento para alcançar a tarefa em ambas as interfaces. O atraso do movimento durante uma tarefa em adultos mais velhos está bem estabelecido e citado (HOLL et al, 2015; GERAGHTY et al, 2016). De acordo com Sterr e Dean (2008), o envelhecimento saudável pode afetar os processos motores envolvidos na antecipação e preparação para uma resposta esperada.

Nosso segundo objetivo foi verificar se o desempenho praticado no AV possibilita a transferência para AR e vice-versa. Analisamos a interferência da primeira sequência realizada (ou seja, ambiente virtual primeiro ou ambiente real primeiro) na segunda sequência. Os resultados mostraram diferentes desempenhos de tarefas em ambos os grupos e nenhuma transferência entre os ambientes. Embora houvesse a aplicação de uma tarefa de *timing* coincidente em ambas as interfaces, a pressão de um botão ou fazer um movimento na frente do Kinect parece ser completamente diferente para adultos mais velhos.

Ao aprender o processo para realizar o movimento, o cérebro constrói uma associação entre comandos motores auto-gerados e *feedback* sensorial. Um modelo interno é criado e permite prever as conseqüências sensoriais dos comandos motores autogerados (SYNOFZIK et al, 2008). Provavelmente, as características das

tarefas praticadas em diferentes ambientes, como proposto em nosso estudo, não permitiram a criação de um modelo interno efetivo, e este modelo interno permitiria a transferência da tarefa.

Usando avanços na tecnologia de computação, a aplicação da tarefa RV parece ter potencial para atender aos desafios clínicos de adultos mais velhos. Os jogos baseados em RV podem proporcionar a capacidade de avaliar e melhorar a reabilitação cognitiva e motora com várias condições de estímulo que não são facilmente controláveis e mensuráveis no ambiente real (LANGE et al, 2010).

Existe uma falta de dados sobre os mecanismos neuronais subjacentes envolvidos na aprendizagem motora e na consolidação da memória motora em adultos mais velhos (BERGHUIS et al, 2015). Embora vários estudos tenham sugerido o potencial da RV como uma ferramenta bem sucedida no tratamento e avaliação em uma ampla variedade de aplicações, os instrumentos com RV devem ser mais investigados na reabilitação motora e cognitiva em adultos mais velhos (DE BRUIN et al, 2010). Assim, o AV e AR fornecem informações diferentes e a transferência de desempenho entre esses ambientes deve ser cuidadosamente considerada.

## **CONCLUSÃO**

O ambiente virtual proporcionou melhorias no desempenho com a prática, retenção e muito maior para transferência com aumento da velocidade para adultos mais velhos. Além disso, o uso de tarefas em ambiente virtual para transferência para ambiente real parece ser o futuro da reabilitação de adultos mais velhos, mas esses resultados usando uma tarefa de *timing* coincidente não mostraram transferência entre os ambientes e essa tecnologia deve ser usada com cautela.

### 3.4 Manuscrito 4 – Jogo alternativo de computador versus instrumento padrão ouro para tarefa de timing coincidente

Em avaliação no *Computer Methods and Programs in Biomedicine* com o título *Alternative Computer Game versus Gold Standard Instrument for the Coincidence Anticipation Timing Task*.

Enviado: 16 de novembro de 2017 / Situação: Em revisão (*Under review*).

#### RESUMO

**Introdução:** Uma tarefa de *timing* coincidente é apenas uma faceta do desempenho cognitivo e motor, e é utilizada para entendimento do sistema viso-motor envolvido na interceptação de um objeto em movimento. O objetivo deste estudo foi avaliar a confiabilidade e a validade concorrente do jogo *Timing Coincidente* do pacote de jogos do *Team Bridge Games*, que foi desenvolvido para avaliar uma tarefa de *timing* coincidente (TTC) ou *timing* antecipatório. **Método:** Baseado num desenho de estudo entre-sujeitos, as pontuações em duas tarefas de *timing* coincidente de 224 participantes (M=52.2, DP=19,5 anos) considerados saudáveis foram medidas usando duas sessões de teste no mesmo dia, usando o Bridge e o instrumento “padrão ouro” *Bassin Anticipation Timer* (Bassin) com o mesmo protocolo. Foram calculadas as médias em blocos de cinco tentativas para o erro absoluto (EA), erro constante (EC) e erro variável (EV). Os níveis de confiabilidade teste-reteste e validade concorrente foram expressas usando o coeficiente de correlação intraclassa ( $CCI_{2,k}$ ), erro padrão da medida, mudança mínima detectável e a correlação de Pearson, com nível de significância de  $p < 0,05$ . **Resultados:** A confiabilidade teste-reteste do Bridge foi de boa a excelente para todos os blocos de EA, EC e EV ( $0,73 \leq CCI \leq 0,88$ ). A validade concorrente do Bridge com o Bassin para todos os blocos foi fraca ( $CCI < 0,05$ ), mas foi boa a excelente quando comparados usando o coeficiente de correlação de Person, sugerindo que os dois testes apresentam propriedades similares. **Conclusão:** As pontuações do Bridge apresentaram boa confiabilidade e consistência interna aceitável. Sugerimos que o Bridge é uma alternativa para testes clínicos que envolvem uma tarefa de *timing* coincidente. No entanto, deve-se ter cuidado ao comparar os resultados dos dois instrumentos, uma vez que os resultados reportados pelo Bridge não puderam ser medidos com a mesma acurácia do Bassin.

**Palavras chave:** Timing coincidente; Timing antecipatório, Confiabilidade teste-reteste; Validade concorrente; Bassin Anticipation Timer.

## INTRODUÇÃO

Uma tarefa de *timing* coincidente ou *timing* antecipatório é utilizada para testar a acuidade visual que está relacionada com a coordenação óculo-manual e sua antecipação para acurácia visual (AK e KOCAK, 2010; AKPINAR *et al*, 2012). Ela se refere a habilidade de julgar quando um estímulo em movimento irá chegar (coincidir com) um alvo (SANDERS, 2011), e isto está profundamente relacionada a inúmeras atividades da vida diária (DUNCAN *et al*, 2015). Nakamoto *et al* (2015) demonstraram que uma tarefa de *timing* coincidente (TTC) é utilizada para compreender o sistema viso-motor, que envolve como o controle motor processa as informações envolvidas na interceptação de um objeto em movimento, e como as pessoas fazem este julgamento em cada movimento para beijar outra pessoa, apertar as mãos, pegar um copo, agarrar uma bola ou caminhar através de ruas cheias de pessoas (SANDERS, 2011).

Alguns estudos que utilizaram TTC tem envolvido atividades relacionadas ao esporte (SASADA *et al*, 2015; CLARKE e DUNCAN, 2016), ou com idosos (DUNCAN *et al*, 2015; DUNCAN *et al*, 2016), mas já existe algum interesse nas atividades de reabilitação (MONTEIRO *et al*, 2014; OLIVIER *et al*, 2015; MONTEIRO *et al*, 2017).

Em termos de estudos usando TTC, Sanders (2011) identificou 43 estudos publicados entre 1977 e 2010 e encontrou que a maioria deles utilizaram o instrumento comercial *Bassin Anticipation Timer*, da *Lafayette Instruments*. Uma revisão sistemática recente, conduzida em junho de 2017 nas bases de dados *Web of Science* e *PubMed* para o período de 2011 até 2017 resultou em 46 artigos que avaliaram o desempenho com o uso de TTC. Destes, 14 estudos usaram o Bassin como ferramenta para avaliação de TTC (CROCETTA *et al*, 2018).

Além do Bassin, outros instrumentos comerciais estão disponíveis para análises de TTC (KOSHIZAWA *et al*, 2013; KOSHIZAWA *et al*, 2014; NAKAMOTO *et al*, 2015) ou adaptações usando outros softwares comerciais (OLIVIER *et al*, 2015), e também existem estudos envolvendo o desenvolvimento de *softwares* com

propostas específicas de TTC (ILMANE e LARUE, 2011a; b; SANDERS e SINCLAIR, 2011; MASAKI *et al*, 2012; RENZI *et al*, 2013; ROTHENBERG-CUNNINGHAM e NEWELL, 2013; MONTEIRO *et al*, 2014; QUADRADO *et al*, 2014; SASADA *et al*, 2015; MONTEIRO *et al*, 2017).

Apesar de várias propostas para avaliar TTC, o Bassin ainda hoje pode ser considerado o instrumento “padrão ouro” (HART e REEVE, 1997; CROCETTA *et al*, 2018). No entanto, existe um alto custo para aquisição do material, custos de importação quando for o caso, manutenção de aspectos técnicos, espaço de laboratório para armazenar e adequar o posicionamento no momento das coletas. O Bassin requer uma superfície considerável para posicionar as duas trilhas (mínimo necessário), com um comprimento total de 60 polegadas (comprimento: 30” x altura: 3,63” x largura: 3,63” para cada trilha). Estas razões justificam seu uso em laboratórios de pesquisa, mas tornam seu uso difícil em escolas, academias ou clínicas de reabilitação. Para permitir que TTC possam ser utilizadas de forma fácil e acessível, uma possibilidade é o desenvolvimento de tarefas em computador como um instrumento de interação, permitindo, inclusive, que profissionais possam modificar a tarefa. O uso de TTC computadorizadas pode ser uma alternativa para futuros estudos bem como para a prática clínica, mas seu uso deve ser cuidadosamente avaliado para garantir confiabilidade nos resultados.

Uma vez que uma TTC é uma faceta do desempenho cognitivo (DUNCAN *et al*, 2015) e motor (DASCAL e TEIXEIRA, 2016), e devido ao grande crescimento e desenvolvimento de tarefas computadorizadas para mensurar as habilidades motoras nos seres humanos, é importante criar e confirmar a validade de TTC usando um computador. Peijnenborgh *et al* (2016) afirmaram que recentemente tem havido um aumento no desenvolvimento e uso de tarefas computadorizadas para medição das habilidades neurocognitivas e motoras, e estes resultados são promissores no campo da intervenção.

Em vista das discussões acima, o principal objetivo desta pesquisa é acessar a confiabilidade teste-reteste e a consistência interna de uma TTC baseada em computador e sua validação concorrente com o padrão ouro Bassin. Sullivan (2011) e Lai (2013) afirmam que todos os instrumentos devem ser avaliados em sua confiabilidade e validade antes do seu uso efetivo, para garantir que o instrumento usado de fato mede o que se propõe a medir, e com isso aumentar a credibilidade do estudo.

Assim, para verificar a viabilidade, a confiabilidade e a validade do *software*, pessoas com desenvolvimento típico foram avaliadas usando duas tarefas diferentes: (a) o Bassin Anticipation Timer (Bassin), um aparato que consiste em uma trilha de luzes que são iluminadas em uma rápida sucessão, produzindo uma aparente noção de movimento das luzes (CLARKE e DUNCAN, 2016; DUNCAN *et al*, 2016); e (b) uma tarefa de *timing* coincidente em computador usando dez bolhas 3D dispostas simultaneamente em uma coluna vertical na tela do computador, simulando a mesma tarefa do Bassin (MONTEIRO *et al*, 2014; CROGETTA *et al*, 2017; MONTEIRO *et al*, 2017).

A comparação entre estas duas tarefas usando diferentes dispositivos para analisar a validade e confiabilidade pode ser visto como um argumento de evidência do quão bem o instrumento mede o que se propõe a medir. A evidência pode ser montada em suporte ou não de um uso específico para uma ferramenta de avaliação (SULLIVAN, 2011). Assim, estes resultados serão importantes para futuros estudos e para a aplicação de forma prática e facilitada com uso de *software* em computador para avaliar TTC em diversos propósitos de intervenção.

Assim, o objetivo é avaliar a qualidade da medida do jogo *Timing Coincidente* do *Team Bridge Games* em termos de reprodutibilidade e validade, usando o *Bassin Anticipation Timer* como padrão ouro, uma vez que este último tem sido usado como um instrumento válido na medida do desempenho em tarefas de *timing* coincidente. Nossas questões de pesquisa são as seguintes: (i) Qual é a reprodutibilidade (confiabilidade teste-reteste e concordância) do jogo *Timing Coincidente* do *Team Bridge Games* para mensurar uma tarefa de *timing* coincidente em adultos saudáveis; e (ii) qual é a validade concorrente do jogo *Timing Coincidente* do *Team Bridge Games* com o *Bassin Anticipation Timer* quando mensurar o desempenho em uma tarefa de *timing* coincidente em adultos saudáveis?

## MÉTODO

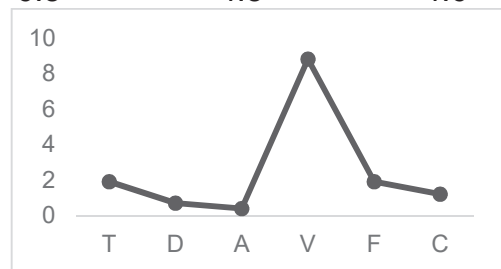
Este é um projeto de estudo transversal usando confiabilidade e validade, no qual todos os sujeitos foram submetidos ao mesmo protocolo de teste, e as medidas repetidas foram avaliadas na mesma sessão de teste (BOTOLFSEN *et al*, 2008).

## Participantes

Uma amostra por conveniência de 224 participantes (M=52,2, DP=19,5 anos de idade) foram recrutados para este estudo (Tabela 1). Os participantes idosos (n=87, M=71,1 anos, DP=5,3) foram recrutados em centros de atividade para idosos localizados em três cidades do estado de Santa Catarina (n=44, M=71,4 anos, DP=5,7) e duas cidades de São Paulo (n=43, M=70,7 anos, DP=4,8). Os adultos (n=137, M=40,2 anos, DP=15,3) eram funcionários destes centros, além de funcionários e alunos de uma universidade de São Paulo. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido autorizando o uso dos dados para fins de pesquisa.

**Tabela 1:** Características dos participantes

Características	Todos participantes	Adultos jovens	Adultos de meia-idade	Idosos
Número de participantes	224	74	63	87
Feminino/Masculino	174/50	49/25	57/6	68/19
Faixa idade, anos	18-88	18-40	41-64	65-88
Idade média (DP), anos	52.2 (19.5)	27.26 (6.0)	55.44 (6.2)	71.1 (5.3)
Auto avaliação saúde % (boa&excelente/péssima&ruim)	64.7/4.0	75.7/2.8	65.1/0.0	55.2/8.0
Nível socioeconômico (%)				
A	15.2	23.0	19.0	5.7
B1	16.1	17.6	20.6	11.5
B2	25.4	28.4	25.4	23.0
C1	25.4	14.9	27.0	33.3
C2	2.7	1.4	1.6	4.6
D-E	9.8	8.1	1.6	17.2
Não definido	5.4	6.8	4.8	4.6
Escala de humor de Brunnel (DP)				
Tensão - T	1.9 (2.3)			
Depressão - D	0.7 (1.6)			
Raiva - A	0.4 (1.2)			
Vigor - V	8.8 (2.8)			
Fadiga - F	1.9 (2.3)			
Confusão - C	1.2 (2.0)			
Nível de atividade física nos últimos 12 meses (%)				
Inativo	26.8	24.3	27.0	28.7
Insuficientemente ativo	28.6	29.7	31.7	25.3
Ativo	44.6	45.9	41.3	46.0



Nota: DP, desvio padrão; Nível socioeconômico definido pelo critério econômico brasileiro que classifica as famílias em seis categorias onde A é a mais alta (ABEP, 2015).

Todos os participantes responderam a um questionário sócio demográfico e de auto avaliação de saúde que foi aplicado individualmente. O nível de atividade física foi obtido pela frequência e duração (em minutos) da prática de exercícios e esportes durante os últimos 12 meses. Foi calculada a pontuação de minutos gastos por semana. Esta pontuação foi categorizada usando três grupos: a) zero minutos de atividade (inativo); b) de 1 a 149 minutos/semana (insuficientemente ativo); e c)  $\geq$  150 minutos/semana de atividades (ativo) (REICHERT *et al*, 2009). Não foi utilizado nenhum teste cognitivo padrão (VOELCKER-REHAGE e WILLIMCZIK, 2006). Para as análises dos dados os participantes foram divididos em três grupos (Tabela 1): adultos jovens, adultos de meia-idade e idosos (HIRSCHFELD, 2007).

O humor foi obtido usando a Escala de Humor de Brunel (BRUMS). O BRUMS apresenta 24 itens com arranjo em seis subescalas: raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor. Cada item possui uma classificação de zero a quatro (0=nada, 4=extremamente), representando a melhor resposta para a questão “Como você se sente agora?” (BRANDT *et al*, 2016).

## **Instrumentos**

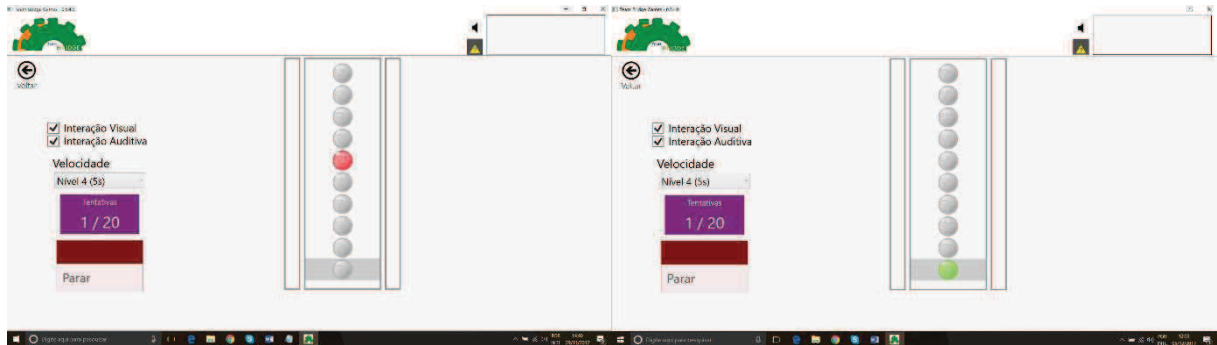
A seguir são descritos os dois instrumentos utilizados para a avaliação das tarefas de *timing* coincidente.

***Bassin Anticipation Timer (Bassin)***. Este aparato consiste de uma trilha de lâmpadas de LED que são iluminadas em uma rápida sucessão, produzindo uma aparente noção de movimento das luzes. O objetivo do participante é criar uma resposta pelo pressionamento de um botão simultaneamente com a iluminação da última lâmpada da trilha (HART e REEVE, 1997).

***Jogo Timing Coincidente – do pacote Team Bridge Games (Bridge)***. A descrição, objetivos e resultados gerados pelo jogo *Timing Coincidente* do pacote de jogos do *Team Bridge Games* foi descrito em detalhes no trabalho de Crocetta *et al* (2017). O objetivo do *Timing Coincidente* do Bridge é simular a mesma tarefa do Bassin. Para isso, dez bolhas 3D são apresentadas simultaneamente em uma coluna vertical na tela do computador. As bolhas são iluminadas sequencialmente, ou seja, mudam da cor cinza para vermelho, simulando um movimento de queda (do topo para baixo, como mostrado na Figura 1 esquerda) até que a bolha alvo (a

décima bolha) seja alcançada. A tarefa para o participante foi pressionar a barra de espaço do teclado do computador no exato momento em que a última bolha muda para a cor verde (Figura 1 direita).

**Figura 1:** Tela principal do jogo *Timing Coincidente* do pacote de jogos *Team Bridge Games*; na esquerda, a bolha vermelha simula um movimento de queda e na direita, a bolha alvo (verde) é alcançada, momento em que o participante deve pressionar a barra de espaço do teclado.



**Fonte:** Do próprio autor.

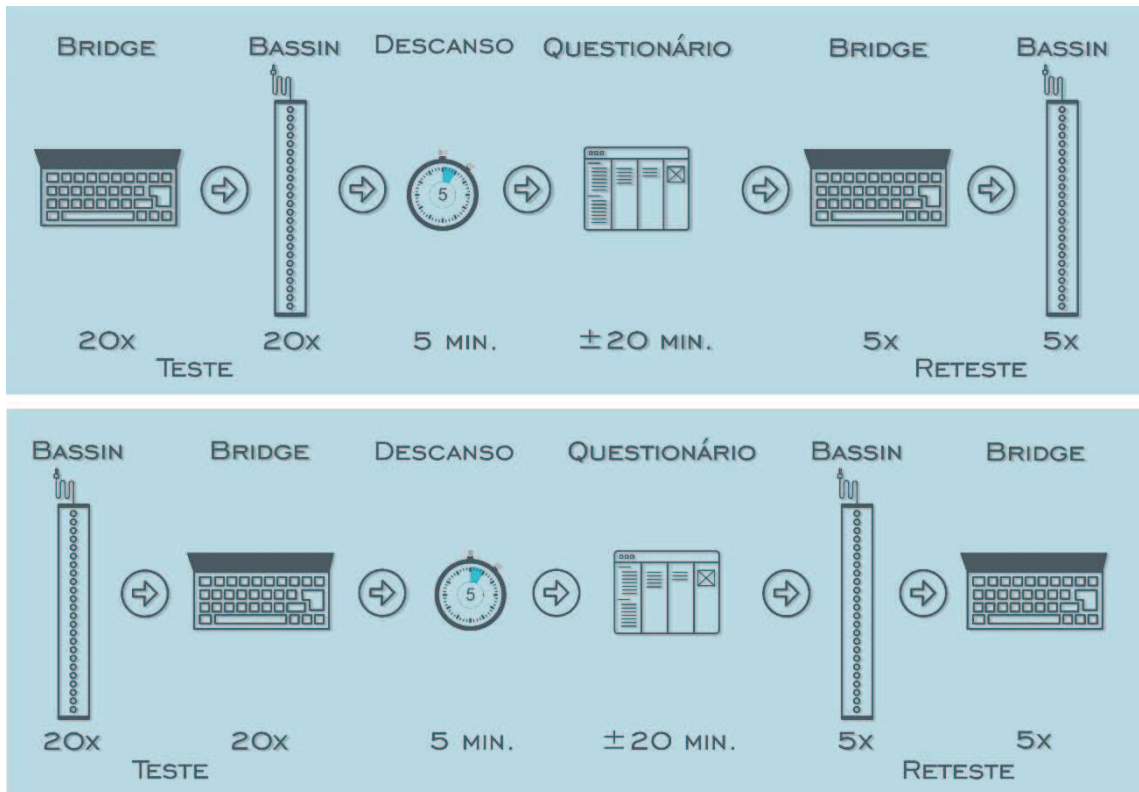
## Procedimentos gerais

Cada participante assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Antes de cada tarefa a ordem de início em cada instrumento foi sorteado (contrabalançado), para reduzir qualquer efeito atribuída a ordem de início no teste. Os sujeitos foram testados e retestados no Bridge e Bassin na mesma sessão, com alguns minutos de descanso (pelo menos 5 minutos de descanso mais a aplicação dos questionários) entre as duas tentativas de cada tarefa (BOTOLFSEN *et al*, 2008).

O desenho do estudo, materiais e procedimentos para Aprendizagem Motora usando uma tarefa de timing coincidente com Bridge e Bassin foi o mesmo utilizado no estudo de Bezerra *et al* (2018). A tarefa em cada tentativa foi seguir o estímulo alvo (ou seja, os participantes foram instruídos a acompanhar a luz que trafegava pela trilha). O participante deveria antecipar o movimento para que o botão/tecla fosse pressionado no mesmo momento da chegada da luz ao alvo (última lâmpada no Bassin, e décima bolha no Bridge).

As tarefas foram executadas na seguinte ordem: 1) fase de teste: 20 tentativas usando o instrumento A e 20 tentativas usando o instrumento B; 2) 5 minutos de descanso; 3) aplicação dos questionários; 4) fase de reteste: 5 tentativas usando o instrumento A e 5 tentativas usando o instrumento B (Figura 2).

**Figura 2:** Fluxo da execução das tarefas: a) iniciando no jogo Bridge; b) iniciando no Bassin.



**Fonte:** Do próprio autor.

### Instruções dos avaliadores

No início de cada tarefa, os participantes receberam instruções verbais padronizadas sobre o objetivo de cada tarefa. Os avaliadores forneciam um *feedback* durante as primeiras cinco tentativas de cada teste. Depois disso, nenhum retorno do desempenho foi dado aos participantes. Os avaliadores foram treinados antes do primeiro dia de testes para garantir a padronização das instruções.

### Conceitos gerais

Uma abordagem tradicional do desempenho motor humano usa o erro relativo das pontuações para um determinado critério (CRABTREE e ANTRIM, 1988). O desempenho em uma tarefa de *timing* coincidente (TTC) é medida usando pontuações dos erros com valores negativos representando que o tempo de chegada foi subestimado (antecipado) e a pontuação positiva como superestimada (atrasado). Os autores reportam um ou mais das seguintes medidas de erro: erro absoluto (EA), média do erro sem sinal; erro constante (EC), média do erro negativo ou positivo algebricamente assinalado; e erro variável (EV), que é quão

repetidamente próximo o participante está da sua média estimada para o tempo coincidente. EA e EC medem a acurácia, enquanto o EV mede a precisão ou consistência (SANDERS, 2011; SANDERS e SINCLAIR, 2011; MASAKI *et al*, 2012).

### **Erro absoluto (EA)**

EA não leva em conta a direção de cada resposta até o alvo, e representa a medida tradicional da acurácia geral do desempenho (GUTH, 1990).

$$EA = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \text{Critério}|}{n}$$

### **Erro constante (EC)**

EC é obtido pela média aritmética dos valores de erro, considerando o sinal algébrico (negativo ou positivo) em uma série de tentativas (blocos de tentativas). Representa se a direção do erro é de antecipação ou atraso (MONTEIRO *et al*, 2017).

$$EC = \frac{\sum_{i=1}^n x_i - \text{Critério}}{n}$$

### **Erro variável (EV)**

EV é obtido a partir do desvio padrão da média de resposta dos participantes; isto representa a variabilidade/inconsistência das respostas (LYONS *et al*, 2008).

$$EV = \sqrt{\left[ \frac{(\sum_{i=1}^n x_i - \text{Critério})^2}{n} \right] - (EC)^2}$$

### **Validade**

A validade é a medida em que um instrumento mede o que é suposto medir e executar na forma como ele é projetado para executar. Como um processo, a validação envolve a coleção e análise de dados para acesso da acurácia de um instrumento (BIDDIX, 2009). A validade se refere a quão bem um instrumento de medida mede o resultado de interesse. A validade não é uma propriedade do instrumento em si, mas sim da interpretação ou propósito específico da ferramenta de avaliação (SULLIVAN, 2011).

É importante considerar a validade e confiabilidade do instrumento de coleta dos dados quando se conduz uma pesquisa científica. Neste trabalho nós incluímos vários aspectos que estão descritos a seguir.

### **Validade concorrente**

A validade concorrente é avaliada como a correlação de um instrumento considerado padrão ouro com as medidas de um novo instrumento (BOTOLFSEN *et al*, 2008). Inclui a correlação dos resultados obtidos pelo novo instrumento com o resultado do desempenho que se supõe ser o mesmo. Se existe um instrumento padrão ouro já aceito, os resultados são correlacionados com a performance dos participantes usando este padrão ouro (SULLIVAN, 2011).

### **Confiabilidade**

Confiabilidade se refere ao fato de que os resultados medidos por um instrumento apresentam a mesma medida a cada vez que é utilizado, com o mesmo protocolo e nos mesmos participantes. Confiabilidade é parte das medidas de validade (SULLIVAN, 2011; LAI, 2013; VAN DER ELST *et al*, 2016).

Confiabilidade pode ser visto em termos de consistência: o instrumento consistentemente mede o que pretende medir? Não é possível calcular a confiabilidade diretamente; no entanto, existem quatro estimadores gerais que podem ser encontrados na literatura:

*Confiabilidade inter-avaliador* (não abordada neste estudo): é o grau em que diferentes observadores obtêm respostas consistentes ou estimadas (BIDDIX, 2009). É utilizada para estudar o efeito de diferentes avaliadores ou observadores usando o mesmo instrumento, e é geralmente estimado pelo percentual de concordância Kappa (para resultados binários) ou Kendall tau (SULLIVAN, 2011).

*Confiabilidade teste-reteste*: é a consistência da medida obtida ao longo do tempo (BIDDIX, 2009), e envolve a concordância das medidas de um instrumento ao longo do tempo (LAI, 2013). Para a confiabilidade teste-teteste o resultado deve ser o mesmo todas as vezes que for aplicado o instrumento, assumindo que não houve mudanças no intervalo de tempo que está sendo medido. Isto é geralmente obtido com uma correlação de Pearson (SULLIVAN, 2011).

*Confiabilidade de formas paralelas ou concorrente*: é a confiabilidade de dois testes construídos da mesma forma, com o mesmo conteúdo (BIDDIX, 2009). Neste estudo nós consideramos como validade concorrente.

*Confiabilidade de consistência interna*: é a consistência de resultados entre itens, frequentemente medido pelo alfa de Cronbach (BIDDIX, 2009). Ele calcula as

correlações entre todas as variáveis, em cada combinação; uma estimativa de confiabilidade alta deve estar o mais próximo possível de “1” (SULLIVAN, 2011).

### **Estudos de viabilidade**

Os estudos de viabilidade são usados para determinar se uma intervenção é apropriada para testes mais aprofundados; em outras palavras, eles permitem ao pesquisador avaliar se as ideias e os achados podem ou não ser moldados para serem relevantes e sustentáveis (BOWEN *et al*, 2009).

### **Usabilidade**

Usabilidade refere-se à facilidade com que um instrumento pode ser administrado, interpretado pelo participante e interpretado pelo pesquisador (BIDDIX, 2009).

### **Análise dos dados**

Os dados foram analisados usando o pacote estatístico IBM SPSS versão 20. Os dados demográficos e as características clínicas dos participantes foram calculados usando estatísticas descritivas (frequência, média e desvio padrão). Valores de probabilidade menores do que 0,05 foram considerados estatisticamente significantes.

Os *outliers* foram removidos utilizando-se o método da mediana mais ou menos 2,5 vezes o desvio mediano absoluto (LEYS *et al*, 2013).

As pontuações do Bridge e do Bassin foram calculadas usando blocos (média de 5 tentativas para cada) para todas as sessões (quatro blocos para a primeira sessão (teste), um bloco na segunda sessão (reteste)). Estes foram apresentados como médias e desvio padrão. Para cada bloco de cinco tentativas, o erro absoluto (EA), erro constante (EC) e erro variável (EV) foram calculados usando as fórmulas descritas anteriormente.

As diferenças potenciais relacionadas à idade no desempenho em cada bloco de erro EA, EC e EV foram examinadas através de uma correlação de Pearson. A idade foi utilizada como uma variável contínua nessas análises (PEIJNENBORGH *et al*, 2016).

Valores do coeficiente de correlação intraclasse (CCI) menores que 0,5 foram indicativos de baixa confiabilidade, e valores entre 0,5 e 0,75 indicaram

confiabilidade moderada; valores entre 0,75 e 0,9 indicaram boa confiabilidade, e valores maiores que 0,9 indicaram excelente confiabilidade (KOO e LI, 2016).

### **Validade**

*Validade concorrente.* O grau de correlação entre o Bridge e o Bassin para cada bloco de cinco repetições foi calculado usando o coeficiente de correlação intraclassa (CCI), modelo de efeito misto de duas vias e concordância absoluta (CCI<sub>2,k</sub>) e o coeficiente de correlação de Pearson. Além disso, a concordância entre ambas as tarefas foi examinada usando os limites de concordância (LdC) para cada bloco (LdC = Média Bridge / diferença Bassin  $\pm$  1,96 DP) (BENTLEY *et al*, 2012).

Para verificar viés sistemático e *outliers*, os resultados de cada bloco foram visualizados usando gráficos de Bland-Altman, com a diferença nas duas medidas (Bridge / Bassin) plotada em relação a sua média.

### **Confiabilidade**

*Confiabilidade teste-reteste de curto prazo.* O grau de correlação em cada bloco de cinco tentativas (blocos teste de um a quatro) e o teste-reteste de curto prazo (bloco reteste) foi calculado usando o coeficiente de correlação intraclassa com modelo de efeito misto de duas vias e concordância absoluta (CCI<sub>2,k</sub>) e o coeficiente de correlação de Pearson. Além disso, a mesma análise foi usada para os três grupos de idade (adultos jovens, adultos de meia-idade e idosos).

Para determinar se a mudança média do desempenho (efeito aprendizagem) foi significativamente diferente de zero, as diferenças teste-reteste entre blocos para todos os grupos foi analisada usando um teste *t* de uma amostra.

Para estimar o erro padrão em um conjunto de medidas repetidas, nós calculamos o erro padrão da medida (EPM) como uma medida de confiabilidade que avalia a estabilidade da resposta usando a fórmula  $EPM = \text{erro padrão do primeiro bloco de teste} \times \sqrt{1 - CCI}$ . Também foi calculado a mudança mínima detectável (MMD) baseado no EPM da seguinte forma:  $MMD = 1,96 \times EPM \times \sqrt{2}$  (Heinemann *et al.*, 2013). Considerando o EPM e MMD, valores relativos de MMD foram calculados usando  $MMD\% = MMD \text{ dividido pela média dos dois blocos de tentativas} \times 100$  (MESQUITA *et al*, 2013).

Além disso, os resultados de cada bloco foram visualizados usando os gráficos de Bland-Altman com a diferença nas duas medidas (teste – reteste) plotadas contra sua média.

*Confiabilidade de consistência interna.* A consistência interna da escala foi avaliada utilizando o alfa de Cronbach, com valores alfa de 0,7 a 0,8 considerados como satisfatórios (BLAND e ALTMAN, 1997).

### **Viabilidade**

A viabilidade do Bridge foi avaliada com base na porcentagem de participantes que jogaram e completaram as duas tarefas.

## **RESULTADOS**

As características da amostra estão apresentadas na Tabela 1. Os participantes foram 174 mulheres e 50 homens. 31,3% dos participantes foram do nível socioeconômico mais alto (níveis A e B1). Os participantes mostraram alto índice de vigor e baixo índice de tensão, depressão, raiva, fadiga e confusão. A maioria dos participantes (64,7%) reportou a auto avaliação da saúde como boa ou excelente. Cem participantes (44,6%) reportaram que praticam atividade física por mais de 150 minutos/semana (considerados ativos).

Os participantes apresentaram uma tendência a atrasar a resposta à chegada ao alvo, com 30% dos participantes antecipando a chegada do estímulo em algumas tentativas no jogo *Timing Coincidente* do pacote de jogos *Team Bridge Games* (Bridge), e 51% no *Bassin Anticipation Timer* (Bassin).

### **Efeitos da idade**

Uma visão geral de todas as correlações entre os grupos de idade e blocos do Bridge e Bassin usando cada erro calculado podem ser visualizados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Correlação entre os resultados do jogo *Timing Coincidente* (Bridge) e do *Bassin Anticipation Timer* em todos os blocos e as idades dos participantes (n=224), apresentados para cada erro calculado.

	Jogo Timing Coincidente do Bridge					Bassin Anticipation Timer				
	BI 1	BI 2	BI 3	BI 4	BI R	BI 1	BI 2	BI 3	BI 4	BI R
	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
AE	0.47**	0.39**	0.38**	0.34**	0.38**	0.34**	0.33**	0.46**	0.36**	0.41**
CE	0.45**	0.38**	0.36**	0.34**	0.34**	0.36**	0.36**	0.49**	0.39**	0.41**
VE	0.25**	0.14*	0.31**	0.24**	0.19**	0.21*	0.19*	0.22*	0.17*	0.20*

BI 1: primeiro bloco com cinco tentativas; BI 2: segundo bloco com cinco tentativas; BI 3: terceiro bloco com cinco tentativas; BI 4: quarto bloco com cinco tentativas; R: bloco de cinco tentativas da sessão de teste-reteste de curto prazo; r: coeficiente de correlação Pearson; EA: erro absoluto; EC: erro constante; EV: erro variável; \*: valor de  $p < 0,05$ ; \*\*: valor de  $p < 0,001$ .

Para avaliar diferentes aspectos da confiabilidade e validade do novo jogo de computador com uma tarefa de *timing* coincidente (TTC) uma série de testes estatísticos foram conduzidos e são descritos na sequência.

A Tabela 3 apresenta os resultados do Bridge e do Bassin para os quatro blocos (BI1 a BI4) ou repetições (com cinco tentativas cada), e o reteste (R) para a amostra total, com os erros absoluto, constante e variável.

### Validade concorrente

A média dos resultados das variáveis para os dois instrumentos e a validade concorrente são apresentados na Tabela 3. Para cada variável, baixo a moderado coeficiente de correlação intraclassa (CCI) foram encontrados para os dois instrumentos, apesar de excelentes correlações terem sido obtidas (a maioria com  $p < 0,0001$ ). Com relação aos valores obtidos pelos blocos, sem considerar os erros calculados, os dois instrumentos mostraram bons CCI (média de 0,86 e 0,89 para o Bridge e Bassin, respectivamente).

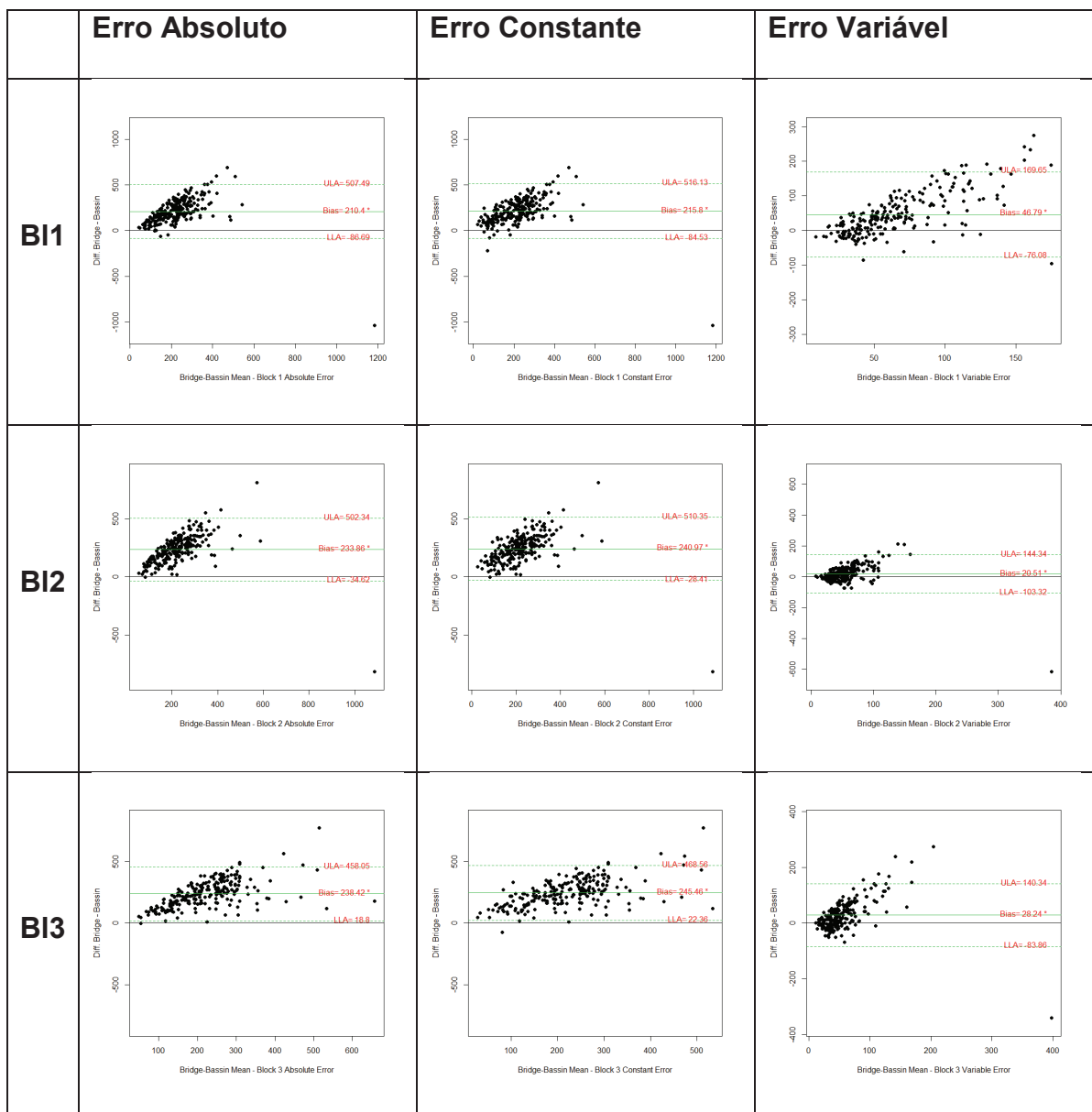
**Tabela 3:** Pontuações médias (desvio padrão) em milissegundos obtidos com o Bridge e Bassin (padrão ouro) para os valores dos blocos (média de cinco tentativas em cada bloco) para as duas diferentes sessões (teste e reteste de curto prazo), nível de validade concorrente, correlação iter-item e limite de concordância.

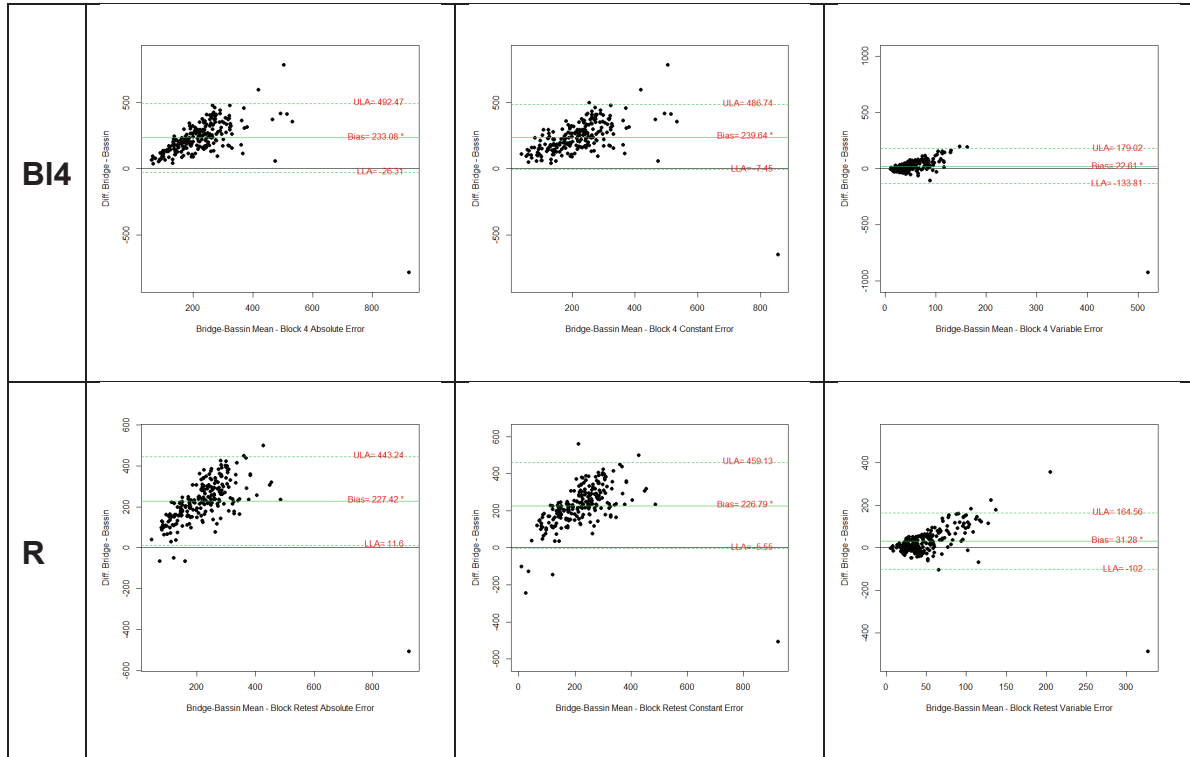
	Bridge Média (DP)	CCI 2,k	Bassin Média (DP)	CCI <sub>2,k</sub>	Validade Concorrente				
					CCI 2,k	95% IC	$\alpha$	r	LdC
Valores dos Blocos									
BI1	324,57 (146,97)	0,81	108,77 (131,53)	0,91	0,32	-0,19-0,62	0,59	0,42**	511,00, -77,66
BI2	338,68 (135,77)	0,92	97,72 (117,09)	0,93	0,27	-0,17-0,58	0,61	0,44**	482,19, -45,79
BI3	340,99 (131,33)	0,88	95,53 (74,45)	0,84	0,22	-0,14-0,54	0,62	0,53**	436,90, -0,38
BI4	339,41 (130,84)	0,88	99,77 (100,95)	0,90	0,25	-0,16-0,57	0,61	0,46**	461,75, -22,57
R	334,33 (126,97)	0,82	107,65 (95,44)	0,88	0,27	-0,17-0,59	0,64	0,49**	446,70, -8,68
Erro Absoluto									
BI1	327,63 (142,66)	-	117,23 (126,34)	-	0,30	-0,18-0,59	0,56	0,40**	513,59, -68,73
BI2	339,59 (134,88)	-	105,73 (111,97)	-	0,26	-0,17-0,57	0,59	0,42**	485,78, -40,45
BI3	342,04 (129,81)	-	103,62 (74,75)	-	0,23	-0,14-0,55	0,63	0,54**	438,06, 7,60
BI4	339,91 (130,31)	-	106,83 (103,11)	-	0,23	-0,16-0,53	0,56	0,40**	477,57, -30,84
R	338,25 (119,64)	-	110,87 (92,90)	-	0,27	-0,16-0,59	0,66	0,51**	434,05, 11,04
Erro Constante									
BI1	324,57 (146,97)	-	108,77 (131,53)	-	0,32	-0,19-0,62	0,59	0,42**	511,00, -77,65
BI2	338,68 (135,77)	-	97,72 (117,09)	-	0,27	-0,17-0,58	0,61	0,44**	482,19, -45,79
BI3	340,99 (131,33)	-	95,53 (74,45)	-	0,22	-0,14-0,54	0,62	0,53**	436,90, -0,38
BI4	339,41 (130,84)	-	99,77 (100,95)	-	0,25	-0,16-0,57	0,61	0,46**	461,75, -22,57
R	334,33 (126,97)	-	107,65 (95,44)	-	0,27	-0,17-0,59	0,64	0,49**	446,70, -8,68
Erro Variável									
BI1	88,75 (60,69)	-	41,96 (24,74)	-	0,15	-0,07-0,33	0,22	0,17*	185,76, -55,05
BI2	64,58 (42,68)	-	44,07 (48,39)	-	0,14	-0,10-0,32	0,15	0,08	175,68, -67,04
BI3	70,01 (52,93)	-	41,78 (40,92)	-	0,41	0,18-0,56	0,46	0,31**	165,75, -53,96
BI4	66,20 (45,93)	-	43,59 (66,13)	-	0,10	-0,15-0,30	0,11	0,06	208,18, -98,39
R	66,73 (53,37)	-	35,28 (41,69)	-	0,06	-0,17-0,25	0,07	0,04	181,25, -79,97

DP: desvio padrão;  $\alpha$ : alfa de Cronbach; CCI: coeficiente de correlação intraclasse; r: coeficiente de correlação de Pearson; p: valor de p; BI1: primeiro bloco com cinco repetições; BI2: segundo bloco com cinco repetições; BI3: terceiro bloco com cinco repetições; BI4: quarto bloco com cinco repetições; R: bloco de reteste de curto prazo com cinco repetições; LdC: limites de concordância; \*: valor de  $p < 0,05$ ; \*\*: valor de  $p < 0,001$ .

A figura 3 mostra os valores dos resultados dos blocos usando a plotagem de Bland-Altman (diferenças entre os valores de Bridge e Bassin, plotados em relação a média dos dois testes para cada bloco de cinco tentativas) para EA, EC e EV. As diferenças não variaram de forma sistemática ao longo do intervalo.

**Figura 3:** Plotagem de Bland-Altman. Diferenças entre Bridge e Bassin (Bridge/Bassin) plotadas em relação a média das duas sessões dos testes para cada bloco de cinco tentativas. No eixo x estão as médias dos dois instrumentos em milissegundos; no eixo y estão as médias das diferenças em milissegundos. A linha média é usada para indicar a concordância perfeita entre os dois instrumentos (sem diferença). As linhas extremas indicam a concordância superior e inferior.





Fonte: Do próprio autor.

### Confiabilidade teste-reteste de curto prazo

Os indicadores de confiabilidade do teste-reteste de curto prazo são apresentados na Tabela 4 para o Bridge e na Tabela 5 para o Bassin, com o CCI entre os dois blocos de tentativas (isto é, primeiro bloco e reteste, segundo bloco e reteste, e assim sucessivamente), bem como o erro padrão da medida (EPM) e mudança mínima detectável (MMD) entre eles, para o total da amostra e também por grupo de idade, considerando EA, EC e EV.

Para cada variável, quando o desempenho de todos os participantes foi considerado usando o Bridge, o CCI encontrado foi bom entre o teste (para os blocos de 1 a 4) e o reteste (bloco R). Diferenças na média do teste-reteste não indicaram tempos curtos ou longos para o reteste comparados com o teste na maioria dos blocos de tentativas quando observados para todos os participantes, exceto para o primeiro bloco e o reteste (BI1-R) no erro variável ( $t=4,46$ ,  $p<0,05$ ). O mesmo foi observado para os três grupos de idade. Os coeficientes de correlação para todos os participantes foram significativos, com  $p<0,001$  para o erro absoluto (EA) e para o erro constante (EC), e  $p<0,05$  para a maioria dos erros variáveis (EV) (Veja Tabela 4).

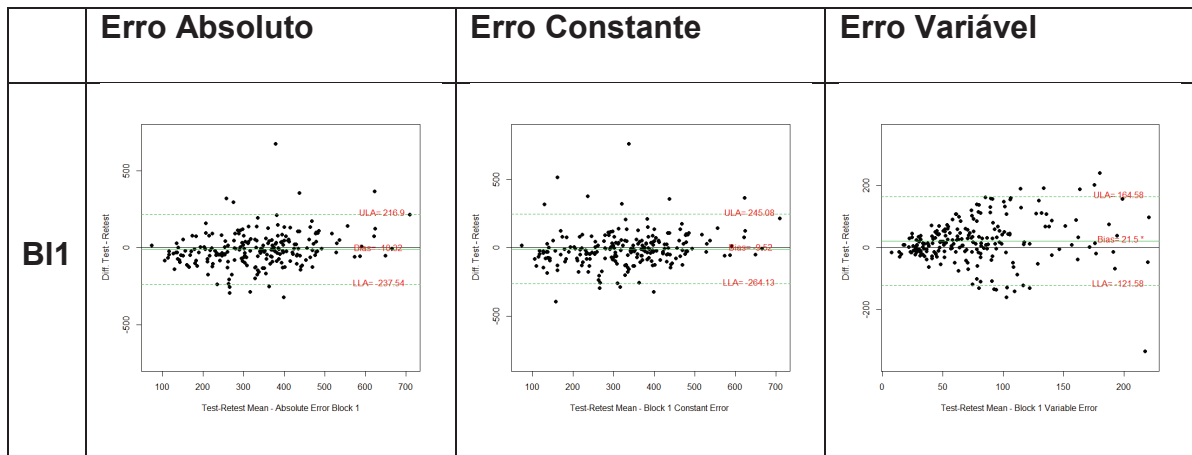
**Tabela 4.** Resultados para o coeficiente de correlação intraclasse, coeficiente de correlação de Pearson, teste *t*, erro padrão da medida e valor relativo de MMD para o teste-reteste no jogo *Timing Coincidente do Bridge*, para cada bloco de tentativas de teste-reteste. Apresentados para todos os participantes e estratificado por grupos de idade.

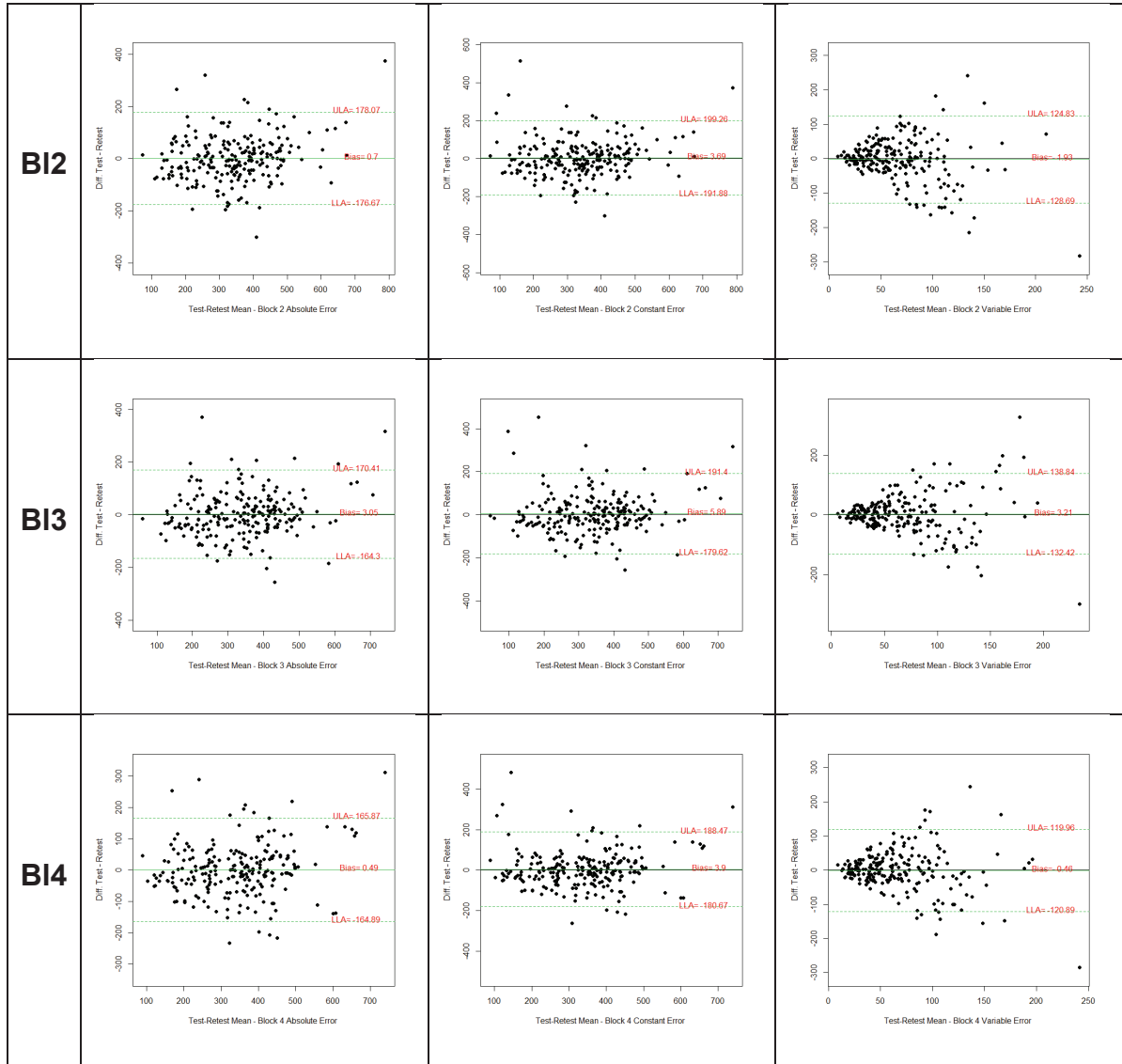
	Todos (n=224)					Adultos jovens (n=74)					Adultos de meia idade (n=63)					Idosos (n=87)				
	CCI [95%IC]	r	t	EPM	MMD%	CCI [95%IC]	r	t	EPM	MMD%	CCI [95%IC]	r	t	EPM	MMD%	CCI [95%IC]	r	t	EPM	MMD%
<b>Erro Absoluto</b>																				
BI1-R	0,77 [0,70-0,83]	0,64**	-1,35	68,42	189,64	0,76 [0,59-0,85]	0,64**	-3,26*	53,57	148,48	0,82 [0,71-0,89]	0,71**	-1,73	53,73	148,93	0,60 [0,39-0,74]	0,44**	1,16	88,63	245,66
BI2-R	0,86 [0,82-0,90]	0,77**	0,12	50,47	139,89	0,83 [0,73-0,89]	0,71**	-1,12	41,95	116,28	0,87 [0,78-0,92]	0,78**	0,37	47,72	132,26	0,82 [0,72-0,88]	0,70**	0,73	57,18	158,49
BI3-R	0,88 [0,84-0,90]	0,78**	0,54	44,97	124,64	0,87 [0,79-0,92]	0,77**	-0,40	38,69	107,25	0,89 [0,83-0,94]	0,81**	0,45	38,87	107,74	0,81 [0,71-0,88]	0,70**	0,72	57,96	160,66
BI4-R	0,88 [0,84-0,91]	0,79**	0,09	45,14	125,12	0,89 [0,82-0,93]	0,80**	-0,19	36,06	99,95	0,91 [0,85-0,95]	0,84**	0,74	36,50	101,18	0,81 [0,70-0,87]	0,68**	-0,19	58,34	161,72
<b>Erro Constante</b>																				
BI1-R	0,73 [0,65-0,79]	0,58**	-1,11	76,37	211,68	0,75 [0,57-0,85]	0,63**	-3,35*	55,87	154,85	0,78 [0,64-0,87]	0,65**	-1,13	61,58	170,68	0,53 [0,28-0,70]	0,37*	1,04	101,27	280,71
BI2-R	0,84 [0,79-0,88]	0,73**	0,56	54,31	150,53	0,83 [0,72-0,89]	0,71**	-1,10**	41,95	116,28	0,84 [0,74-0,90]	0,73**	0,97	52,94	146,73	0,79 [0,67-0,86]	0,65**	0,80	63,23	175,25
BI3-R	0,85 [0,81-0,89]	0,75**	0,94	50,86	140,99	0,87 [0,79-0,92]	0,77**	-0,39**	38,75	107,40	0,85 [0,75-0,91]	0,74**	1,03	45,61	126,42	0,80 [0,69-0,87]	0,66**	0,81	61,33	169,99
BI4-R	0,85 [0,81-0,89]	0,75**	0,63	50,67	140,46	0,89 [0,82-0,93]	0,80**	-0,18*	36,08	100,00	0,87 [0,79-0,92]	0,78**	1,25	44,38	123,03	0,77 [0,65-0,85]	0,63**	0,14	64,48	178,72
<b>Erro Variável</b>																				
BI1-R	0,77 [0,70-0,83]	0,21*	4,46*	29,11	80,68	0,46 [0,15-0,66]	0,32*	3,14*	25,43	70,48	0,28 [-0,15-0,55]	0,17	2,64*	51,40	142,46	0,24 [-0,14-0,50]	0,15	2,59*	63,44	175,85
BI2-R	0,86 [0,82-0,90]	0,14*	-0,45	15,97	44,26	0,55 [0,28-0,72]	0,38*	0,39	21,19	58,74	0,16 [-0,40-0,50]	0,10	0,15	36,52	101,24	0,11 [-0,37-0,42]	0,06	-0,89	48,51	134,46
BI3-R	0,88 [0,84-0,90]	0,18*	0,70	18,34	50,82	0,51 [0,21-0,69]	0,35*	-0,55	18,16	50,33	0,23 [-0,29-0,54]	0,14	-0,10	37,44	103,79	0,18 [-0,26-0,47]	0,10	1,16	61,59	170,73
BI4-R	0,88 [0,84-0,91]	0,26**	-0,11	15,91	44,10	0,38 [-0,00-0,61]	0,23	0,23	23,09	64,01	0,27 [-0,22-0,56]	0,16	-0,43	37,42	103,73	0,43 [0,12-0,63]	0,27*	0,11	41,41	114,78

CCI: Coeficiente de correlação intraclasse; r: coeficiente de correlação de Pearson; t: teste t; EPM: erro padrão da medida; MMD: mudança mínima detectável; BI1: primeiro bloco de cinco tentativas; BI2: segundo bloco de cinco tentativas; BI3: terceiro bloco de cinco tentativas; BI4: quarto bloco de cinco tentativas; R: bloco de reteste de curto prazo com cinco tentativas; \*: valor de p<0,05; \*\*: valor de p<0,001.

Na Figura 4 são apresentados os resultados dos valores dos blocos (diferença entre teste e reteste plotados em relação a sua média em cada bloco de cinco tentativas) do jogo *Timing Coincidente do Bridge* usando os gráficos de Bland-Altman para EA, EC e EV.

**Figura 4:** Plotagem de Bland-Altman. Diferenças entre os quatro blocos de teste e reteste plotadas em relação a média das duas sessões dos testes para cada bloco de cinco tentativas do jogo *Timing Coincidente do Bridge*. No eixo x estão as médias dos dois testes em milissegundos; no eixo y estão as médias das diferenças em milissegundos. A linha média é usada para indicar a concordância perfeita entre os dois testes (sem diferença). As linhas extremas indicam a concordância superior e inferior.





Fonte: Do próprio autor.

Para cada variável, quando o desempenho de todos os participantes é considerado usando o Bassin, foram encontrados CCI de bom a excelente entre os blocos de teste (blocos de 1 a 4) e o reteste (bloco R). As diferenças médias do teste-reteste indicam tempos de processamento mais longos para BI2-R, BI3-R e BI4-R no EC ( $p < 0.05$ ) e curtos para BI1-R e BI4-R ( $p < 0.05$ ) e BI2-R e BI3-R ( $p < 0.001$ ) no EV no reteste em comparação com o teste nestes blocos de tentativas, quando observados para todos os participantes. Não foram observadas diferenças no teste-reteste para EA. Resultados similares foram observados para o grupo de adultos jovens. Para o grupo de adultos de meia-idade e idosos não foram encontradas diferenças no teste-reteste para a maioria dos blocos. Os coeficientes de correlação para todos os

participantes foram significativos com  $p < 0,001$  para todos os blocos (veja na Tabela 5).

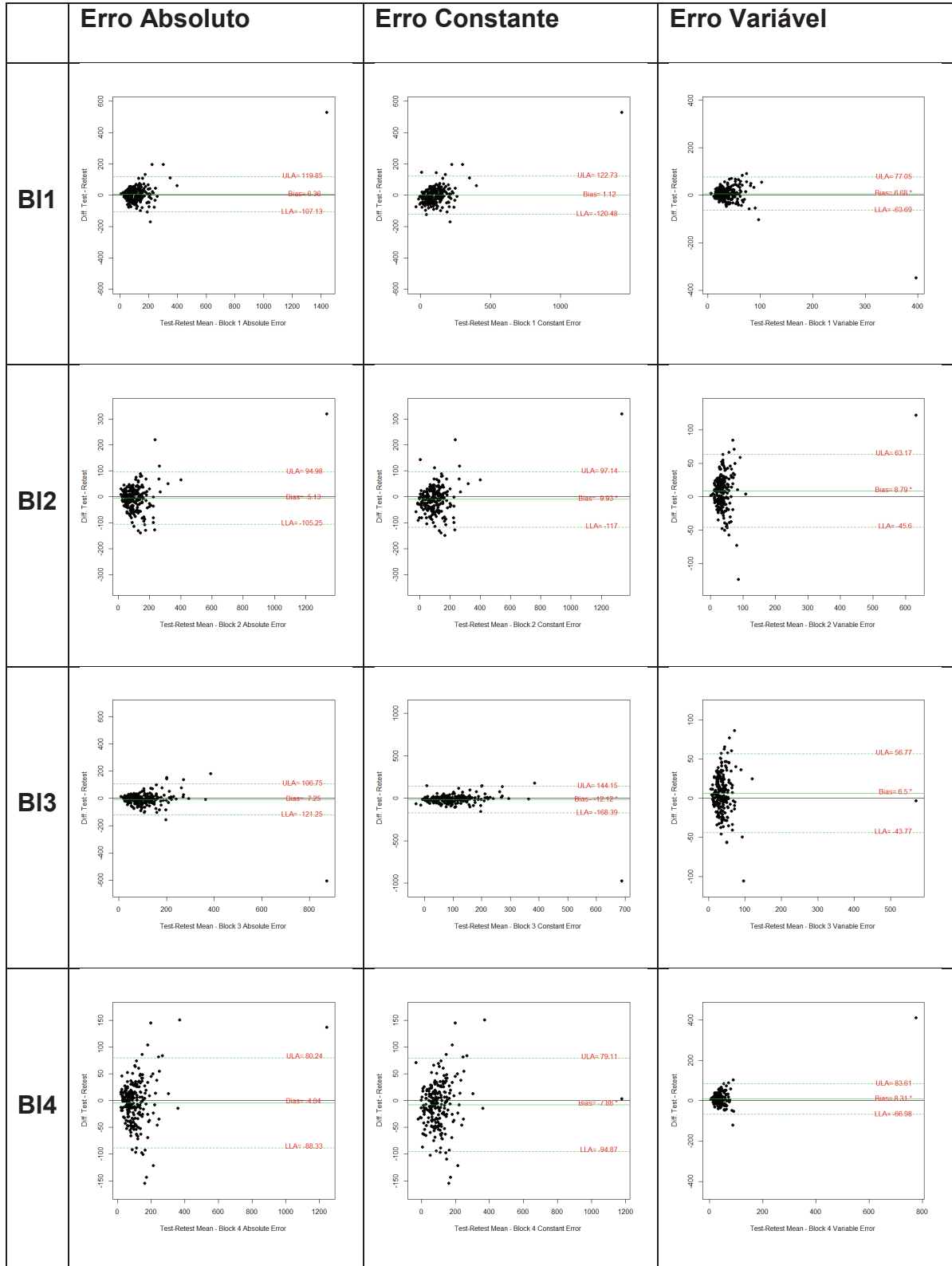
**Tabela 5:** Resultados para o coeficiente de correlação intraclasse, coeficiente de correlação de Pearson, teste  $t$ , erro padrão da medida e valor relativo de MMD para o teste-reteste no *Bassin Anticipation Timer*, para cada bloco de tentativas de teste-reteste. Apresentados para todos os participantes e estratificado por grupos de idade.

	Todos (n=224)					Adultos jovens (n=74)					Adultos de meia idade (n=63)					Idosos (n=87)				
	CCI [95%IC]	r	t	EPM	MMD%	CCI [95%IC]	r	t	EPM	MMD%	CCI [95%IC]	r	t	EPM	MMD%	CCI [95%IC]	r	t	EPM	MMD%
<b>Erro Absoluto</b>																				
BI1-R	0,93 [0,91-0,95]	0,91**	1,68	33,43	92,65	0,83 [0,73-0,89]	0,71**	0,08	13,87	38,46	0,68 [0,47-0,80]	0,51**	1,06	30,75	85,24	0,94 [0,91-0,96]	0,95**	1,37	44,90	124,47
BI2-R	0,94 [0,92-0,95]	0,90**	-1,54	27,43	76,02	0,82 [0,72-0,89]	0,71**	-0,92	13,00	36,03	0,60 [0,33-0,75]	0,43**	-1,25	34,92	96,80	0,96 [0,93-0,97]	0,94**	-0,68	32,18	89,21
BI3-R	0,87 [0,83-0,90]	0,79**	-1,90	26,95	74,71	0,87 [0,79-0,92]	0,77**	-1,20	12,17	33,73	0,79 [0,65-0,87]	0,66**	-1,06	27,43	76,02	0,84 [0,76-0,90]	0,77**	-1,33	35,42	98,18
BI4-R	0,95 [0,94-0,96]	0,91**	-1,44	23,06	63,91	0,88 [0,81-0,92]	0,79**	-0,91	10,98	30,45	0,77 [0,62-0,86]	0,63**	-0,77	28,34	78,56	0,96 [0,95-0,98]	0,94**	-0,93	28,76	79,71
<b>Erro Constante</b>																				
BI1-R	0,93 [0,90-0,94]	0,91**	0,28	34,80	96,46	0,84 [0,74-0,91]	0,76**	-2,97*	18,38	50,95	0,72 [0,53-0,83]	0,56**	0,76	33,13	91,83	0,93 [0,90-0,96]	0,95**	0,93	49,13	136,19
BI2-R	0,93 [0,91-0,95]	0,89**	-2,78*	30,98	85,87	0,83 [0,68-0,90]	0,75**	-4,02**	18,53	51,35	0,63 [0,40-0,78]	0,47**	-1,20	37,85	104,91	0,95 [0,93-0,97]	0,94**	-1,01	36,31	100,64
BI3-R	0,73 [0,65-0,80]	0,60**	-2,32*	38,69	107,23	0,87 [0,77-0,93]	0,81**	-3,78**	16,03	44,42	0,78 [0,64-0,87]	0,64**	-0,84	30,86	84,16	0,57 [0,34-0,72]	0,44**	-1,40	51,29	142,16
BI4-R	0,95 [0,93-0,96]	0,90**	-2,71*	22,57	62,57	0,88 [0,80-0,93]	0,81**	-3,11*	14,34	39,75	0,80 [0,67-0,88]	0,67**	-0,92	29,94	82,98	0,96 [0,94-0,98]	0,93**	-1,54	26,57	73,64
<b>Erro Variável</b>																				
BI1-R	0,93 [0,91-0,95]	0,54**	2,84*	6,55	18,14	0,33 [-0,03-0,57]	0,25*	4,78**	14,64	40,57	0,35 [-0,06-0,60]	0,22	1,68	17,28	47,89	0,69 [0,52-0,79]	0,65**	0,68	16,86	46,75
BI2-R	0,94 [0,92-0,95]	0,83**	4,84**	11,85	32,86	0,34 [-0,01-0,57]	0,24*	4,18**	11,84	32,81	0,23 [-0,25-0,53]	0,14	1,67	17,13	47,48	0,94 [0,90-0,96]	0,91**	3,23*	17,99	49,86
BI3-R	0,87 [0,83-0,90]	0,82**	3,87**	14,75	40,90	0,44 [0,13-0,65]	0,31*	3,39*	10,63	29,48	0,42 [0,05-0,65]	0,28*	1,34	16,66	46,17	0,94 [0,90-0,96]	0,89**	2,57*	14,75	40,88
BI4-R	0,95 [0,94-0,96]	0,85**	3,31*	14,79	40,99	0,45 [0,14-0,65]	0,32*	3,26*	10,43	28,90	0,09 [-0,50-0,45]	0,05	1,29	17,32	48,02	0,89 [0,83-0,93]	0,93**	2,25*	34,18	94,74

CCI: Coeficiente de correlação intraclasse; r: coeficiente de correlação de Pearson; t: teste  $t$ ; EPM: erro padrão da medida; MMD: mudança mínima detectável; BI1: primeiro bloco de cinco tentativas; BI2: segundo bloco de cinco tentativas; BI3: terceiro bloco de cinco tentativas; BI4: quarto bloco de cinco tentativas; R: bloco de reteste de curto prazo com cinco tentativas; \*: valor de  $p < 0,05$ ; \*\*: valor de  $p < 0,001$ .

Na Figura 5 são apresentados os resultados dos valores dos blocos (diferença entre teste e reteste plotados em relação a sua média em cada bloco de cinco tentativas) do *Bassin Anticipation Timer* usando os gráficos de Bland-Altman para EA, EC e EV.

**Figura 5:** Plotagem de Bland-Altman. Diferenças entre os quatro blocos de teste e reteste plotadas em relação a média das duas sessões dos testes para cada bloco de cinco tentativas do Bassin Anticipation Timer. No eixo x estão as médias dos dois testes em milissegundos; no eixo y estão as médias das diferenças em milissegundos. A linha média é usada para indicar a concordância perfeita entre os dois testes (sem diferença). As linhas extremas indicam a concordância superior e inferior.



Fonte: Do próprio autor.

## Viabilidade

Dos 224 participantes, apenas sete participantes não completaram as duas tarefas (3,1%).

## DISCUSSÃO

Este estudo avaliou a confiabilidade teste-reteste e a validade concorrente do jogo *Timing Coincidente* no pacote *Team Bridge Games* para a tarefa de *timing* coincidente (TTC) ou *timing* antecipatório. O objetivo foi determinar se o jogo proposto no Bridge é capaz de medir uma TTC de forma confiável e válida.

Foram encontradas correlações significativas com a idade em todas as variáveis analisadas. Quanto mais velhos os participantes, mais lento ele ou ela foram em relação ao alcance do tempo do alvo. Isto está em acordo com estudos anteriores que usaram TTC em adultos (LOBJOIS *et al*, 2006).

O fato dos participantes reagirem antecipadamente em algumas tentativas em ambos instrumentos demonstrou que eles entenderam o objetivo da tarefa e que eles tentaram ser o mais precisos possível. Kim *et al* (2013) relataram que participantes com idade entre 11 e 18 anos demonstraram habilidade no desempenho de TTC, apesar da velocidade e brevidade do estímulo, com 97% de todos os participantes completarem sua resposta antes da chegada do estímulo ao alvo em algumas tentativas.

Pelo conhecimento dos autores, este é o primeiro estudo a analisar a validade concorrente de um novo instrumento de TTC e o “padrão ouro” *Bassin Anticipation Timer*, e em função disso a comparação com estudos anteriores não foi possível.

## Validade concorrente

A validade concorrente foi de fraca a boa para as medidas dos blocos em todas as variáveis quando estes foram comparados usando o coeficiente de correlação intraclasse (CCI); suficiente quando comparados usando o alfa de Cronbach, e bom a excelente quando comparados usando o coeficiente de correlação de Pearson.

Em relação a validade concorrente com os valores do  $CCI \leq 0,66$ , os valores médios obtidos no Bridge foi significativamente maior quando comparado aos valores obtidos no Bassin para todas as medidas (conforme Tabela 3). Não houve um erro

sistemático observado que pudesse explicar estas diferenças (KOLBER *et al*, 2013). Era esperado que o desempenho no Bridge fosse melhor do que o encontrado no Bassin, uma vez que o Bridge oferece *feedback* imediato após cada execução (bolha verde quando a última bolha alvo é alcançada dentro de uma margem de  $\pm$  200 milissegundos – antecipação ou atraso – e uma bolha vermelha quando a diferença ultrapassa esta margem). No entanto, essa característica significa que os participantes não tentaram melhorar além do limite de 200 ms. Uma consideração que pode ser observada diz respeito às medições de tempo realizadas por um computador que podem ser influenciadas pelo conjunto de *hardware* e *software* (CROSETTA e ANDRADE, 2015). Outro ponto é que boa parte da amostra foi composta por adultos de meia-idade e pessoas idosas, que geralmente têm menos interação com a tecnologia e talvez precisam de mais tempo para entender a tarefa.

Apesar dos valores mais altos, identificamos que o desempenho geral na tarefa proposta pelo Bridge esteve diretamente relacionado com o da tarefa do Bassin considerada como “Padrão Ouro”, indicando que os participantes que subestimaram ou superestimaram o tempo até a chegada na tarefa do Bridge geralmente tiveram a mesma reação na tarefa do Bassin.

### **Confiabilidade teste-reteste**

Os resultados do Bridge mostraram uma confiabilidade de boa a excelente para o erro absoluto (EA), erro constante (EC) e erro variável (EV) quando considerados todos os participantes para os valores do CCI. Quando considerados para os grupos de idade, os valores foram fracos para o EV.

Os bons valores dos CCIs significam que pelo menos 75% da variação nos escores de TTC observados é atribuível à variação no escore verdadeiro, após ajuste para qualquer alteração real ao longo do tempo ou inconsistência nas respostas do sujeito ao longo do tempo. Os 25% restantes da variação de pontuação observada em qualquer teste ou reteste representa erro, se assumirmos que nenhuma alteração real teria ocorrido no resultado durante esse curto período de tempo (VAZ *et al*, 2013). O CCI é considerado uma medida mais desejável de confiabilidade que reflete tanto o grau de correlação quanto o acordo entre as medidas. O teste *t* pareado é um método para analisar o acordo e o coeficiente de correlação de Pearson é apenas uma medida de correlação e, portanto, não são consideradas medidas ideais de confiabilidade (KOO e LI, 2016).

Com base na magnitude do CCI dos blocos para EV para o grupo mais velho nos resultados do teste-reteste, o uso clínico deve ser cauteloso ao usar o Bridge para medir as mudanças nas habilidades em TTC em outro grupo de adultos (VAZ *et al*, 2013), no entanto, todas as outras medidas mostram que o Bridge é uma ferramenta confiável para medir uma TTC.

Além da excelente confiabilidade em termos de CCI, cada um dos blocos e erros individuais do jogo Bridge demonstrou uma correlação significativa entre cada bloco de teste e reteste. O mesmo foi observado nos três grupos de idades.

Em relação à mínima mudança detectável (MMD), é lamentável que nenhum estudo prévio tenha examinado os valores de MMD para o desempenho em TTC e, portanto, não podemos determinar se os valores de MMD calculados no estudo atual são ou não aceitáveis. É, portanto, necessária uma validação dos valores absolutos e relativos de MMD para uma TTC.

Alguns autores enfatizam a necessidade de verificar o efeito de aprendizagem na confiabilidade teste-reteste, o que pode ser atribuído à exposição ao mesmo instrumento durante um curto período ou a familiarização com instruções e procedimentos do teste (HANSEN *et al*, 2017; OBERLANDER *et al*, 2017). Não houve diferenças entre os blocos de um a quatro e o reteste, indicando que não houve efeito de aprendizagem entre o teste e o reteste neste estudo para EA, EC ou EV.

Finalmente, o  $r$  de Pearson e o CCI não quantificam as variações não reconhecidas nos escores na escala da medida de resultado, e a interpretação clínica desses escores é, portanto, limitada (VAZ *et al*, 2013). Como em outros estudos que investigaram a validade e a confiabilidade de novos instrumentos em comparação com um padrão-ouro, embora tenham sido utilizadas boas confiabilidade e estatísticas de validade concorrentes, os autores devem reconhecer os possíveis intervalos de desacordo entre os dois instrumentos de medição (KOLBER *et al*, 2013; GOOSSENS *et al*, 2016). Assim, considerando que o jogo *Timing Coincidente* do Team Bridge games parece ser mais fácil de usar, transportar e gerenciar, concluímos que isso pode ser usado para prática e pesquisa clínica.

### **Limitações do estudo**

Este estudo tem certas limitações. Em primeiro lugar, nossos participantes eram saudáveis e, como estudo inicial de prova de conceito, esta população era

apropriada por vários motivos, incluindo não querer aborrecer pacientes com déficits funcionais testando-os em um dispositivo com validade ainda limitada (CLARK *et al*, 2013).

Em segundo lugar, o intervalo de tempo entre o teste e o reteste foi de apenas 20 minutos (em média), mas a fadiga pode ter influenciado os resultados (FABER *et al*, 2015), especialmente no grupo de idosos. No entanto, não encontramos diferença no desempenho entre os quatro blocos de avaliações e o reteste, indicando que a falta de um período de descanso suficiente não foi um viés tão grande (BAN *et al*, 2016).

Aparentemente, o *feedback* dado durante as cinco primeiras tentativas nem sempre foi suficiente para todos os participantes compreenderem o que lhes foi solicitado (AALBERS *et al*, 2013). Percebemos que alguns participantes esperaram uma sugestão para reagir (a bolha verde no jogo de *Timing Coincidente* no Bridge e a ativação do último LED no Bassin).

A tolerância de 200 ms também poderia ser menor nos próximos testes do jogo *Timing Coincidente* do Bridge; acreditamos que isso pode mover os valores mais próximos dos obtidos no Bassin.

## CONCLUSÃO

Este estudo apresentou os resultados de um novo jogo *Timing Coincidente* do *Team Bridge Games* para uma tarefa de *timing* coincidente ou antecipatório. Em primeiro lugar, a validade concorrente parece ser suficiente para todos os blocos de teste, com uma excelente correlação entre os resultados obtidos no Bridge com o padrão-ouro Bassin. Contudo, o coeficiente de correlação intraclasse e a consistência interna não foram confirmados. Em segundo lugar, os coeficientes de teste-reteste foram bons para o desempenho em blocos de todas as variáveis.

Esses resultados sugerem que, com a prática, o jogo *Timing Coincidente* do *Team Bridge Games* pode ter validade e confiabilidade adequadas para uso com adultos saudáveis, mas que apresenta uma medida de tempo maior do que o padrão-ouro, Bassin.

## 4 CONCLUSÃO

Esta tese teve como objetivo avaliar a validade e confiabilidade de tarefa de *timing* coincidente em ambiente virtual não imersivo por meio dos jogos do pacote *Team Bridge Games*. Para responder a este objetivo, quatro objetivos específicos foram definidos: (1) Analisar os resultados preliminares do desempenho em tarefas motoras no uso dos jogos do pacote *Team Bridge Games*: Os resultados preliminares dos jogos disponíveis no pacote *Team Bridge Games* apresentaram resultados significativos com o uso de diferentes interfaces de interação com os jogos em diferentes populações. (2) Avaliar o desempenho de idosos saudáveis em uma tarefa virtual de *timing* coincidente em relação à real: Este estudo piloto com adultos mais velhos saudáveis que avaliou o desempenho no jogo *Timing Coincidente* demonstrou que a prática de tarefas em um ambiente virtual sugere ser uma ferramenta promissora para avaliação e treinamento desta população. (3) Analisar por meio de uma revisão sistemática o instrumento padrão ouro na avaliação de tarefas de *timing* coincidente: A revisão sistemática da literatura confirmou que o *Bassin Anticipation Timer*, da *Lafayette Instrument* é o instrumento considerado “padrão ouro” na avaliação do desempenho em tarefas de *timing* coincidente ou *timing* antecipatório, o que nos permitiu usá-lo na validação concorrente com o jogo *Timing Coincidente* do pacote *Team Bridge Games*. (4) Avaliar a validade e confiabilidade entre tarefa real e virtual de acordo com o desempenho dos indivíduos no jogo *Timing Coincidente*: Os resultados da validação concorrente do *Timing Coincidente* em uma amostra de 224 adultos saudáveis demonstrou confiabilidade aceitável, além de excelente coeficiente de correlação sugerindo que os dois testes possuem propriedades semelhantes. As análises de teste e reteste de curta duração apresentaram confiabilidade de boa a excelente em todas as variáveis avaliadas, além das pontuações apresentarem boa confiabilidade e consistência interna aceitável.

Como conclusão geral, sugerimos que a tarefa de *Timing Coincidente* com o uso do pacote *Team Bridge Games* seja uma alternativa válida e confiável aos testes clínicos existentes para esta tarefa.

## REFERÊNCIAS

ABE, M. O.; STERNAD, D. Directionality in distribution and temporal structure of variability in skill acquisition. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 7, Jun 2013. ISSN 1662-5161. DOI: 10.3389/fnhum.2013.00225.

ABEP. Brazil's Economic Classification Criteria [Critério de Classificação Econômica Brasil]. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.abep.org/criterio-brasil>. Acesso em: dez.2015.

AALBERS, T. et al. Puzzling With Online Games (BAM-COG): Reliability, Validity, and Feasibility of an Online Self-Monitor for Cognitive Performance in Aging Adults. **Journal of Medical Internet Research**, v. 15, n. 12, Dec 2013. ISSN 1438-8871. DOI: 10.2196/jmir.2860.

AK, E.; KOCAK, 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, Jun 2010. ISSN 0031-5125. DOI: 10.2466/pms.110.3.879-887.

AKPINAR, S.; DEVRILMEZ, E.; KIRAZCI, S. Coincidence-anticipation timing requirements are different in racket sports. **Perceptual and Motor Skills**, v. 115, n. 2, p. 581-93, Oct 2012. ISSN 0031-5125 (Print) 0031-5125 (Linking). DOI: 10.2466/30.25.27.pms.115.5.581-593.

ALVAREZ, M. P. et al. Autonomic Modulation in Duchenne Muscular Dystrophy during a Computer Task: A Prospective Control Trial. **Plos One**, v. 12, n. 1, Jan 2017. ISSN 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0169633.

ANDERSON, F.; ANNETT, M.; BISCHOF, W. F. Lean on Wii: physical rehabilitation with virtual reality Wii peripherals. **Stud Health Technol Inform**, v. 154, p. 229-234, 2010. DOI: 10.3233/978-1-60750-561-7-229.

ANDERSON, K. R. et al. Virtual reality video games to promote movement recovery in stroke rehabilitation: a guide for clinicians. *Arch Phys Med Rehabil*, v. 96, n. 5, p. 973-6, May 2015. ISSN 1532-821X (Electronic) 0003-9993 (Linking). DOI: 10.1016/j.apmr.2014.09.008.

ANDRESEN, E. M. Criteria for assessing the tools of disability outcomes research. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 81, n. 12, p. S15-S20, Dec 2000. ISSN 0003-9993. DOI: 10.1053/apmr.2000.20619.

ANTUNES, T. P. C. et al. Computer classes and games in virtual reality environment to reduce loneliness among students of an elderly reference center Study protocol for a randomised cross-over design. **Medicine**, v. 96, n. 10, Mar 2017. ISSN 0025-7974. DOI: 10.1097/md.0000000000005954.

BAN, I.; TROELSEN, A.; KRISTENSEN, M. T. High inter-rater reliability, agreement, and convergent validity of Constant score in patients with clavicle fractures. **Journal of Shoulder and Elbow Surgery**, v. 25, n. 10, p. 1577-1582, Oct 2016. ISSN 1058-2746. DOI: 10.1016/j.jse.2016.02.022.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 5. ed. rev. ampl. Florianópolis: Editora da UFSC, 2002. 340p.

BARBOSA, R. M.; BEZERRA, A. K. Validação de um vídeo educativo para promoção do apego entre mãe soropositiva para HIV e seu filho; Validation of an educational video for the promotion of attachment between seropositive HIV mother and her child; Validación de un video educativo para la promoción del apego entre madre seropositiva para VIH y su hijo. **Rev. bras. enferm**, v. 64, n. 2, p. 328-334, 2011. ISSN 0034-7167.

BARCALA, L. et al. Análise do equilíbrio em pacientes hemiparéticos após o treino com o programa Wii Fit. **Fisioter. Mov**, v. 24, n. 2, p. 337-343, 2011.

BARILLI, E. C. V. C.; EBECKEN, N. F. F.; CUNHA, G. G. A tecnologia de realidade virtual como recurso para formação em saúde pública à distância: uma aplicação para a aprendizagem dos procedimentos antropométricos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 6, n. 1, p. 1247-1256, 2011.

BARMAN, A., CHATTERJEE, A., BHIDE, R. Cognitive Impairment and Rehabilitation Strategies After Traumatic Brain Injury. **Indian Journal of Psychological Medicine**, v. 38, n. 3, p. 172–181, 2016. DOI: 10.4103/0253-7176.183086.

BAUS, O.; BOUCHARD, S. Moving from virtual reality exposure-based therapy to augmented reality exposure-based therapy: a review. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 8, Mar 4 2014. ISSN 1662-5161. DOI: 10.3389/fnhum.2014.00112.

BELISLE, J. J. Accuracy, reliability, and refractoriness in a coincidence-anticipation task. **Research Quarterly**. American Association for Health, Physical Education and Recreation, v. 34, n. 3, p. 271-281, 1963. ISSN 1067-1188.

BELLUCCI JÚNIOR, J. A.; MATSUDA, L. M. Construção e validação de instrumento para avaliação do Acolhimento com Classificação de Risco. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 65, p. 751-757, 2012. ISSN 0034-7167. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-71672012000500006&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672012000500006&nrm=iso)

BENOIT, M. et al. Is it possible to use highly realistic virtual reality in the elderly? A feasibility study with image-based rendering. **Neuropsychiatr Dis Treat**, v. 11, p. 557-63, 2015. ISSN 1176-6328 (Print) 1176-6328.

BENTLEY, S. A. et al. Validity, Reliability, and Repeatability of the Useful Field of View Test in Persons with Normal Vision and Patients with Glaucoma. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, v. 53, n. 11, p. 6763-6769, Oct 2012. ISSN 0146-0404. DOI: 10.1167/iovs.12-9718.

BERGHUIS, K. M. et al. Neuronal mechanisms of motor learning and motor memory consolidation in healthy old adults. **Age (Dordr)**, v. 37, n. 3, p. 9779, Jun 2015.

BEZERRA, Í. M. P. et al. Functional performance comparison between real and virtual tasks in older adults: A cross-sectional study. **Medicine**, 2018 (ahead of print).

BIDDIX, J. P. Instrumentation, Validity, Reliability. **Quantitative Methods**, 2009. Disponível em: < <https://researchrundowns.com/quantitative-methods/instrument-validity-reliability/> >. Acesso em: March, 24.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Cronbach's alpha. **British Medical Journal**, v. 314, n. 7080, p. 572-572, Feb 1997. ISSN 0959-8138.

BÓ A. P., HAYASHIBE M., POIGNET P. Joint angle estimation in rehabilitation with inertial sensors and its integration with Kinect. **Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc**, p. 3479-83, 2011.

BONNECHÈRE B. et al. The use of commercial video games in rehabilitation: a systematic review. **Int J Rehabil Res**, v. 39, n. 4, p. 277-290, Dez 2016.

BONUZZI, G. M. G. et al. Effects of the task complexity on the performance of a Coincidence Timing Task of people with Down syndrome. **Motricidade**, v. 12, n. 4, p. 15-23, 2016. ISSN 2182-2972. Disponível em: <http://revistas.rcaap.pt/motricidade/article/view/7318>. DOI: 10.6063/motricidade.7318.

BOTOLFSEN, P. et al. Reliability and concurrent validity of the Expanded Timed Up-and-Go test in older people with impaired mobility. **Physiotherapy Research International**, v. 13, n. 2, p. 94-106, 2008. ISSN 1471-2865.

BOWEN, D. J. et al. How We Design Feasibility Studies. *American Journal of Preventive Medicine*, v. 36, n. 5, p. 452-457, May 2009. ISSN 0749-3797. DOI: 10.1016/j.amepre.2009.02.002.

BRANDT, R. et al. Profile's mood in women with fibromyalgia [Perfil de humor de mulheres com fibromialgia]. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 60, n. 3, p. 216-220, 2011. ISSN 0047-2085. DOI: 10.1590/s0047-20852011000300011.

\_\_\_\_\_. Saúde mental e fatores associados em atletas durante os jogos abertos de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, p. 276-280, 2014. ISSN 1517-8692. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-86922014000400276&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922014000400276&nrm=iso).

\_\_\_\_\_. The Brunel Mood Scale Rating in Mental Health for Physically Active and Apparently Healthy Populations. **Health**, v. 8, p. 125-132, 2016. DOI: 10.4236/health.2016.82015.

BURDEA, G. C. Haptic feedback for virtual reality. **Proceedings of the Virtual Reality and Prototyping Workshop**, 1999, Citeseer.

BURDEA, G. C. et al. Robotics and gaming to improve ankle strength, motor control, and function in children with cerebral palsy--a case study series. **IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng**, v. 21, n. 2, p. 165-73, Mar 2013. ISSN 1534-4320.

CACOLA, P. et al. Children with developmental coordination disorder demonstrate a spatial mismatch when estimating coincident-timing ability with tools. **Research in**

**Developmental Disabilities**, v. 48, p. 124-131, Jan 2016. ISSN 0891-4222. DOI: 10.1016/j.ridd.2015.10.021.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 215 p. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd\\_2010\\_religiao\\_deficiencia.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf)>. Acesso em: abr. 2016.

CEYLAN, H. I.; SAYGIN, O. Examining the Effects of Proprioceptive Training on Coincidence Anticipation Timing, Reaction Time and Hand-Eye Coordination. **Anthropologist**, v. 20, n. 3, p. 437-445, Jun 2015. ISSN 0972-0073.

CHANG Y. J., CHEN S. F., HUANG J. D. A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. **Research in Developmental Disabilities**, v. 32, p. 2566-2570, 2011.

CHAO Y. Y., SCHERER Y. K., MONTGOMERY C. A. Effects of using Nintendo Wii™ exergames in older adults: a review of the literature. **J Aging Health**, v. 27, n. 3, p. 379-402, 2015. DOI: 10.1177/0898264314551171.

CHEN Y., FANCHIANG H. D., HOWARD A. Effectiveness of Virtual Reality in Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Phys Ther**, v. 98, n. 1, p. 63-77, Jan 2018. DOI: 10.1093/ptj/pzx107.

CHEN, Y.-P.; LEE, S.-Y.; HOWARD, A. M. Effect of Virtual Reality on Upper Extremity Function in Children With Cerebral Palsy: A Meta-analysis. **Pediatric Physical Therapy**, v. 26, n. 3, p. 289-300, Fal 2014. ISSN 0898-5669; 1538-005X. DOI: 10.1097/pep.0000000000000046.

CHIVIACOWSKY, S. Self-controlled practice: Autonomy protects perceptions of competence and enhances motor learning. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 15, n. 5, p. 505-510, Sep 2014. ISSN 1469-0292. DOI: 10.1016/j.psychsport.2014.05.003.

CHIVIACOWSKY, S.; WULF, G.; LEWTHWAITE, R. Self-controlled learning: the importance of protecting perceptions of competence. **Frontiers in Psychology**, v. 3, 2012. ISSN 1664-1078. Disponível em: DOI: 10.3389/fpsyg.2012.00458.

CHO, K. H.; LEE, W. H. Virtual walking training program using a real-world video recording for patients with chronic stroke: a pilot study. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 92, n. 5, p. 371-80; quiz 380-2, 458, May 2013. ISSN 0894-9115.

CLARK, R. A. et al. Concurrent validity of the Microsoft Kinect for assessment of spatiotemporal gait variables. **Journal of Biomechanics**, v. 46, n. 15, p. 2722-2725, Oct 2013. ISSN 0021-9290. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2013.08.011.

CLARKE, N. D.; DUNCAN, M. J. Effect of Carbohydrate and Caffeine Ingestion on Badminton Performance. **International Journal of Sports Physiology and**

**Performance**, v. 11, n. 1, p. 108-115, Jan 2016. ISSN 1555-0265. DOI: 10.1123/ijsp.2014-0426.

COHEN, A. R. et al. Virtual reality simulation: basic concepts and use in endoscopic neurosurgery training. **Childs Nervous System**, v. 29, n. 8, p. 1235-1244, Aug 2013. ISSN 0256-7040. DOI: 10.1007/s00381-013-2139-z.

CORRÊA, A. G. D. et al. Realidade virtual e jogos eletrônicos: uma proposta para deficientes. In: Monteiro, CBM. Realidade Virtual na Paralisia Cerebral. São Paulo: Ed. **Plêiade**. 2011; 65-92.

CORRÊA, U. C. et al. "Timing" coincidente em tarefas complexas: estudo exploratório do desempenho de adultos de diferentes idades em diferentes velocidades de estímulo visual. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 19, n. 4, p. 307-315, 2005. ISSN 1981-4690.

COYLE H., TRAYNOR V., SOLOWIJ N. Computerized and virtual reality cognitive training for individuals at high risk of cognitive decline: systematic review of the literature. **Am J Geriatr Psychiatry**, v. 23, n. 4, p. 335-59, Abr 2015. DOI: 10.1016/j.jagp.2014.04.009.

CRABTREE, D. A.; ANTRIM, L. R. Reconsideration of measurement of error in human Motor Learning. **Perceptual and Motor Skills**, v. 67, n. 2, p. 568-570, Oct 1988. ISSN 0031-5125.

CROCETTA, T. B. **Validação de software de tempo de reação: Os desafios da precisão na pesquisa em Ciências do Movimento Humano e da Computação**. 2013. 219 (Mestrado em Ciências do Movimento Humano – Área: Atividade Física e Saúde). Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis - SC.

CROCETTA, T. B.; ANDRADE, A. Retrasos en la medición del tiempo con el uso de computadoras en la investigación del Tiempo de Reacción: Una revisión sistemática. **Revista de Psicología del Deporte**, v. 24, n. 2, p. 341-349, 2015. ISSN 1132-239X.

CROCETTA, T. B. et al. Virtual reality software package for implementing Motor Learning and rehabilitation experiments. **Virtual Reality** 2017. DOI: 10.1007/s1005.

\_\_\_\_\_. Instruments for studying coincidence-anticipation timing task – An updated systematic review. **Journal of Physical Education and Sports Management**. (ahead of print) 2018.

DA GAMA, A. et al. Guidance and movement correction based on therapeutics movements for motor rehabilitation support systems. **Virtual and Augmented Reality (SVR)**, 2012 14th Symposium on, 2012, IEEE. p.191-200.

DASCAL, J. B.; TEIXEIRA, L. A. Selective Maintenance of Motor Performance in Older Adults From Long-Lasting Sport Practice. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 87, n. 3, p. 262-270, Sep 2016. ISSN 0270-1367. DOI: 10.1080/02701367.2016.1188195.

DAVIS, R. L.; WEISBECK, C. Search Strategies Used by Older Adults in a Virtual Reality Place Learning Task. **Gerontologist**, v. 55 Suppl 1, p. S118-27, Jun 2015. ISSN 0016-9013.

DE BRUIN, E. D. et al. Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly. Some theoretical considerations. **Z Gerontol Geriatr**, v. 43, n. 4, p. 229-34, Aug 2010. ISSN 1435-1269 (Electronic) 0948-6704 (Linking). DOI: 10.1007/s00391-010-0124-7.

DE MELLO MONTEIRO, C. B. et al. Transfer of motor learning from virtual to natural environments in individuals with cerebral palsy. **Res Dev Disabil**, v. 35, n. 10, p. 2430-7, Oct 2014. ISSN 0891-4222. DOI: 10.1016/j.ridd.2014.06.006.

DE SANTIS, D. et al. Robot-assisted training of the kinesthetic sense: enhancing proprioception after stroke. *Front Hum Neurosci*, v. 8, p. 1037, 2014. ISSN 1662-5161 (Electronic) 1662-5161 (Linking).

DE TROYER, O.; JANSSENS, E. Supporting the requirement analysis phase for the development of serious games for children. **International Journal of Child-Computer Interaction**, v. 2, n. 2, p. 76-84, 5// 2014. ISSN 2212-8689. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212868914000099> >. Acesso em 04 mai. 2015. DOI: 10.1016/j.ijcci.2014.05.001.

DOS SANTOS MENDES, F. A. et al. Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease--effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal, controlled clinical study. In: (Ed.). **Physiotherapy**. England: 2012 Chartered Society of Physiotherapy. Published by Elsevier Ltd, v.98, 2012. p.217-23. ISBN 1873-1465 (Electronic) 0031-9406 (Linking). DOI: 10.1016/j.physio.2012.06.001.

DUNCAN, M. J. et al. Effects of increasing and decreasing physiological arousal on anticipation timing performance during competition and practice. **European Journal of Sport Science**, v. 16, n. 1, p. 27-35, Jan 2016. ISSN 1746-1391. DOI: 10.1080/17461391.2014.979248.

\_\_\_\_\_. Coincidence Anticipation Timing Performance during an Acute Bout of Brisk Walking in Older Adults: Effect of Stimulus Speed. **Neural Plasticity**, 2015. ISSN 2090-5904. DOI: 10.1155/2015/210213.

\_\_\_\_\_. The effect of acute caffeine ingestion on coincidence anticipation timing in younger and older adults. In: (Ed.). *Nutr Neurosci*. England, v.17, 2014. p.234-8. ISBN 1476-8305 (Electronic) 1028-415X (Linking). DOI: 10.1179/1476830513y.0000000093.

\_\_\_\_\_. Mental fatigue negatively influences manual dexterity and anticipation timing but not repeated high-intensity exercise performance in trained adults. *Res Sports Med*, v. 23, n. 1, p. 1-13, 2015. ISSN 1543-8627. DOI: 10.1080/15438627.2014.975811.

\_\_\_\_\_. Effects of increasing and decreasing physiological arousal on anticipation timing performance during competition and practice. *European Journal of Sport Science*, v. 16, n. 1, p. 27-35, Jan 2016. ISSN 1746-1391. DOI: 10.1080/17461391.2014.979248.

DUNCAN, M.; SMITH, M.; LYONS, M. The effect of exercise intensity on coincidence anticipation performance at different stimulus speeds. ***Eur J Sport Sci***, v. 13, n. 5, p. 559-66, 2013. ISSN 1536-7290 (Electronic) 1536-7290 (Linking). DOI: 10.1080/17461391.2012.752039.

FABER, I. R. et al. The Dutch motor skills assessment as tool for talent development in table tennis: a reproducibility and validity study. ***Journal of Sports Sciences***, v. 33, n. 11, p. 1149-1158, Jul 2015. ISSN 0264-0414. DOI: 10.1080/02640414.2014.986503.

FERNANI, D. C. G. L. et al. Motor intervention on children with school learning difficulties. ***Revista brasileira de crescimento e desenvolvimento humano***, v. 23, p. 209-214, 2013.

FONSECA, F. D. S. et al. Extensive practice improves adaptation to unpredictable perturbations in a sequential coincident timing task. ***Neurosci Lett***, v. 517, n. 2, p. 123-7, May 31 2012. ISSN 0304-3940. DOI: 10.1016/j.neulet.2012.04.041.

FORNER-CORDERO, A. et al. Improved Learning a Coincident Timing Task With a Predictable Resisting Force. ***Motor Control***, p. 1-31, Apr 07 2017. ISSN 1087-1640 (Print) 1087-1640. DOI: 10.1123/mc.2016-0059.

FREEDMAN, V. A.; MARTIN, L. G.; SCHOENI, R. F. Recent trends in disability and functioning among older adults in the United States: a systematic review. In: (Ed.). ***JAMA***. United States, v.288, 2002. p.3137-46. ISBN 0098-7484 (Print) 0098-7484 (Linking).

GALVIN, J. et al. Does intervention using virtual reality improve upper limb function in children with neurological impairment: A systematic review of the evidence. ***Brain Injury***, v. 25, n. 5, p. 435-442, May 2011. ISSN 0269-9052. DOI: 10.3109/02699052.2011.558047.

GERAGHTY, J.; HOLLAND, C.; ROCHELLE, K. Examining links between cognitive markers, movement initiation and change, and pedestrian safety in older adults. ***Accid Anal Prev***, v. 89, p. 151-9, Apr 2016. ISSN 0001-4575.

GIL-GÓMEZ J. A. et al. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. ***J Neuroeng Rehabil***, v.23, n. 8, p. 30, 2011.

GILL, T. M.; KURLAND, B. The burden and patterns of disability in activities of daily living among community-living older persons. ***J Gerontol A Biol Sci Med Sci***, v. 58, n. 1, p. 70-5, Jan 2003. ISSN 1079-5006 (Print) 1079-5006.

GONÇALVES, L. A.; SANTOS, S. D.; CORRÊA, U. C. Estrutura de prática e idade no processo adaptativo da aprendizagem de uma tarefa de "timing" coincidente. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 24, p. 433-443, 2010. ISSN 1807-5509. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1807-55092010000400001&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-55092010000400001&nrm=iso) >.

GOOSSENS, N. et al. Test-Retest Reliability and Concurrent Validity of an fMRI-Compatible Pneumatic Vibrator to Stimulate Muscle Proprioceptors. **Multisensory Research**, v. 29, n. 4-5, p. 465-492, 2016. ISSN 2213-4794. DOI: 10.1163/22134808-00002526.

GUTH, D. Space saving statistics - An introduction to constant error, variable error, and absolute error. **Peabody Journal of Education**, v. 67, n. 2, p. 110-120, Win 1990. ISSN 0031-3432.

GUTIÉRREZ, R. O. et al. A telerehabilitation program by virtual reality-video games improves balance and postural control in multiple sclerosis patients. **NeuroRehabilitation**, v. 33, n. 4, p. 545-54, 2013.

HANSEN, C. et al. Reliability Testing of the Balance Error Scoring System in Children Between the Ages of 5 and 14. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 27, n. 1, p. 64-68, Jan 2017. ISSN 1050-642X.

HARROLD, D.; KOZAR, B. Velocity, occlusion, and sex of subjects in coincidence of anticipation. **Percept Mot Skills**, v. 94, n. 3 Pt 1, p. 914-20, Jun 2002. ISSN 0031-5125 (Print) 0031-5125.

HART, M. A.; REEVE, T. G. A preliminary comparison of stimulus presentation methods with the bassin anticipation timing task. **Perceptual and Motor Skills**, v. 85, n. 1, p. 344-346, Aug 1997. ISSN 0031-5125.

HATEM, S. M. et al. Rehabilitation of Motor Function after Stroke: A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate Upper Extremity Recovery. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 10, Sep 2016. ISSN 1662-5161. DOI: 10.3389/fnhum.2016.00442.

HEINEMANN, A.; EHRLICH-JONES, L.; MOORE, J. **Rehabilitation measures database**. Center for Rehabilitation Outcomes Research, Northwestern University Feinberg School of Medicine, Department of Medical Social Sciences Informatics group, Rehabilitation Institute of Chicago, v. 2014, 2013. Disponível em: < <http://www.rehabmeasures.org/rehabweb/rhstats.aspx> >.

HENDERSON, A.; KORNER-BITENSKY, N.; LEVIN, M. Virtual Reality in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review of its Effectiveness for Upper Limb Motor Recovery. **Top Stroke Rehabil**, v. 14, n. 2, p. 52-61, 2007.

HIRAKATA, V. N.; CAMEY, S. A. Análise de concordância entre métodos de Bland-Altman [Bland-Altman analysis of agreement between methods]. **Revista HCPA**, v. 29, n. 3, p. 261-268, 2009. ISSN 0101-5575.

- HIRSCHFELD, H. Motor control of every day motor tasks: Guidance for neurological rehabilitation. **Physiology & Behavior**, v. 92, n. 1-2, p. 161-166, Sep 2007. ISSN 0031-9384. DOI: 10.1016/j.physbeh.2007.05.018.
- HOCINE, N. et al. Adaptation in serious games for upper-limb rehabilitation: an approach to improve training outcomes. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, v. 25, n. 1, p. 65-98, Mar 2015. ISSN 0924-1868. DOI: 10.1007/s11257-015-9154-6.
- HOLL, N. et al. The effect of age on coordination of stabilization during changing environmental dynamics. **Brain Res**, v. 1604, p. 98-106, Apr 16 2015. ISSN 0006-8993.
- HOLM, R.; PRIGLINGER, M. Virtual Reality Training As A Method For Interactive And Experience-based Learning. **Intelligent Energy Conference and Exhibition**, 2008, Society of Petroleum Engineers.
- HOUNSELL, M. D. S. et al. Motor Control Analysis with Interactions based on Conventional and Augmented Reality Devices [Análise do Controle Motor com Interações baseadas em Dispositivos Convencionais e Realidade Aumentada]. **RITA - Revista de Informática Teórica e Aplicada**, Porto Alegre - RS, v. 17, n. 2, p. 154-173, 2010. ISSN 2175-2745. Disponível em: <  
[http://seer.ufrgs.br/index.php/rita/article/view/rita\\_v17\\_n2\\_p154](http://seer.ufrgs.br/index.php/rita/article/view/rita_v17_n2_p154) >.
- HURKMANS, H. L.; VAN DEN BERG-EMONS, R. J.; STAM, H. J. Energy expenditure in adults with cerebral palsy playing Wii Sports. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 91, p. 1577-1581, 2010.
- IKUDOME, S. et al. Effect of Long-Term Body-Mass-Based Resistance Exercise on Cognitive Function in Elderly People. **J Appl Gerontol**, p. 733464815625834, Jan 01 2016. ISSN 0733-4648. DOI: 10.1177/0733464815625834.
- ILMANE, N.; LARUE, J. Modulation of anticipatory postural adjustments in the anticipation-coincidence task. **J Mot Behav**, v. 43, n. 4, p. 333-43, 2011a. ISSN 1940-1027 (Electronic) 0022-2895 (Linking). DOI: 10.1080/00222895.2011.594819.
- \_\_\_\_\_. Postural and focal inhibition of voluntary movements prepared under various temporal constraints. **Acta Psychologica**, v. 136, n. 1, p. 1-10, Jan 2011b. ISSN 0001-6918. DOI: 10.1016/j.actpsy.2010.08.005.
- JO, K.; YU, J.; JUNG, J. Effects of Virtual Reality-Based Rehabilitation on Upper Extremity Function and Visual Perception in Stroke Patients: a Randomized Control Trial. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 24, n. 11, p. 1205-1208, Dec 2012. ISSN 0915-5287.
- JOHNSEN, K. et al. The validity of a virtual human experience for interpersonal skills education. In: **Proceedings of the SIGCHI**. Conference on Human Factors in Computing Systems. San Jose, California, USA, p. 1049-1058, Abr 2007.

KIM, R. et al. Development of coincidence-anticipation timing in a catching task. **Perceptual and Motor Skills**, v. 117, n. 1, p. 319-338, Aug 2013. ISSN 0031-5125. DOI: 10.2466/10.23.PMS.117x17z9.

KIMBERLIN, C. L.; WINTERSTEIN, A. G. Validity and reliability of measurement instruments used in research. **Am J Health-Syst Pharm**, v. 65, Dez, 2008. DOI: 10.2146/ajhp070364.

KIRAZCI, S. Effects of Verbal and Visual Feedback on Anticipation Timing. **Social Behavior and Personality**, v. 41, n. 7, p. 1133-1140, 2013. ISSN 0301-2212. DOI: 10.2224/sbp.2013.41.7.1133.

KIRNER C.; SISCOOTTO, R. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações. In: **Pré-Simpósio IX Symposium on Virtual and Augmented Reality**. Rio de Janeiro: Petrópolis. Ed. SBC. 2007.

KOLBER, M. J. et al. The reliability and concurrent validity of measurements used to quantify lumbar spine mobility: an analysis of an iphone(R) application and gravity based inclinometry. **Int J Sports Phys Ther**, v. 8, n. 2, p. 129-37, Apr 2013. ISSN 2159-2896 (Print) 2159-2896.

KOO, T. K.; LI, M. Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 15, n. 2, p. 155-163, Jun 2016. ISSN 0899-3467. DOI: 10.1016/j.jcm.2016.02.012.

KOSHIZAWA, R. et al. Beta band patterns in the visible and masked sections of the coincidence-anticipation timing task. **Neuroreport**, v. 24, n. 1, p. 10-5, Jan 9 2013. ISSN 1473-558X (Electronic) 0959-4965 (Linking). DOI: 10.1097/WNR.0b013e32835b91cf.

\_\_\_\_\_. Effects of training the coincidence-anticipation timing task on response time and activity in the cortical region. **Neuroreport**, v. 25, n. 7, p. 527-531, May 2014. ISSN 0959-4965. DOI: 10.1097/wnr.0000000000000129.

KUBICKI, A. et al. Motor-prediction improvements after virtual rehabilitation in geriatrics: frail patients reveal different learning curves for movement and postural control. **Neurophysiol Clin**, v. 44, n. 1, p. 109-18, Jan 2014. ISSN 1769-7131 (Electronic) 0987-7053 (Linking).

LAFAYETTE. **Bassin Anticipation Timer User's Manual** COMPANY, L. I. EUA 2008.

LAI, P. S. M. Validating instruments of measure : Is it really necessary? **Malays Fam Physician**, v. 8, n. 1, p. 2-4, 2013. ISSN 1985-207X (Print) 1985-2274.

LANE, A. M.; TERRY, P. C. The nature of mood: Development of a conceptual model with a focus on depression. **Journal of Applied Sport Psychology**, v. 12, n. 1, p. 16-33, Mar 2000. ISSN 1041-3200. DOI: 10.1080/10413200008404211.

LANE, A. M. et al. Mood responses to athletic performance in extreme environments. **Journal of Sports Sciences**, v. 22, n. 10, p. 886-897, Oct 2004. ISSN 0264-0414. DOI: 10.1080/02640410400005875.

LANGE B. et al. Development and evaluation of low cost game-based balance rehabilitation tool using the Microsoft Kinect sensor. **Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc**, p. 1831-4, 2011.

LANGE, B. S. et al. The potential of virtual reality and gaming to assist successful aging with disability. **Phys Med Rehabil Clin N Am**, v. 21, n. 2, p. 339-56, May 2010. ISSN 1047-9651.

LAUFER, Y.; DAR, G.; KODESH, E. Does a Wii-based exercise program enhance balance control of independently functioning older adults? A systematic review. **Clin Interv Aging**, v. 9, p. 1803-13, 2014. ISSN 1176-9092.

LAVIER, K. et al. Cochrane review: virtual reality for stroke rehabilitation. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 48, n. 3, p. 523-530, Sep 2012. ISSN 1973-9087.

\_\_\_\_\_. Virtual reality for stroke rehabilitation. **Cochrane Database Syst Re**, v. 11, Nov 2017. DOI: 10.1002/14651858.CD008349.pub4.

LEVAC, D. et al. "Kinect-ing" With Clinicians: A Knowledge Translation Resource to Support Decision Making About Video Game Use in Rehabilitation. **Physical Therapy**, v. 95, n. 3, p. 426-440, Mar 2015. ISSN 0031-9023. DOI: 10.2522/ptj.20130618.

LEOCANI, L. et al. Impaired short-term motor learning in multiple sclerosis: evidence from virtual reality. In: (Ed.). **Neurorehabil Neural Repair**. United States, v.21, 2007. p.273-8. ISBN 1545-9683 (Print) 1545-9683 (Linking).

LEWTHWAITE, R. et al. Choose to move: The motivational impact of autonomy support on motor learning. **Psychonomic Bulletin & Review**, v. 22, n. 5, p. 1383-1388, Oct 2015. ISSN 1069-9384. DOI: 10.3758/s13423-015-0814-7.

LEYS, C. et al. Detecting outliers: Do not use standard deviation around the mean, use absolute deviation around the median. **Journal of Experimental Social Psychology**, v. 49, n. 4, p. 764-766, 2013. ISSN 0022-1031.

LISEWSKI, A. M. The concept of strong and weak virtual reality. **Minds and Machines**, v. 16, n. 2, p. 201-219, May 2006. ISSN 0924-6495. DOI: 10.1007/s11023-006-9037-z.

LOBJOIS, R.; BENGUIGUI, N.; BERTSCH, J. The effect of aging and tennis playing on coincidence-timing accuracy. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 14, n. 1, p. 74-97, Jan 2006. ISSN 1063-8652.

LOHSE, K. R.; LANG, C. E.; BOYD, L. A. Is More Better? Using Metadata to Explore Dose-Response Relationships in Stroke Rehabilitation. **Stroke**, v. 45, n. 7, p. 2053-2058, Jul 2014. ISSN 0039-2499; 1524-4628. DOI: 10.1161/strokeaha.114.004695.

LOHSE, K. et al. Video Games and Rehabilitation: Using Design Principles to Enhance Engagement in Physical Therapy. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 37, n. 4, p. 166-175, Dec 2013. ISSN 1557-0576. DOI: 10.1097/npt.0000000000000017.

LYONS, M.; AL-NAKEEB, Y.; NEVILL, A. Post-exercise coincidence anticipation in expert and novice Gaelic games players: the effects of exercise intensity. **European Journal of Sport Science**, v. 8, n. 4, p. 205-216, 2008. ISSN 1746-1391. DOI: 10.1080/17461390802116658.

MACHADO S. L. et al. Serious Games Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica. **Rev Bras Educ Méd**, v. 35, n. 2, p. 254-62, 2011.

MALHEIROS, S. R. et al. Computer task performance by subjects with Duchenne muscular dystrophy. **Neuropsychiatr Dis Treat**, v. 12, p. 41-8, 2016. ISSN 1176-6328 (Print)1176-6328. DOI: 10.2147/ndt.s87735.

\_\_\_\_\_. Functional capacity and assistance from the caregiver during daily activities in Brazilian children with cerebral palsy. **Int Arch Med**, v. 6, n. 1, p. 1, 2013. ISSN 1755-7682 (Print) 1755-7682. DOI: 10.1186/1755-7682-6-1.

MASAKI, H. et al. Neural mechanisms of timing control in a coincident timing task. **Experimental Brain Research**, v. 218, n. 2, p. 215-226, Apr 2012. ISSN 0014-4819. DOI: 10.1007/s00221-012-3052-5.

MASSETTI, T. et al. Virtual reality in multiple sclerosis – A systematic review. **Multiple Sclerosis and Related Disorders**, v. 8, p. 107–112, 2016.

MERIANAS, A. S. et al. Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. **Physical Therapy**, v. 82, n. 9, p. 898-915, Sep 2002. ISSN 0031-9023.

MESQUITA, R. et al. Within-Day Test-Retest Reliability of the Timed Up & Go Test in Patients With Advanced Chronic Organ Failure. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 94, n. 11, p. 2131-2138, Nov 2013. ISSN 0003-9993. DOI: 10.1016/j.apmr.2013.03.024.

MICROSOFT. Timer Class - .NET Framework 4.6 and 4.5. 2015. Disponível em: <[https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.threading.timer\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.threading.timer(v=vs.110).aspx)>. Acesso em: sep. 2015.

MOLINA, K. I. et al. Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review. **J Neuroeng Rehabil**, v. 11, p. 156, 2014. ISSN 1743-0003.

MONTEIRO, C. B. M. et al. Transfer of motor learning from virtual to natural environments in individuals with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*, v. 35, n. 10, p. 2430-7, Oct 2014. ISSN 0891-4222. DOI: 10.1016/j.ridd.2014.06.006.

\_\_\_\_\_. Short-term motor learning through nonimmersive virtual reality task in individuals with down syndrome. *Bmc Neurology*, v. 17, Apr 2017. ISSN 1471-2377. DOI: 10.1186/s12883-017-0852-z.

MONTEIRO, C. B. M. (Org.). **Realidade virtual na paralisia cerebral**. -São Paulo: Plêiade, 2011. 220 p.

MONTEIRO, C. B. M.; FAVERO, F. M.; HASUE, R. H (Orgs.). **Realidade virtual em distrofias musculares**. – São Paulo: Plêiade, 2015. 282 p. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/309414369\\_Realidade\\_Virtual\\_em\\_Distrofi as\\_Musculares\\_de\\_Duchenne](https://www.researchgate.net/publication/309414369_Realidade_Virtual_em_Distrofi_as_Musculares_de_Duchenne). Acesso em: Jan 23 2018.

MOURA, R. T. et al. Exoskeleton application to assist learning of a coincident timing motor task of the arm using passive mechanical perturbations. **6th IEEE International Conference on Biomedical Robotics and Biomechanics (BioRob)**, 2016, Singapore. Jun 26-29. p.984-988.

NAKAMOTO, H. et al. Kinesthetic aftereffects induced by a weighted tool on movement correction in baseball batting. *Human Movement Science*, v. 31, n. 6, p. 1529-1540, Dec 2012. ISSN 0167-9457. DOI: 10.1016/j.humov.2012.04.005.

\_\_\_\_\_. Effects of sport expertise on representational momentum during timing control. *Attention Perception & Psychophysics*, v. 77, n. 3, p. 961-971, Apr 2015. ISSN 1943-3921. DOI: 10.3758/s13414-014-0818-9.

NEIL A. et al. Sony PlayStation EyeToy elicits higher levels of movement than the Nintendo Wii: implications for stroke rehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med*, v. 49, n. 1, p. 13-21, Fev 2013.

NETTO A. V., MACHADO L. S., OLIVEIRA, M. C. F. Realidade Virtual: Definições, Dispositivos e Aplicações. *Revista Eletrônica de Iniciação Científica da SBC*, v. 2, n. 2, p. 29, 2002.

NOOIJEN, C. F. J. et al. Validation of an activity monitor for children who are partly or completely wheelchair-dependent. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, v. 12, Feb 6 2015. ISSN 1743-0003. DOI: 10.1186/s12984-015-0004-x.

NUNES F. L. S et al. Abordagens práticas de realidade virtual e aumentada. In: **Xi Symposium On Virtual And Augmented Reality**. Porto Alegre, Ed. SBC, 2009.

NUNES F. et al. Realidade Virtual para saúde no Brasil: conceitos, desafios e oportunidades. *Rev. Bras. Eng. Biom*, v. 27, n. 4, p. 243-58, 2011.

OBERLANDER, T. J.; OLSON, B. L.; WEIDAUER, L. Test-Retest Reliability of the King-Devick Test in an Adolescent Population. **Journal of Athletic Training**, v. 52, n. 5, p. 439-445, May 2017. ISSN 1062-6050. DOI: 10.4085/1062-6050-52.2.12.

O'DONOVAN C. et al. Energy expended playing Xbox Kinect™ and Wii™ games: a preliminary study comparing single and multiplayer modes. **Physiotherapy**, v. 98, n. 3, p. 224-229, 2012.

OHTA, Y. Effects of oncoming target velocities on rapid force production and accuracy of force production intensity and timing. **J Sports Sci**, p. 1-9, Dec 12 2016. ISSN 0264-0414. DOI: 10.1080/02640414.2016.1266017.

OHTA, Y. et al. Warm-up with Weighted Bat and Adjustment of Upper Limb Muscle Activity in Bat Swinging under Movement Correction Conditions. **Perceptual and Motor Skills**, v. 118, n. 1, p. 96-113, Feb 2014. ISSN 0031-5125. DOI: 10.2466/23.25.PMS.118k15w8.

\_\_\_\_\_. Muscle Activation Characteristics of the Front Leg During Baseball Swings with Timing Correction for Sudden Velocity Decrease. **Plos One**, v. 10, n. 4, Apr 2015. ISSN 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0124113.

OLIVIER, I. et al. Cognitive and motor aspects of a coincidence-timing task in Cerebral Palsy children. **Neuroscience Letters**, v. 602, p. 33-37, Aug 2015. ISSN 0304-3940. DOI: 10.1016/j.neulet.2015.06.043.

ORIHUELA-ESPINA, F. et al. Neural Reorganization Accompanying Upper Limb Motor Rehabilitation from Stroke with Virtual Reality-Based Gesture Therapy. **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 20, n. 3, p. 197-209, May-Jun 2013. ISSN 1074-9357. DOI: 10.1310/tsr2003-197.

ORTLIEB A. et al. An assistive lower limb exoskeleton for people with neurological gait disorders. **IEEE Int Conf Rehabil Robot**, p. 441-446, Jul 2017.

OTA, K.; SHINYA, M.; KUDO, K. Suboptimal Strategy in Performing Coincident Timing Task under Risk. **Icsports: Proceedings of the International Congress on Sports Science Research and Technology Support**, p. 13-18, 2013. DOI: 10.5220/0004640600130018.

\_\_\_\_\_. Motor planning under temporal uncertainty is suboptimal when the gain function is asymmetric. **Frontiers in Computational Neuroscience**, v. 9, Jul 2015. ISSN 1662-5188. DOI: 10.3389/fncom.2015.00088.

\_\_\_\_\_. Sub-optimality in motor planning is retained throughout 9 days practice of 2250 trials. **Scientific Reports**, v. 6, Nov 2016. ISSN 2045-2322. DOI: 10.1038/srep37181.

OVERDORF, V. et al. Mental and physical practice schedules in acquisition and retention of novel timing skills. **Percept Mot Skills**, v. 99, n. 1, p. 51-62, Aug 2004. ISSN 0031-5125 (Print) 0031-5125.

PARK, D.; PARK, J. S. Terminal latency abnormality in amyotrophic lateral sclerosis without split hand syndrome. **Neurological Sciences**, v. 38, n. 5, p. 775-781, May 2017. ISSN 1590-1874. DOI: 10.1007/s10072-017-2842-8.

PARK, E. S. et al. Assessment of autonomic nervous system with analysis of heart rate variability in children with spastic cerebral palsy. **Yonsei Medical Journal**, v. 43, n. 1, p. 65-72, 2002. ISSN 0513-5796.

PARK, J.; YIM, J. A New Approach to Improve Cognition, Muscle Strength, and Postural Balance in Community-Dwelling Elderly with a 3-D Virtual Reality Kayak Program. **Tohoku J Exp Med**, v. 238, n. 1, p. 1-8, 2016. ISSN 0040-8727.

PARRY I. et al. Keeping up with video game technology: objective analysis of Xbox Kinect™ and PlayStation 3 Move™ for use in burn rehabilitation. **Burns**, v. 40, n. 5, p. 852-9, Ago 2014. DOI: 10.1016/j.burns.2013.11.005.

PASTOR, I. et al. A Feasibility Study of an Upper Limb Rehabilitation System Using Kinect and Computer Games. *34th Annual International Conference of the IEEE Engineering-in-Medicine-and-Biology-Society (EMBS)*, 2012, San Diego, CA. 2012 Aug 28-Sep 01. p.1286-1289.

PAWLOWSKI, J. et al. Evidências de validade do Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Neupsilin. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, v. 60, n. 2, 2008.

PEIJNENBORGH, J. et al. A Study on the Validity of a Computer-Based Game to Assess Cognitive Processes, Reward Mechanisms, and Time Perception in Children Aged 4-8 Years. **Jmir Serious Games**, v. 4, n. 2, Jul-Dec 2016. ISSN 2291-9279. DOI: 10.2196/games.5997.

PIETRZAH, E.; COTEA, C.; PULLMAN, S. Using Commercial Video Games for Upper Limb Stroke Rehabilitation: Is This the Way of the Future? **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 21, n. 2, p. 152-162, Mar-Apr 2014. ISSN 1074-9357. DOI: 10.1310/tsr2102-152.

PINHEIRO, J. D. et al. Diversification of motor skills rely upon an optimal amount of variability of perceptive and motor task demands. **Adaptive Behavior**, v. 23, n. 2, p. 83-96, Apr 2015. ISSN 1059-7123. DOI: 10.1177/1059712315571369.

PROSPERINI, L. et al. Home-Based Balance Training Using the Wii Balance Board: A Randomized, Crossover Pilot Study in Multiple Sclerosis. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 27, n. 6, p. 516–525, 2013.

PROSPERO. International prospective register of systematic reviews. York, UK, 2017. Disponível em: < <http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/> >. Acesso em: 12-Jun.

QUADRADO, V. H. et al. Experimental assessment of a coincident timing motor task of the arm under a passive mechanical perturbation. 5th IEEE RAS/EMBS

**International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics** (BioRob), 2014, Sao Paulo, BRAZIL. Aug 12-15. p.616-620.

REICHERT, F. F. et al. Physical activity and prevalence of hypertension in a population-based sample of Brazilian adults and elderly. **Preventive Medicine**, v. 49, n. 2-3, p. 200-204, Aug-Sep 2009. ISSN 0091-7435. DOI: 10.1016/j.ypmed.2009.06.009.

RENZI, L. M.; BOVIER, E. R.; HAMMOND, B. R., JR. A role for the macular carotenoids in visual motor response. *Nutr Neurosci*, v. 16, n. 6, p. 262-8, Nov 2013. ISSN 1476-8305 (Electronic) 1028-415X (Linking). DOI: 10.1179/1476830513y.0000000054.

RIBEIRO-PAPA, D. C. et al. Motor learning through virtual reality in elderly-a systematic review. **MedicalExpress**, v. 3, n. 2, 2016. ISSN 2358-0429. DOI: 10.5935/MedicalExpress.2016.02.01.

ROBLES-DE-LA-TORRE, G. The importance of the sense of touch in virtual and real environments. **IEEE Multimedia Special Issue on Haptic User Interfaces for Multimedia Systems**, v.13, n. 3, p. 24-30, 2006.

RODRIGUES, P. C. et al. Stimulus velocity effect in a complex interceptive task in right- and left-handers. **European Journal of Sport Science**, v. 12, n. 2, p. 130-138, 2012. ISSN 1746-1391. DOI: 10.1080/17461391.2010.546059.

ROHLFS, I. C. P. D. M. et al. The Brunel of mood scale (BRUMS): instrument for detection of modified mood states in adolescents and adults athletes and non athletes. **Fiep Bulletin**, v. 75, p. 281-4, 2005.

ROTHENBERG-CUNNINGHAM, A.; NEWELL, K. M. Children's Age-Related Speed-Accuracy Strategies in Intercepting Moving Targets in Two Dimensions. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 84, n. 1, p. 79-87, Mar 2013. ISSN 0270-1367. DOI: 10.1080/02701367.2013.762307.

SANDERS, G. Sex differences in coincidence-anticipation timing (CAT): a review. **Percept Mot Skills**, v. 112, n. 1, p. 61-90, Feb 2011. ISSN 0031-5125 (Print) 0031-5125 (Linking). DOI: 10.2466/04.25.pms.112.1.61-90.

SANDERS, G.; SINCLAIR, K. Sex Differences in Accuracy and Precision When Judging Time to Arrival: Data from Two Internet Studies. **Archives of Sexual Behavior**, v. 40, n. 6, p. 1189-1198, Dec 2011. ISSN 0004-0002. DOI: 10.1007/s10508-010-9704-2.

SANTOS, S.; CORRÊA, U. C.; FREUDENHEIM, A. M. Variabilidade de performance numa tarefa de " timing" antecipatório em indivíduos de diferentes faixas etárias. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 17, n. 2, p. 154-162, 2003.

SASADA, M. et al. Color perception is impaired in baseball batters while performing an interceptive action. **Attention Perception & Psychophysics**, v. 77, n. 6, p. 2074-2081, Aug 2015. ISSN 1943-3921. DOI: 10.3758/s13414-015-0906-5.

SHEA, C. H.; ASHBY, A. A. Modifications to the Bassin anticipation timer. **Res Q Exerc Sport**, v. 52, n. 2, p. 278-80, May 1981. ISSN 0270-1367 (Print) 0270-1367.

SHIH, C. H.; CHANG, M. L.; SHIH, C. T. A new limb movement detector enabling people with multiple disabilities to control environmental stimulation through limb swing with a gyration air mouse. **Res Dev Disabil**, v. 31, n. 4, p. 875-80, 2010.

SHIN H., Kim K. Virtual reality for cognitive rehabilitation after brain injury: a systematic review. **J Phys Ther Sci**, v. 27, n. 9, p. 2999-3002, Set 2015. DOI: 10.1589/jpts.27.2999.

SILVA, T. D. et al. Aprendizagem motora em tarefa virtual na paralisia cerebral. **Temas sobre Desenvolvimento**, v.19, n. 104, p. 47-53, 2013. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/285135999\\_Aprendizagem\\_motora\\_em\\_tarefa\\_virtual\\_na\\_paralisia\\_cerebral](https://www.researchgate.net/publication/285135999_Aprendizagem_motora_em_tarefa_virtual_na_paralisia_cerebral) >. Acesso em: 06 ago. 2015.

SKJAERET, N. et al. Exercise and rehabilitation delivered through exergames in older adults: An integrative review of technologies, safety and efficacy. **Int J Med Inform**, v. 85, n. 1, p. 1-16, Jan 2016. ISSN 1386-5056. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2015.10.008.

SMITH, C. D. et al. Memories that last in old age: motor skill learning and memory preservation. **Neurobiol Aging**, v. 26, n. 6, p. 883-90, Jun 2005. ISSN 0197-4580 (Print) 0197-4580.

SOARES, A. V. et al. The use of Virtual Reality for upper limb rehabilitation of hemiparetic Stroke patients. **Fisioterapia em Movimento**, v. 27, n. 3, p. 309-317, 2014. ISSN 0103-5150. DOI: 10.1590/0103-5150.027.003.A001.

SOUZA, A. C.; ALEXANDRE, N. M. C.; GUIRARDELLO, E. B. Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. **Epidemiol. Serv. Saude**, v. 26, n. 3, p. 649-659, jul-set 2017. DOI: 10.5123/S1679-49742017000300022.

SPENCE, C. Crossmodal attention and multisensory integration: implications for multimodal interface design. **Proceedings of the 5th international conference on Multimodal interfaces**, 2003, ACM. p.3-3.

STERR, A.; DEAN, P. Neural correlates of movement preparation in healthy ageing. **Eur J Neurosci**, v. 27, n. 1, p. 254-60, Jan 2008. ISSN 0953-816x.

STIES, S. W. et al. Validation of the Brunel Mood Scale for cardiac rehabilitation program. **Revista Brasileira De Medicina Do Esporte**, v. 20, n. 4, p. 281-284, Jul-Aug 2014. ISSN 1517-8692. DOI: 10.1590/1517-86922014200401999.

STUCK, A. E. et al. Risk factors for functional status decline in community-living elderly people: a systematic literature review. In: (Ed.). **Soc Sci Med. England**, v.48, 1999. p.445-69. ISBN 0277-9536 (Print) 0277-9536 (Linking).

SULLIVAN, G. M. A primer on the validity of assessment instruments. **J Grad Med Educ**, v. 3, n. 2, p. 119-20, Jun 2011. ISSN 1949-8357.

SUE D. et al. Assessing video games to improve driving skills: a literature review and observational study. **JMIR Serious Games**, v. 2, n. 2, Ago 2014. DOI: 10.2196/games.3274.

SULLIVAN, G. M. A primer on the validity of assessment instruments. **J Grad Med Educ**, v. 3, n. 2, p. 119-20, Jun 2011. ISSN 1949-8357. DOI: 10.4300/jgme-d-11-00075.1.

SYNOFZIK, M.; LINDNER, A.; THIER, P. The cerebellum updates predictions about the visual consequences of one's behavior. **Curr Biol**, v. 18, n. 11, p. 814-8, Jun 3 2008. ISSN 0960-9822 (Print) 0960-9822.

SZTURM, T. et al. Effects of an interactive computer game exercise regimen on balance impairment in frail community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. **Phys Ther**, v. 91, n. 10, p. 1449-62, Oct 2011. ISSN 0031-9023.

TATLA, S. K. et al. Therapists' Perceptions of Social Media and Video Game Technologies in Upper Limb Rehabilitation. **Journal of Medical Internet Research**, v. 17, n. 3, Mar 2015. ISSN 1438-8871. DOI: 10.2196/games.3401.

THOMSON, K. et al. Commercial gaming devices for stroke upper limb rehabilitation: A systematic review. **International Journal of Stroke**, v. 9, n. 4, p. 479-488, Jun 2014. ISSN 1747-4930. DOI: 10.1111/ijss.12263.

TOBLER-AMMANN, B. C. et al. Concurrent validity and test-retest reliability of the Virtual Peg Insertion Test to quantify upper limb function in patients with chronic stroke. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, v. 13, Jan 2016. ISSN 1743-0003. DOI: 10.1186/s12984-016-0116-y.

TORI R, KIRNER C. **Realidade Virtual: conceitos e Tendências**. In: Pré Simpósio, VII Symposium on Virtual Reality. São Paulo, Ed. Mania de Livro, 2004:341.

TORRIANI-PASIN, C. et al. Performance of Down syndrome subjects during a coincident timing task. **Int Arch Med**, v. 6, n. 1, p. 15, 2013. ISSN 1755-7682.

TREWARTHA, K. M. et al. Fast but fleeting: adaptive motor learning processes associated with aging and cognitive decline. **J Neurosci**, v. 34, n. 40, p. 13411-21, Oct 1 2014. ISSN 0270-6474.

TUROLLA, A. et al. Haptic-based neurorehabilitation in poststroke patients: a feasibility prospective multicentre trial for robotics hand rehabilitation. **Comput Math Methods Med**, v. 2013, p. 895492, 2013. ISSN 1748-6718 (Electronic) 1748-670X (Linking).

VAN DER ELST, W. et al. Estimating the reliability of repeatedly measured endpoints based on linear mixed-effects models. A tutorial. **Pharmaceutical statistics**, v. 15, n. 6, p. 486-493, 2016. ISSN 1539-1612.

VAZ, S. et al. The Case for Using the Repeatability Coefficient When Calculating Test-Retest Reliability. **Plos One**, v. 8, n. 9, Sep 2013. ISSN 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0073990.

VIANA, M. D. S. **Motivation of adolescents for the practice of physical exercises: perspectives of the theory of self-determination [Motivação de adolescentes para a prática de exercícios físicos: perspectivas da teoria da autodeterminação]**. 2009. 139 (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis - SC.

VOELCKER-REHAGE, C.; WILLIMCZIK, K. Motor plasticity in a juggling task in older adults - a developmental study. **Age and Ageing**, v. 35, n. 4, p. 422-427, Jul 2006. ISSN 0002-0729. DOI: 10.1093/ageing/afl025.

WALDMAN, E. A.; ROSA, T. E. D. C. Vigilância em Saúde Pública - ANEXO 2 - Validade de Instrumentos de Diagnóstico. Santa Catarina, 2014. Disponível em: < [http://www.saude.sc.gov.br/gestores/sala\\_de\\_leitura/saude\\_e\\_cidadania/ed\\_07/12\\_02.html](http://www.saude.sc.gov.br/gestores/sala_de_leitura/saude_e_cidadania/ed_07/12_02.html) >. Acesso em: nov.2014.

WANG M., REID D. Virtual Reality in pediatric neurorehabilitation: attention deficit hyperactivity disorder, autism and cerebral palsy. **Neuroepidemiology**, v. 36, p. 2-18, 2011.

\_\_\_\_\_. Using the Virtual Reality-Cognitive Rehabilitation Approach to Improve Contextual Processing in Children with Autism. **Scientific World Journal**, 2013. ISSN 1537-744X.

WEICHERT, F. et al. Analysis of the Accuracy and Robustness of the Leap Motion Controller. **Sensors**, v. 13, n. 5, p. 6380-6393, 2013. ISSN 1424-8220. Disponível em: < <http://www.mdpi.com/1424-8220/13/5/6380> >. DOI: 10.3390/s130506380

WEISSENSTEINER, J. R.; ABERNETHY, B.; FARROW, D. Hitting a cricket ball: what components of the interceptive action are most linked to expertise? **Sports Biomechanics**, v. 10, n. 4, p. 324-338, 2011. ISSN 1476-3141. DOI: 10.1080/14763141.2011.629303.

WHYTE E. M., SMYTH J. M., SCHERF K. S. Designing Serious Game Interventions for Individuals with Autism. **J Autism Dev Disord**, v. 45, n. 12, p. 3820-31, Dez 2015. DOI: 10.1007/s10803-014-2333-1.

WILLIAMS, K. Age difference on a coincident anticipation task: influence of stereotypic or "preferred" movement speed. **J Mot Behav**, v. 17, n. 4, p. 389-410, Dec 1985. ISSN 0022-2895 (Print) 0022-2895.

WILLIAMS, L. R.; JASIEWICZ, J. M.; SIMMONS, R. W. Coincidence timing of finger, arm, and whole body movements. **Percept Mot Skills**, v. 92, n. 2, p. 535-47, Apr 2001. ISSN 0031-5125 (Print) 0031-5125.

WUANG, Y.-P. et al. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in children with Down syndrome. **Research in Developmental Disabilities**, v. 32, n. 1, p. 312-321, Jan-Feb 2011. ISSN 0891-4222. DOI: 10.1016/j.ridd.2010.10.002.

YANO, H.; OGI, T.; HIROSE, M. Development of haptic suit for whole human body using vibrators. **Trans. of the Virtual Reality Society of Japan**, v. 3, n. 3, p. 141-148, 1998.

YANOVICH E.; RONEN O. The Use of Virtual Reality in Motor Learning: A Multiple Pilot Study Review. **Advances in Physical Education**, v. 5, p. 188-193, 2015.

YE, X. et al. Analysis of crash parameters and driver characteristics associated with lower limb injury. **Accident Analysis and Prevention**, v. 83, p. 37-46, Oct 2015. ISSN 0001-4575. DOI: 10.1016/j.aap.2015.06.013.

YOU, S. H. et al. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke - An experimenter-blind randomized study. **Stroke**, v. 36, n. 6, p. 1166-1171, Jun 2005. ISSN 0039-2499. DOI: 10.1161/01.str.0000162715.43417.91.

ZHANG, L. et al. Virtual reality in the assessment of selected cognitive function after brain injury. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 80, n. 8, p. 597-604; quiz 605, Aug 2001. ISSN 0894-9115 (Print) 0894-9115.


ZIMMERLI, L. et al. Validation of a mechanism to balance exercise difficulty in robot-assisted upper-extremity rehabilitation after stroke. **J Neuroeng Rehabil**, v. 9, p. 6, 2012. ISSN 1743-0003.

## APÊNDICES

- APÊNDICE A** - Termo de consentimento livre e esclarecido – Versão para o participante maior de 18 anos.
- APÊNDICE B** - Termo de Consentimento livre e esclarecido – Versão para o representante legal do participante menor de 18 anos.
- APÊNDICE C** - Termo de Assentimento livre e esclarecido – Versão para o participante adolescente.
- APÊNDICE D** - **Termo de Assentimento livre e esclarecido – Versão para o participante criança.**
- APÊNDICE E** - Manuscrito 1 publicado no *Virtual Reality Journal*.
- APÊNDICE F** - Manuscrito 2 aceito para publicação no *Journal of Physical Education and Sports Management*.
- APÊNDICE G** - Manuscrito 3 publicado na *Medicine*.
- APÊNDICE H** - Manuscrito 4 submetido ao *Computer Methods and Program in Biomedicine*.

**Apêndice A - Termo de consentimento livre e esclarecido – Versão para o participante maior de 18 anos.**

1

	<p><b>FACULDADE DE MEDICINA DO ABC - FMABC</b>  <b>PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO</b>  <b>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEPESH</b></p>
---	---

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Título do Projeto: VALIDADE E CONFIABILIDADE DA REALIDADE VIRTUAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTROLE MOTOR E AUXÍLIO NA APRENDIZAGEM MOTORA PARA RECUPERAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM TRANSTORNOS DAS HABILIDADES MOTORAS NA EXTREMIDADE SUPERIOR**

Você está sendo convidado(o,a) a participar de uma pesquisa que visa validar jogos sérios com uso de realidade virtual, criados pelo *Laboratório de Sistemas de Informação da Universidade de São Paulo*, uma plataforma que contém jogos sérios especialmente desenvolvidos para apoiar a reabilitação dos membros superiores que envolve braços e mãos.

Os jogos sérios criam desafios divertidos para serem superados com movimentos do corpo, braços e mãos. Os *games* reconhecem os movimentos dos participantes, transformam em dados importantes, como velocidade, tempo de reação total, posição de alcance do objetivo do jogo e salva estes dados para análises futuras. O movimento para atingir o objetivo de cada jogo exige certa habilidade e velocidade de movimento de nossos membros, a fim de executar e controlar as tarefas da maneira como as desejamos. Mensurar o tempo para reagir aos estímulos que estão a nossa volta, a velocidade com que conseguimos alcançar os objetos que desejamos, nos permite avaliar tanto as habilidades cognitivas quanto motoras.

A sua participação irá contribuir com informações que nos permitirão identificar quanto das características individuais influenciam na execução das tarefas e na obtenção do objetivo de cada jogo, permitindo que profissionais da saúde possam ajustar suas práticas de reabilitação de acordo com a característica de seus pacientes.

As medidas serão analisadas na Faculdade de Medicina do ABC. Os dados obtidos nesta pesquisa serão publicados no meio acadêmico e científico e os jogos estarão disponíveis para novas pesquisas e para intervenções de profissionais da saúde na reabilitação de seus pacientes.

2

A coleta das informações será feita por meio do preenchimento de um questionário e a utilização dos jogos sérios executados em computador com dispositivos para registro do movimento executado pelo participante. O uso do computador e seus acessórios não requer nenhum conhecimento prévio e os jogos propostos são divertidos e desafiadores. Os jogos podem demorar aproximadamente 45 minutos.

Você não precisa responder a todas as perguntas e nem realizar algum jogo, caso não queira. Sua participação na pesquisa é voluntária.

Os riscos destes procedimentos são mínimos, pois envolvem medições não-invasivas. A execução será em ambiente reservado, com a presença apenas dos pesquisadores e profissionais qualificados para ajudar durante sua execução. Se você sentir qualquer desconforto pode pedir para parar e será auxiliado pelos profissionais responsáveis.

Os dados serão tratados com total sigilo. Sua identidade será preservada, pois cada indivíduo será identificado por um número. O que nos importa são as respostas dos participantes, e não quem as forneceu.

As pessoas que estarão acompanhando a pesquisa serão estudantes de graduação e pós-graduação nas áreas da Saúde, Educação Física, Fisioterapeutas, Terapeutas Ocupacionais, Psicólogos, pesquisadores do Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica.

Você poderá se retirar da pesquisa a qualquer momento, basta informar aos pesquisadores.

Solicitamos sua autorização para o uso dos dados para a produção de artigos técnicos e científicos. Solicitamos também sua autorização para utilizarmos uma filmadora durante a execução dos jogos sérios. Sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome. As imagens servirão apenas para divulgação do projeto e todos os cuidados para não identificação do participante será prioridade.

Agradecemos sua participação e colaboração.

Doutoranda Tânia Brusque Crocetta  
Fones: (48) 9934-0684. (11) 95896-3122  
E-mail: [tania.crocetta@udesc.br](mailto:tania.crocetta@udesc.br)  
Endereço: Avenida Príncipe de Gales, 821  
Santo André, São Paulo/SP

Eu, \_\_\_\_\_,  
portador do documento de identificação número \_\_\_\_\_,  
tendo sido convidad(o,a) a participar como voluntári(o,a) da pesquisa VALIDADE E CONFIABILIDADE DA REALIDADE VIRTUAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTROLE MOTOR E AUXÍLIO NA APRENDIZAGEM MOTORA PARA RECUPERAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM TRANSTORNOS DAS HABILIDADES MOTORAS NA EXTREMIDADE SUPERIOR, recebi da Mestra Tânia Brusque Crocetta, doutoranda e pesquisadora da Faculdade de Medicina do ABC, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

Que a pesquisa se destina a Validar jogos sérios com recursos da Realidade Virtual para avaliação do controle motor e seu auxílio na aprendizagem motora e reabilitação dos membros superiores, que envolve principalmente os braços e as mãos.

Que a importância desta pesquisa é que estarei colaborando no teste de jogos sérios com uso de recursos de realidade virtual em computador. Estes jogos poderão permitir que um indivíduo com deficiência motora possa ter as oportunidades necessárias à aquisição ou desenvolvimento de funções motoras durante sua reabilitação de forma mais agradável e motivadora.

Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: O uso repetido dos jogos sérios com realidade virtual podem influenciar o desempenho em atividades da vida diária, principalmente para os indivíduos que possuam alguma deficiência motora, pois se espera que eles possam ser influenciados pelas experiências vividas nos movimentos propostos pelos jogos, considerando as restrições físicas e ambientais.

Que essa pesquisa começará em Janeiro de 2014 e terminará em Agosto de 2017.

Que a pesquisa será feita da seguinte maneira: os jogos serão praticados em ambiente reservado, preferencialmente com a presença de apenas um pesquisador. Eu poderei ter a supervisão de um dos meus pais ou responsável legal. Eu serei acomodad(o,a) confortavelmente em uma cadeira com ajuste de altura ou permanecerei em minha cadeira adaptada ou minha cadeira de rodas, se isto for mais aconselhável para mim. A tarefa do jogo será demonstrada verbalmente pelo pesquisador e haverá um número fixo de tentativas para que eu me familiarize com o jogo e com o movimento do jogo e suas regras. Se eu for convidad(o,a) a participar em mais de um jogo, ou usar mais de um dispositivo para captura de meus movimentos, a ordem será definida de forma aleatória com o uso de uma moeda. Sei que o tempo para completar um jogo não será menor que 15 minutos e não mais do que 45 minutos.

4

Que eu poderei participar de mais de uma etapa, podendo ser convidad(o,a) a jogar mais de uma vez ou então em mais de um tipo de jogo.

Que os incômodos que poderei sentir com a minha participação são os seguintes: Ficar cansad(o,a), ficar enjoad(o,a), sentir dor, não conseguir executar o movimento necessário para que o jogo seja realizado. Se eu sentir qualquer tipo de desconforto, sei que posso avisar o pesquisador e parar imediatamente de realizar os jogos, sem qualquer prejuízo para mim.

Que os possíveis riscos à minha saúde física e mental são: Haver algum desequilíbrio durante a execução dos movimentos para participar dos jogos virtuais, sentir dor ao executar um movimento, ficar enjoad(o,a) ou cansad(o,a). Também posso me sentir constrangid(o,a) com a realização dos movimentos ou não entender o que precisa ser executado. Mas também sei que posso pedir para parar a qualquer momento, bastando avisar o pesquisador da minha vontade.

Que deverei contar com a seguinte assistência: Fisioterapeutas, Profissionais da Educação Física, Pesquisadores ligados à Faculdade de Medicina do ABC (FMABC), no endereço:

Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales  
Santo André / SP - CEP: 09060-650

Sendo responsáveis por ela:

a) Laboratório de Delineamento de Pesquisa e Escrita Científica da FMABC.

Telefone: + 55 (11) 4993-5400

Coordenador Prof. Dr. Luiz Carlos de Abreu

E-mail: cdh.fsp@gmail.com

b) Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Telefone: + 55 (11) 95896-3122

E-mail: carlosfisi@uol.com.br

c) Pesquisadora Mestra, Doutoranda da FMABC

Tânia Brusque Crocetta

Telefones: + 55 (11) 95896-3122 ou (48) 9934-0684

E-mail: tania.crocetta@udesc.br

Que os benefícios que poderei esperar com a minha participação, mesmo que não diretamente são: A validação científica de atividades propostas nos jogos sérios com realidade virtual que irão auxiliar diversas pessoas com deficiências ou dificuldades no movimento das mãos e/ou braços. Identificar quais os jogos que trarão maior benefícios às pessoas que desejarem e/ou precisarem usar estes jogos.

Que a minha participação será acompanhada por pelo menos um pesquisador, devidamente treinado e qualificado para acompanhar minha participação, principalmente por Fisioterapeutas, Profissionais da Educação Física, Doutorandos e Mestrandos da Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) da Área de Ciências da Saúde ou graduandos dos cursos da FMABC.

- 5
- Que, sempre que eu desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas da pesquisa e a qualquer momento.
- Que, a qualquer momento, eu poderei me recusar a continuar participando da pesquisa e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.
- Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.
- Que as imagens gravadas da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas imagens só será feita, quando necessário, para fins de divulgação científica do projeto, sempre sem a minha identificação.
- Que esta pesquisa não acarretará nenhuma despesa para minha participação.
- Que eu serei indenizado por qualquer dano que venha a sofrer com a participação na pesquisa, podendo ser encaminhado para a Faculdade de Medicina do ABC, Laboratório de Delineamento de Pesquisa e Escrita Científica.
- Que eu receberei uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Em caso de dúvidas você pode entrar em contato com:

- a) Laboratório de Delineamento de Pesquisa e Escrita Científica da FMABC.  
Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales  
Santo André / SP - CEP: 09060-650  
Telefone: + 55 (11) 4993-5400  
Coordenador Prof. Dr. Luiz Carlos de Abreu  
E-mail: cdh.fsp@gmail.com
- b) Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro  
Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales  
Santo André / SP - CEP: 09060-650  
Telefones: + 55 (11) 4993-5400  
              + 55 (11) 95896-3122  
E-mail: carlosfisi@uol.com.br
- c) Pesquisadora Mestra, Doutoranda da FMABC  
Tânia Brusque Crocetta  
Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales  
Santo André / SP - CEP: 09060-650  
Telefones: + 55 (11) 4993-5400  
              + 55 (11) 95896-3122  
              + 55 (48) 9934-0684  
E-mail: tania.crocetta@udesc.br

para contato em caso de intercorrências clínicas e reações adversas ou para esclarecimento de dúvidas ou SE VOCÊ TIVER DÚVIDAS E/OU PERGUNTAS SOBRE SEUS DIREITOS COMO PARTICIPANTE DESTA PESQUISA E/OU INSATISFEITO COM A MANEIRA COMO A PESQUISA ESTÁ SENDO REALIZADO, VOCÊ PODE ENTRAR EM CONTATO COM O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) DA FACULDADE DE MEDICINA DO ABC PELO ENDEREÇO: AVENIDA PRÍNCIPE DE GALES, 821 – 1º ANDAR - PRÉDIO: CEPES – SANTO ANDRÉ – SP – OU PELO TELEFONE: (11) 4993-5453. O HORÁRIO DE ATENDIMENTO É DE SEGUNDA À SEXTA DAS 07H00 ÀS 17H00. O COMITÊ DE ÉTICA É RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO E COMPANHAMENTO DOS ASPECTOS ÉTICOS DE TODAS AS PESQUISAS ENVOLVENDO SERES HUMANOS, VISANDO ASSEGURAR A PROTEÇÃO, A DIGNIDADE, OS DIREITOS, A SEGURANÇA E O BEM-ESTAR DO SUJEITO DA PESQUISA.


Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação na mencionada pesquisa e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_

Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a) voluntári(o,a) e rubricar as demais páginas	Responsável pela pesquisa: Tânia Brusque Crocetta (Rubricar as demais páginas)

**Apêndice B - Termo de Consentimento livre e esclarecido – Versão para o representante legal do participante menor de 18 anos.**

1

	<p><b>FACULDADE DE MEDICINA DO ABC - FMABC</b>  <b>PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO</b>  <b>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEPESH</b></p>
---	---

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Título do Projeto: **VALIDADE E CONFIABILIDADE DA REALIDADE VIRTUAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTROLE MOTOR E AUXÍLIO NA APRENDIZAGEM MOTORA PARA RECUPERAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM TRANSTORNOS DAS HABILIDADES MOTORAS NA EXTREMIDADE SUPERIOR**

Prezad(o,a) Senhor(a), o(a) menor \_\_\_\_\_, pel(o,a) qual o(a) Senhor(a) é responsável, está sendo convidad(o,a) a participar de uma pesquisa que visa validar jogos sérios com uso de realidade virtual, criados pelo *Laboratório de Sistemas da Informação da Universidade de São Paulo*, uma plataforma que contém jogos sérios especialmente desenvolvidos para apoiar a reabilitação dos membros superiores que envolve braços e mãos.

Os jogos sérios criam desafios divertidos para serem superados com movimentos do corpo, braços e mãos. Os *games* reconhecem os movimentos dos participantes, transformam em dados importantes, como velocidade, tempo de reação total, posição de alcance do objetivo do jogo e salva estes dados para análises futuras. O movimento para atingir o objetivo de cada jogo exige certa habilidade e velocidade de movimento de nossos membros, a fim de executar e controlar as tarefas da maneira como as desejamos. Mensurar o tempo para reagir aos estímulos que estão a nossa volta, a velocidade com que conseguimos alcançar os objetos que desejamos, nos permite avaliar tanto as habilidades cognitivas quanto motoras.

A participação del(e,a) irá contribuir com informações que nos permitirão identificar quanto das características individuais influenciam na execução das tarefas e na obtenção do objetivo de cada jogo, permitindo que profissionais da saúde possam ajustar suas práticas de reabilitação de acordo com a característica de seus pacientes.

As medidas serão analisadas na Faculdade de Medicina do ABC. Os dados obtidos nesta pesquisa serão publicados no meio acadêmico e científico

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Representante legal

e os jogos estarão disponíveis para novas pesquisas e para intervenções de profissionais da saúde na reabilitação de seus pacientes.

A coleta das informações será feita por meio do preenchimento de um questionário e a utilização dos jogos sérios executados em computador com dispositivos para registro do movimento executado pelo participante. O uso do computador e seus acessórios não requer nenhum conhecimento prévio e os jogos propostos são divertidos e desafiadores. Os jogos podem demorar aproximadamente 45 minutos.

El(e,a) não precisa responder a todas as perguntas e nem realizar algum jogo, caso não queira. A participação del(e,a) na pesquisa é voluntária.

Os riscos destes procedimentos são mínimos, pois envolvem medições não-invasivas. A execução será em ambiente reservado, com a presença apenas dos pesquisadores e profissionais qualificados para ajudar durante sua execução. Se el(e,a) sentir qualquer desconforto pode pedir para parar e será auxiliado pelos profissionais responsáveis.

Os dados serão tratados com total sigilo. Sua identidade será preservada, pois cada indivíduo será identificado por um número. O que nos importa são as respostas dos participantes, e não quem as forneceu.

As pessoas que estarão acompanhando a pesquisa serão estudantes de graduação e pós-graduação nas áreas da Saúde, Educação Física, Fisioterapeutas, Terapeutas Ocupacionais, Psicólogos, pesquisadores do Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica.

El(e,a) poderá se retirar da pesquisa a qualquer momento, basta informar aos pesquisadores.

Solicitamos sua autorização para o uso dos dados para a produção de artigos técnicos e científicos. Solicitamos também sua autorização para utilizarmos uma filmadora durante a execução dos jogos sérios. Sua privacidade será mantida através da não-identificação do nome do participante. As imagens servirão apenas para divulgação do projeto e todos os cuidados para não identificação do participante será prioridade.

Agradecemos sua compreensão e colaboração.

Doutoranda Tânia Brusque Crocetta

Fones: (48) 9934-0684. (11) 95896-3122 - E-mail: [tania.crocetta@udesc.br](mailto:tania.crocetta@udesc.br)

Endereço: Avenida Príncipe de Gales, 821 - Santo André - SP

Eu, \_\_\_\_\_,  
portador do documento de identificação número \_\_\_\_\_,  
responsável legal de \_\_\_\_\_,  
e tendo sido el(e,a) convidad(o,a) a participar como voluntári(o,a) da pesquisa  
VALIDADE E CONFIABILIDADE DA REALIDADE VIRTUAL PARA AVALIAÇÃO  
DO CONTROLE MOTOR E AUXÍLIO NA APRENDIZAGEM MOTORA PARA  
RECUPERAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM TRANSTORNOS DAS HABILIDADES  
MOTORAS NA EXTREMIDADE SUPERIOR, recebi da Mestre Tânia Brusque  
Crocetta, doutoranda e pesquisadora da Faculdade de Medicina do ABC,  
responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram  
entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

Que a pesquisa se destina a Validar jogos sérios com recursos da Realidade Virtual para avaliação do controle motor e seu auxílio na aprendizagem motora e reabilitação dos membros superiores, que envolve principalmente os braços e as mãos.

Que a importância desta pesquisa é que ela estará colaborando no teste de jogos sérios com uso de recursos de realidade virtual em computador. Estes jogos poderão permitir que um indivíduo com deficiência motora possa ter as oportunidades necessárias à aquisição ou desenvolvimento de funções motoras durante sua reabilitação de forma mais agradável e motivadora.

Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: O uso repetido dos jogos sérios com realidade virtual podem influenciar o desempenho em atividades da vida diária, principalmente para os indivíduos que possuam alguma deficiência motora, pois se espera que eles possam ser influenciados pelas experiências vividas nos movimentos propostos pelos jogos, considerando as restrições físicas e ambientais.

Que esta pesquisa começará em Janeiro de 2014 e terminará em Agosto de 2017.

Que a pesquisa será feita da seguinte maneira: os jogos serão praticados em ambiente reservado, preferencialmente com a presença de apenas um pesquisador. (O,A) menor será acomodad(o,a) confortavelmente em uma cadeira com ajuste de altura ou permanecerá em sua cadeira adaptada ou sua cadeira de rodas, se isto for mais aconselhável para el(e,a). A tarefa do jogo será demonstrada verbalmente pelo pesquisador e haverá um número fixo de tentativas para que el(e,a) se familiarize com o jogo e com o movimento do jogo e suas regras. Se el(e,a) for convidad(o,a) a participar em mais de um jogo, ou usar mais de um dispositivo para captura de meus movimentos, a ordem será definida de forma aleatória com o uso de uma moeda. Sei que o tempo para completar um jogo não será menor que 15 minutos e não mais do que 45 minutos.

Que el(e,a) poderá participar de mais de uma etapa, podendo ser convidad(o,a) a jogar mais de uma vez ou então em mais de um tipo de jogo.

Que os incômodos que poderá sentir são os seguintes: Ficar cansad(o,a), ficar enjoad(o,a), sentir dor, não conseguir executar o movimento necessário para que o jogo seja realizado. Se el(e,a) sentir qualquer tipo de desconforto, sei que poderá avisar o pesquisador e parar imediatamente de realizar os jogos, sem qualquer prejuízo.

Que os possíveis riscos à saúde física e mental são: Haver algum desequilíbrio durante a execução dos movimentos para participar dos jogos virtuais, sentir dor ao executar um movimento, ficar enjoad(o,a) ou cansad(o,a). Também pode se sentir constrangid(o,a) com a realização dos movimentos ou não entender o que precisa ser executado. Mas também sei que el(e,a) pode pedir para parar a qualquer momento, bastando avisar o pesquisador da sua vontade.

Que deverei contar com a seguinte assistência: Fisioterapeutas, Profissionais da Educação Física, Pesquisadores ligados à Faculdade de Medicina do ABC (FMABC), no endereço:

Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales  
Santo André / SP - CEP: 09060-650

Sendo responsáveis por ela:

a) Laboratório de Delineamento de Pesquisa e Escrita Científica da FMABC.

Telefone: + 55 (11) 4993-5400

Coordenador Prof. Dr. Luiz Carlos de Abreu

E-mail: cdh.fsp@gmail.com

b) Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Telefone: + 55 (11) 95896-3122

E-mail: carlosfisi@uol.com.br

c) Pesquisadora Mestra, Doutoranda da FMABC

Tânia Brusque Crocetta

Telefones: + 55 (11) 95896-3122 ou (48) 9934-0684

E-mail: tania.crocetta@udesc.br

Que os benefícios que poderei esperar com a participação, mesmo que não diretamente são: A validação científica de atividades propostas nos jogos sérios com realidade virtual que irão auxiliar diversas pessoas com deficiências ou dificuldades no movimento das mãos e/ou braços. Identificar quais os jogos que trarão maior benefícios às pessoas que desejarem e/ou precisarem usar estes jogos.

Que a participação del(e,a) será acompanhada por pelo menos um pesquisador, devidamente treinado e qualificado para acompanhar a participação, principalmente por Fisioterapeutas, Profissionais da Educação Física, Doutorandos e Mestrandos da Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) da Área de Ciências da Saúde ou graduandos dos cursos da FMABC.

Que, sempre que eu ou el(e,a) desejarmos, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas da pesquisa e a qualquer momento.

Que, a qualquer momento, el(e,a) poderá se recusar a continuar participando da pesquisa e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso nos traga qualquer penalidade ou prejuízo.

Que as informações conseguidas através da minha participação e d(o,a) menor sob minha responsabilidade não permitirão a identificação da nossa pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

Que as imagens gravadas da participação não permitirão a identificação d(o,a) menor, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas imagens só será feita, quando necessário, para fins de divulgação científica do projeto, sempre sem a identificação d(o,a) menor.

Que esta pesquisa não acarretará nenhuma despesa para nossa participação.

Que seremos indenizados por qualquer dano que venhamos a sofrer com a participação na pesquisa, podendo ser encaminhado para a Faculdade de Medicina do ABC, Laboratório de Delineamento de Pesquisa e Escrita Científica.

Que eu receberei uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Em caso de dúvidas você pode entrar em contato com:

a) Laboratório de Delineamento de Pesquisa e Escrita Científica da FMABC.

Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales

Santo André / SP - CEP: 09060-650

Telefone: + 55 (11) 4993-5400

Coordenador Prof. Dr. Luiz Carlos de Abreu

E-mail: cdh.fsp@gmail.com

b) Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales

Santo André / SP - CEP: 09060-650

Telefones: + 55 (11) 4993-5400

+ 55 (11) 95896-3122

E-mail: carlosfisi@uol.com.br

c) Pesquisadora Mestra, Doutoranda da FMABC

Tânia Brusque Crocetta

Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales

Santo André / SP - CEP: 09060-650

Telefones: + 55 (11) 4993-5400

+ 55 (11) 95896-3122

+ 55 (48) 9934-0684

E-mail: tania.crocetta@udesc.br

para contato em caso de intercorrências clínicas e reações adversas ou para esclarecimento de dúvidas ou SE VOCÊ TIVER DÚVIDAS E/OU PERGUNTAS SOBRE SEUS DIREITOS COMO PARTICIPANTE DESTA PESQUISA E/OU

INSATISFEITO COM A MANEIRA COMO A PESQUISA ESTÁ SENDO REALIZADO, VOCÊ PODE ENTRAR EM CONTATO COM O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) DA FACULDADE DE MEDICINA DO ABC PELO ENDEREÇO: AVENIDA PRÍNCIPE DE GALES, 821 – 1º ANDAR - PRÉDIO: CEPES – SANTO ANDRÉ – SP – OU PELO TELEFONE: (11) 4993-5453. O HORÁRIO DE ATENDIMENTO É DE SEGUNDA À SEXTA DAS 07H00 ÀS 17H00. O COMITÊ DE ÉTICA É RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO E COMPANHAMENTO DOS ASPECTOS ÉTICOS DE TODAS AS PESQUISAS ENVOLVENDO SERES HUMANOS, VISANDO ASSEGURAR A PROTEÇÃO, A DIGNIDADE, OS DIREITOS, A SEGURANÇA E O BEM-ESTAR DO SUJEITO DA PESQUISA.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a participação do menor sobre minha responsabilidade na mencionada pesquisa e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a nossa participação implicam, concordo com a participação e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_

Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a) responsável legal e rubricar as demais páginas	Responsável pela pesquisa: Tânia Brusque Crocetta (Rubricar as demais páginas)

#### IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL LEGAL


Nome completo: \_\_\_\_\_

Grau de parentesco com o participante: \_\_\_\_\_

Documento identificação: \_\_\_\_\_

**Apêndice C - Termo de Assentimento livre e esclarecido – Versão para o participante adolescente.**

1

	<p><b>FACULDADE DE MEDICINA DO ABC - FMABC</b>  <b>PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO</b>  <b>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEP SH</b></p>
---	---

**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Título do Projeto: VALIDADE E CONFIABILIDADE DA REALIDADE VIRTUAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTROLE MOTOR E AUXÍLIO NA APRENDIZAGEM MOTORA PARA RECUPERAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM TRANSTORNOS DAS HABILIDADES MOTORAS NA EXTREMIDADE SUPERIOR**

Você está sendo convidad(o,a) a participar de uma pesquisa que visa validar jogos sérios com uso de realidade virtual, criados pelo *Laboratório de Sistemas da Informação da Universidade de São Paulo*, uma plataforma que contém jogos sérios especialmente desenvolvidos para apoiar a reabilitação dos membros superiores que envolve braços e mãos.

Os jogos sérios criam desafios divertidos para serem superados com movimentos do corpo, braços e mãos. Os *games* reconhecem os movimentos dos participantes, transformam em dados importantes, como velocidade, tempo de reação total, posição de alcance do objetivo do jogo e salva estes dados para análises futuras. O movimento para atingir o objetivo de cada jogo exige certa habilidade e velocidade de movimento de nossos membros, a fim de executar e controlar as tarefas da maneira como as desejamos. Mensurar o tempo para reagir aos estímulos que estão a nossa volta, a velocidade com que conseguimos alcançar os objetos que desejamos, nos permite avaliar tanto as habilidades cognitivas quanto motoras.

A sua participação irá contribuir com informações que nos permitirão identificar quanto das características individuais influenciam na execução das tarefas e na obtenção do objetivo de cada jogo, permitindo que profissionais da saúde possam ajustar suas práticas de reabilitação de acordo com a característica de seus pacientes.

As medidas serão analisadas na Faculdade de Medicina do ABC. Os dados obtidos nesta pesquisa serão publicados no meio acadêmico e científico e os jogos estarão disponíveis para novas pesquisas e para intervenções de profissionais da saúde na reabilitação de seus pacientes.

A coleta das informações será feita por meio do preenchimento de um questionário e a utilização dos jogos sérios executados em computador com dispositivos para registro do movimento executado pelo participante. O uso do computador e seus acessórios não requer nenhum conhecimento prévio e os jogos propostos são divertidos e desafiadores. Os jogos podem demorar aproximadamente 45 minutos.

Você não precisa responder a todas as perguntas e nem realizar algum jogo, caso não queira. Sua participação na pesquisa é voluntária.

Os riscos destes procedimentos são mínimos, pois envolvem medições não-invasivas. A execução será em ambiente reservado, com a presença apenas dos pesquisadores e profissionais qualificados para ajudar durante sua execução. Se você sentir qualquer desconforto pode pedir para parar e será auxiliado pelos profissionais responsáveis.

Os dados serão tratados com total sigilo. Sua identidade será preservada, pois cada indivíduo será identificado por um número. O que nos importa são as respostas dos participantes, e não quem as forneceu.

As pessoas que estarão acompanhando a pesquisa serão estudantes de graduação e pós-graduação nas áreas da Saúde, Educação Física, Fisioterapeutas, Terapeutas Ocupacionais, Psicólogos, pesquisadores do Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica.

Você poderá se retirar da pesquisa a qualquer momento, basta informar aos pesquisadores.

Solicitamos sua autorização para o uso dos dados para a produção de artigos técnicos e científicos. Solicitamos também sua autorização para utilizarmos uma filmadora durante a execução dos jogos sérios. Sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome. As imagens servirão apenas para divulgação do projeto e todos os cuidados para não identificação do participante será prioridade.

Agradecemos sua participação e colaboração.

Doutoranda Tânia Brusque Crocetta

Fones: (48) 9934-0684. (11) 95896-3122

E-mail: [tania.crocetta@udesc.br](mailto:tania.crocetta@udesc.br)

Endereço: Avenida Príncipe de Gales, 821

Santo André, São Paulo/SP

Eu, \_\_\_\_\_,  
portador do documento de identificação número \_\_\_\_\_,  
tendo sido convidad(o,a) a participar como voluntári(o,a) da pesquisa VALIDADE E CONFIABILIDADE DA REALIDADE VIRTUAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTROLE MOTOR E AUXÍLIO NA APRENDIZAGEM MOTORA PARA RECUPERAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM TRANSTORNOS DAS HABILIDADES MOTORAS NA EXTREMIDADE SUPERIOR, recebi da Mestra Tânia Brusque Crocetta, doutoranda e pesquisadora da Faculdade de Medicina do ABC, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

Que a pesquisa se destina a Validar jogos sérios com recursos da Realidade Virtual para avaliação do controle motor e seu auxílio na aprendizagem motora e reabilitação dos membros superiores, que envolve principalmente os braços e as mãos.

Que a importância desta pesquisa é que estarei colaborando no teste de jogos sérios com uso de recursos de realidade virtual em computador. Estes jogos poderão permitir que um indivíduo com deficiência motora possa ter as oportunidades necessárias à aquisição ou desenvolvimento de funções motoras durante sua reabilitação de forma mais agradável e motivadora.

Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: O uso repetido dos jogos sérios com realidade virtual podem influenciar o desempenho em atividades da vida diária, principalmente para os indivíduos que possuam alguma deficiência motora, pois se espera que eles possam ser influenciados pelas experiências vividas nos movimentos propostos pelos jogos, considerando as restrições físicas e ambientais.

Que esta pesquisa começará em Janeiro de 2014 e terminará em Agosto de 2017.

Que a pesquisa será feita da seguinte maneira: os jogos serão praticados em ambiente reservado, preferencialmente com a presença de apenas um pesquisador. Eu poderei ter a supervisão de um dos meus pais ou responsável legal. Eu serei acomodad(o,a) confortavelmente em uma cadeira com ajuste de altura ou permanecerei em minha cadeira adaptada ou minha cadeira de rodas, se isto for mais aconselhável para mim. A tarefa do jogo será demonstrada verbalmente pelo pesquisador e haverá um número fixo de tentativas para que eu me familiarize com o jogo e com o movimento do jogo e suas regras. Se eu for convidad(o,a) a participar em mais de um jogo, ou usar mais de um dispositivo para captura de meus movimentos, a ordem será definida de forma aleatória com o uso de uma moeda. Sei que o tempo para completar um jogo não será menor que 15 minutos e não mais do que 45 minutos.

Que eu poderei participar de mais de uma etapa, podendo ser convidado(a) a jogar mais de uma vez ou então em mais de um tipo de jogo.

Que os incômodos que poderei sentir com a minha participação são os seguintes: Ficar cansado(a), ficar enjoado(a), sentir dor, não conseguir executar o movimento necessário para que o jogo seja realizado. Se eu sentir qualquer tipo de desconforto, sei que posso avisar o pesquisador e parar imediatamente de realizar os jogos, sem qualquer prejuízo para mim.

Que os possíveis riscos à minha saúde física e mental são: Haver algum desequilíbrio durante a execução dos movimentos para participar dos jogos virtuais, sentir dor ao executar um movimento, ficar enjoado(a) ou cansado(a). Também posso me sentir constrangido(a) com a realização dos movimentos ou não entender o que precisa ser executado. Mas também sei que posso pedir para parar a qualquer momento, bastando avisar o pesquisador da minha vontade.

Que deverei contar com a seguinte assistência: Fisioterapeutas, Profissionais da Educação Física, Pesquisadores ligados à Faculdade de Medicina do ABC (FMABC), no endereço:

Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales  
Santo André / SP - CEP: 09060-650

Sendo responsáveis por ela:

a) Laboratório de Delineamento de Pesquisa e Escrita Científica da FMABC.

Telefone: + 55 (11) 4993-5400

Coordenador Prof. Dr. Luiz Carlos de Abreu

E-mail: cdh.fsp@gmail.com

b) Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Telefone: + 55 (11) 95896-3122

E-mail: carlosfisi@uol.com.br

c) Pesquisadora Mestra, Doutoranda da FMABC

Tânia Brusque Crocetta

Telefones: + 55 (11) 95896-3122 ou (48) 9934-0684

E-mail: tania.crocetta@udesc.br

Que os benefícios que poderei esperar com a minha participação, mesmo que não diretamente são: A validação científica de atividades propostas nos jogos sérios com realidade virtual que irão auxiliar diversas pessoas com deficiências ou dificuldades no movimento das mãos e/ou braços. Identificar quais os jogos que trarão maior benefícios às pessoas que desejarem e/ou precisarem usar estes jogos.

Que a minha participação será acompanhada por pelo menos um pesquisador, devidamente treinado e qualificado para acompanhar minha participação, principalmente por Fisioterapeutas, Profissionais da Educação Física, Doutorandos e Mestrandos da Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) da Área de Ciências da Saúde ou graduandos dos cursos da FMABC.

Que, sempre que eu desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas da pesquisa e a qualquer momento.

Que, a qualquer momento, eu poderei me recusar a continuar participando da pesquisa e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.

Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

Que as imagens gravadas da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, e que a divulgação das mencionadas imagens só será feita, quando necessário, para fins de divulgação científica do projeto, sempre sem a minha identificação.

Que esta pesquisa não acarretará nenhuma despesa para minha participação.

Que eu serei indenizado por qualquer dano que venha a sofrer com a participação na pesquisa, podendo ser encaminhado para a Faculdade de Medicina do ABC, Laboratório de Delineamento de Pesquisa e Escrita Científica.

Que eu receberei uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Em caso de dúvidas você pode entrar em contato com:

a) Laboratório de Delineamento de Pesquisa e Escrita Científica da FMABC.

Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales

Santo André / SP - CEP: 09060-650

Telefone: + 55 (11) 4993-5400

Coordenador Prof. Dr. Luiz Carlos de Abreu

E-mail: cdh.fsp@gmail.com

b) Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales

Santo André / SP - CEP: 09060-650

Telefones: + 55 (11) 4993-5400

+ 55 (11) 95896-3122

E-mail: carlosfisi@uol.com.br

c) Pesquisadora Mestra, Doutoranda da FMABC

Tânia Brusque Crocetta

Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales

Santo André / SP - CEP: 09060-650

Telefones: + 55 (11) 4993-5400

+ 55 (11) 95896-3122

+ 55 (48) 9934-0684

E-mail: tania.crocetta@udesc.br

para contato em caso de intercorrências clínicas e reações adversas ou para esclarecimento de dúvidas ou SE VOCÊ TIVER DÚVIDAS E/OU PERGUNTAS SOBRE SEUS DIREITOS COMO PARTICIPANTE DESTA PESQUISA E/OU INSATISFEITO COM A MANEIRA COMO A PESQUISA ESTÁ SENDO

REALIZADA, VOCÊ PODE ENTRAR EM CONTATO COM O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) DA FACULDADE DE MEDICINA DO ABC PELO ENDEREÇO: AVENIDA PRÍNCIPE DE GALES, 821 – 1º ANDAR - PRÉDIO: CEPES – SANTO ANDRÉ – SP – OU PELO TELEFONE: (11) 4993-5453. O HORÁRIO DE ATENDIMENTO É DE SEGUNDA À SEXTA DAS 07H00 ÀS 17H00. O COMITÊ DE ÉTICA É RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO E COMPANHAMENTO DOS ASPECTOS ÉTICOS DE TODAS AS PESQUISAS ENVOLVENDO SERES HUMANOS, VISANDO ASSEGURAR A PROTEÇÃO, A DIGNIDADE, OS DIREITOS, A SEGURANÇA E O BEM-ESTAR DO SUJEITO DA PESQUISA.


Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação na mencionada pesquisa e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_\_\_

Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a) voluntári(o,a) e rubricar as demais páginas	Responsável pela pesquisa: Tânia Brusque Crocetta (Rubricar as demais páginas)

**Apêndice D - Termo de Assentimento livre e esclarecido – Versão para o participante criança.**

1

	<p><b>FACULDADE DE MEDICINA DO ABC - FMABC</b>  <b>PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO</b>  <b>COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEPESH</b></p>
---	---

**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Título do Projeto: VALIDADE E CONFIABILIDADE DA REALIDADE VIRTUAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTROLE MOTOR E AUXÍLIO NA APRENDIZAGEM MOTORA PARA RECUPERAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM TRANSTORNOS DAS HABILIDADES MOTORAS NA EXTREMIDADE SUPERIOR**

Você está sendo convidad(o,a) a participar de uma pesquisa que visa validar jogos sérios com uso de realidade virtual em computador. Seus pais ou responsáveis já permitiram que você participe.

As crianças que irão participar dessa pesquisa têm de 7 a 12 anos de idade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu, não terá nenhum problema se desistir.

Os jogos sérios criam desafios divertidos para serem superados com movimentos do corpo, braços e mãos. Os jogos reconhecem os movimentos dos seus braços e mãos e transformam em dados importantes, como velocidade, tempo de reação total, posição de alcance do objetivo do jogo e salva estes dados para análises futuras.

A sua participação irá ajudar com informações que nos permitirão identificar quanto das características de cada criança influenciam na execução das tarefas e na obtenção do objetivo de cada jogo, permitindo que profissionais da saúde possam ajudar na reabilitação de outras crianças que possuem alguma deficiência nos braços ou nas mãos.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar as crianças que participaram da pesquisa. Quando terminarmos a pesquisa poderemos deixar estes jogos para serem usados por qualquer criança que queira treinar suas habilidades ou que tenha problema motor nos braços ou nas mãos, e possa fazer isso de forma divertida.

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do Participante

Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar ou à pesquisadora **Tânia Brusque Crocetta**. Eu escrevi os telefones na parte de baixo desse texto. Você irá preencher um questionário e jogar com o computador. Você será auxiliado pel(o,a) pesquisador(a) \_\_\_\_\_ e você não precisa ter nenhum conhecimento prévio dos jogos que são divertidos e desafiadores. Os jogos podem demorar aproximadamente 45 minutos.

Você irá jogar em uma sala reservada com a presença apenas dos pesquisadores e profissionais qualificados para ajudar você. Se você sentir qualquer desconforto pode pedir para parar e será auxiliado pelos profissionais responsáveis.

---

Doutoranda Tânia Brusque Crocetta  
 Fones: (48) 9934-0684. (11) 95896-3122  
 E-mail: [tania.crocetta@udesc.br](mailto:tania.crocetta@udesc.br)  
 Endereço: Avenida Príncipe de Gales, 821  
 Santo André, São Paulo/SP

#### **DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DA CRIANÇA DA PESQUISA:**

Eu, \_\_\_\_\_, tendo sido convidad(o,a) a participar como voluntári(o,a) da pesquisa VALIDADE E CONFIABILIDADE DA REALIDADE VIRTUAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTROLE MOTOR E AUXÍLIO NA APRENDIZAGEM MOTORA PARA RECUPERAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM TRANSTORNOS DAS HABILIDADES MOTORAS NA EXTREMIDADE SUPERIOR, entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar furioso. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_\_\_\_

---

Assinatura da Criança participante

**Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado**  
 Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina do ABC: AV. PRÍNCIPE DE GALES, 821 – 1º ANDAR - PRÉDIO: CEPES – SANTO ANDRÉ – SP – OU PELO TELEFONE: (11) 4993-5453. O HORÁRIO DE ATENDIMENTO É DE SEGUNDA À SEXTA DAS 07H00 ÀS 17H00.

APÊNDICE E - Manuscrito 1 publicado no *Virtual Reality Journal*.

Virtual Reality  
DOI 10.1007/s10055-017-0323-2



ORIGINAL ARTICLE

## Virtual reality software package for implementing motor learning and rehabilitation experiments

Tânia Brusque Crocetta<sup>1</sup> · Luciano Vieira de Araújo<sup>2</sup> · Regiani Guarnieri<sup>1</sup> ·  
Thais Massetti<sup>3</sup> · Fernando Henrique Inocêncio Borba Ferreira<sup>2</sup> ·  
Luiz Carlos de Abreu<sup>1</sup> · Carlos Bandeira de Mello Monteiro<sup>1,2</sup>

Received: 24 January 2016 / Accepted: 29 August 2017  
© Springer-Verlag London Ltd. 2017

**Abstract** Virtual reality games for rehabilitation are attracting increasing growth. In particular, there is a demand for games that allow therapists to identify an individual's difficulties and customize the control of variables, such as speed, size, distance, as well as visual and auditory feedback. This study presents and describes a virtual reality software package (*Bridge Games*) to promote rehabilitation of individuals living with disabilities and highlights preliminary researches of its use for implementing motor learning and rehabilitation. First, the study presents seven games in

the software package that can be chosen by the rehabilitation team, considering the patient's needs. All game characteristics are described including name, function presentation, objective and valuable measurements for rehabilitation. Second, preliminary results illustrate some applications of two games, considering 343 people with various disabilities and health status. Based on the results, in the *Coincident Timing* game, there was a main effect of movement sensor type (in this instance the most functional device was the keyboard when compared with Kinect and touch screen) on average time reached by sample analyzed,  $F(2, 225) = 4.42$ ,  $p < 0.05$ . Similarly, in the *Challenge!* game, a main effect was found for movement sensor type. However, in this case, touch screen provided better performance than Kinect and Leap Motion,  $F(2, 709) = 5.90$ ,  $p < 0.01$ . Thus, *Bridge Games* is a possible software game to quantify motor learning. Moreover, the findings suggest that motor skills might be practiced differently depending on the environmental interface in which the game may be used.

**Keywords** Rehabilitation games · Virtual reality rehabilitation · Man-machine interface

✉ Tânia Brusque Crocetta  
tania.crocetta@ufabc.br

Luciano Vieira de Araújo  
lvaraujo@usp.br

Regiani Guarnieri  
regiani1@gmail.com

Thais Massetti  
thaismassetti@terra.com.br

Fernando Henrique Inocêncio Borba Ferreira  
ferhenrique@gmail.com

Luiz Carlos de Abreu  
cdh.fsp@gmail.com

Carlos Bandeira de Mello Monteiro  
carlosdmi@uol.com.br

<sup>1</sup> Faculdade de Medicina do ABC (FMABC), Av. Príncipe de Gales, 821 - Príncipe de Gales, Santo André, SP CEP 09060-650, Brazil

<sup>2</sup> Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP), Rua Arlindo Bettio, 1000 - Ermelino Matarazzo, São Paulo, SP CEP 03828-000, Brazil

<sup>3</sup> Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade de São Paulo (USP), Rua Cipotânea, 51 - Cidade Universitária, São Paulo, SP CEP 05360-160, Brazil

Published online: 18 September 2017

Springer

**APÊNDICE F – Manuscrito 2 aceito para publicação no *Journal of Physical Education and Sports Management*.**

**Instruments for studying coincidence-anticipation timing task – An updated systematic review**

Tânia Brusque Crocetta, Regiani Guarnieri, Thaiany Pedrozo Campos Antunes, Thaís Massetti, Luiz Carlos de Abreu, Peter Fabian, Carlos Bandeira de Mello Monteiro

**ABSTRACT**

**Objective:** To update a 2011 systematic review and provide best evidence regarding which instruments are being used to measure coincidence-anticipation timing (CAT).

**Data Sources:** English-language articles were identified through Web of Science and PubMed databases (search dates for articles on CAT, 2011 to June 2017).

**Study Selection:** Two reviewers independently selected studies that used a CAT task.

**Data Extraction:** One reviewer extracted the search result into an Excel spreadsheet through the export option available at each of the databases. Two reviewers independently selected which articles evaluated a CAT task. The selected articles were compared and a new list was generated. The objectives and name of the CAT evaluation instrument were extracted from the selected articles.

**Data Synthesis:** 46 studies in 136 articles were identified: 14 studies used Bassin, 18 used a custom computer program (11 being different), 7 used a custom apparatus (5 being different), and 2 used other commercially available CAT instruments. None of the instruments were specifically validated.

**Conclusion:** The commercially available Bassin Anticipation Timer continues to be the most used instrument; however, there are attempts to develop computer-based applications that can replace this instrument.

**Key words:** Coincidence anticipation timing; coincident timing task; instruments

APÊNDICE G – Manuscrito 3 publicado na *Medicine*.

Clinical Trial/Experimental Study

Medicine®

OPEN

# Functional performance comparison between real and virtual tasks in older adults

## A cross-sectional study

Itala Maria Pinheiro Bezerra, PhD<sup>1,2</sup>, Tânia Brusque Crocetta, PhD<sup>3</sup>, Thais Massetti, MSc<sup>4,\*</sup>, Talita Dias da Silva, PhD<sup>5,6</sup>, Regiani Guarnieri, MSc<sup>6</sup>, Cassio de Miranda Meira Jr, PhD<sup>7</sup>, Claudia Arab, MSc<sup>6</sup>, Luiz Carlos de Abreu, PhD<sup>5,6</sup>, Luciano Vieira de Araujo, PhD<sup>8</sup>, Carlos Bandeira de Mello Monteiro, PhD<sup>5,6</sup>

### Abstract

**Introduction:** Ageing is usually accompanied by deterioration of physical abilities, such as muscular strength, sensory sensitivity, and functional capacity, making chronic diseases, and the well-being of older adults new challenges to global public health.

**Objective:** The purpose of this study was to evaluate whether a task practiced in a virtual environment could promote better performance and enable transfer to the same task in a real environment.

**Method:** The study evaluated 65 older adults of both genders, aged 60 to 82 years (M=69.6, SD=6.3). A timing coincident task was applied to measure the perceptual-motor ability to perform a motor response. The participants were divided into 2 groups: started in a real interface and started in a virtual interface.

**Results:** All subjects improved their performance during the practice, but improvement was not observed for the real interface, as the participants were near maximum performance from the beginning of the task. However, there was no transfer of performance from the virtual to real environment or vice versa.

**Conclusions:** The virtual environment was shown to provide improvement of performance with a short-term motor learning protocol in a timing coincident task. This result suggests that the practice of tasks in a virtual environment seems to be a promising tool for the assessment and training of healthy older adults, even though there was no transfer of performance to a real environment.

**Trial registration:** ISRCTN02960165. Registered 8 November 2016.

**Abbreviations:** AE = absolute error, CE = constant error, RE = real environment interface, VE = variable error, VI = virtual environment interface, VR = virtual reality.

**Keywords:** computer tasks, older adults, timing coincident, virtual reality

### 1. Introduction

According to the World Health Organization, the world's population of individuals over 60 years of age will increase from

the current 841 million to 2 billion by 2050. Ageing is usually accompanied by deterioration of physical abilities, such as muscular strength, sensory sensitivity, and functional capacity, making chronic diseases, and the well-being of older adults new

*Editor: Justin Keogh.*

*Authors' contributions:* IMPB structured the manuscript and directed the work. TBC, RG, and TM performed the data collection and organized the data. TDS structured the method and data analysis. CMNU and TM structured the discussion and conclusion. LCA performed the data analysis and set up the work of the results. CA and LCA adapted the work for the English language. CA and TM helped in the construction of the discussion. CBMM reviewed and organized the manuscript.

*Availability of data and materials:* All authors are in agreement with the availability of data if necessary.

*Consent for publication:* All authors agree to the publication of the manuscript in the journal submitted to.

*Declarations:* This study was approved by the Ethics Committee for Analysis of Research Projects of the FMABC under protocol no. 36396814.9.1001.0062, and all participants signed a written informed consent form. Grant 15/19962-0, São Paulo Research Foundation (FAPESP) and Institutional Agreement number 007/2015 between ABC Medical College and Acre State Government.

*The authors report no conflicts of interest.*

*\*School of Arts, Sciences and Humanities of the University of São Paulo – BACH–USP, São Paulo, SP, <sup>2</sup>Postgraduate Program in Public Policies and Local Development, School of Sciences of Santa Casa de Misericórdias de Vitória, Vitória, ES, <sup>3</sup>Laboratory of Design of Studies and Scientific Writing, ABC School of Medicine, Santo André, SP, <sup>4</sup>Department of Speech Therapy, Physical Therapy and Occupational Therapy, School of Medicine, University of São Paulo, <sup>5</sup>Paulista School of Medicine, Department of Cardiology, Federal University of São Paulo – UNIFESP, São Paulo, Brazil.*

*\* Correspondence: Thais Massetti, Postgraduate Program in Rehabilitation Sciences, FMUSP, USP, Faculty of Medicine, University of São Paulo, São Paulo, Brazil (e-mail: thaimasseti@gmail.com).*

Copyright © 2018 the Author(s). Published by Wolters Kluwer Health | Inc.

This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License 4.0 (CCBY), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Medicine (2018) 97:4(e9612)

Received: 18 May 2017 / Received in final form: 3 November 2017 / Accepted: 21 December 2017

<http://dx.doi.org/10.1087/MD.0000000000009612>

**APÊNDICE H - Manuscrito 4 submetido ao Computer Methods and Program in Biomedicine.**

**Alternative Computer Game versus Gold Standard Instrument for the Coincidence Anticipation Timing Task**

**Abstract**

Coincidence-anticipation timing (CAT) task is only one facet of cognitive and motor performance, and is used to understanding the human visuo-motor system involved in intercepting the moving object. The aim of the study was to assess the test-retest reliability and the concurrent validity in the *Bridge Games* package (Bridge), developed to assess the CAT task. Based on a within-subject design, the CAT scores of 224 healthy participants (M=52.2, SD=19.5 years old) were measured using two test sessions on the same day, using the Bridge and “gold standard” Bassin anticipation timer (Bassin) with the same protocol. A mean block of absolute error (AE), constant error (CE) and variable error (VE) was calculated. Levels of test-retest reliability and concurrent validity were expressed using intraclass correlation coefficients ( $ICC_{2,k}$ ), standard error of measurement, minimal detectable change, and Pearson’s correlation, with significance level  $p < 0.05$ . Bridge test-retest reliability was good to excellent for all blocks of AE, CE and VE ( $0.73 \leq ICC \leq 0.88$ ). The concurrent validity of the Bridge with Bassin at all blocks was found to be poor ( $ICC < 0.50$ ), but was good to excellent when compared using Pearson’s correlation coefficient, suggesting that the two tests may have similar properties. The Bridge scores show good reliability and acceptable internal consistency. We suggest that Bridge is an interesting alternative to existing clinical tests for CAT task. However, caution must be used when comparing result variables, since the results reported for the Bridge cannot be measured with the same accuracy as Bassin.

**Keywords:** Coincidence anticipation timing; Agreement; Test-retest reliability; Concurrent validity; Bassin anticipation timer

## **ANEXOS**

**ANEXO A** - Aprovação Comitê de ética.

**ANEXO B** - Curriculum da aluna.

**ANEXO C** - Curriculum do orientador.

**ANEXO D** - Curriculum do coorientador.

**ANEXO A - Aprovação Comitê de ética.**

FUNDAÇÃO DO ABC - FMABC

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Validade e confiabilidade da Realidade Virtual para avaliação do controle motor e auxílio na aprendizagem motora para recuperação de indivíduos com transtornos das habilidades motoras nas extremidades superiores

**Pesquisador:** Tânia Brusque Crocetta

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 39396814.9.1001.0082

**Instituição Proponente:** Fundação do ABC - FMABC

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 980.629

**Data da Relatoria:** 20/01/2015

**Apresentação do Projeto:**

Os jogos com realidade virtual assumem formas e são acionados por movimentos dos participantes, que são motivados a realizar movimentos mais amplos, saindo do uso apenas do teclado e mouse, para acionar os dispositivos interativos com movimentos corporais. Esta nova dimensão de jogos permite simular situações que envolvem o participante de forma motivadora, unindo a diversão e a reabilitação e a atividade física, além do aprendizado, coordenação e controle motor quando supervisionado por um profissional. A interação da tecnologia, jogo e atividade motora, pode auxiliar nas intervenções de indivíduos com deficiência motora, tanto leve quanto severa, pois permite ao profissional avaliar de forma mais fidedigna o desempenho destes indivíduos, desde que se disponibilizem ferramentas adequadas para isso. E quando devidamente orientadas, estas atividades podem não se restringir apenas às sessões supervisionadas. Portanto, o objetivo deste trabalho será construir, validar e aplicar jogos com realidade virtual para aprendizagem e controle motor de indivíduos com deficiência motora nas extremidades superiores. Para isso, este trabalho se propõe também a analisar a validade de conteúdo e construto de tarefas motoras propostas pelos jogos virtuais para discriminar o comportamento motor. Para a análise teórica de conteúdo e construto participarão professores doutores, especialistas na área de Comportamento Motor. Para os estudos empíricos de validação serão

**Endereço:** Av. Príncipe de Gales, 821

**Bairro:** Santo André

**CEP:** 09.060-650

**UF:** SP

**Município:** SANTO ANDRE

**Telefone:** (11)4993-5453

**E-mail:** cep@fmabc.br

Continuação do Parecer: 980.629

constituídas amostras representativas de crianças, adultos e idosos. Para o estudo da estrutura interna da tarefa serão utilizados critérios descritos na literatura e para análise do desempenho nas tarefas serão aplicados os jogos virtuais do Grupo Tucano Games, com dispositivos de contato físico (teclado e monitor touchscreen) e sensores de movimento (câmera Kinect e Leap Motion). A análise dos dados se dará pelas medidas de desempenho (número de peças alcançadas, tempo de reação, tempo de movimento e erro). Os resultados oferecerão parâmetros para análise da validade e fidedignidade dos jogos virtuais com medidas de desempenho que permitam intervenções dos profissionais da saúde. Hipótese:

H0: Os jogos sérios construídos com uso da Realidade Virtual não apresentam a precisão necessária para gerar dados fidedignos e válidos para avaliar o controle motor e aprendizagem motora com diferentes dispositivos de aquisição do movimento. H1: Os jogos sérios construídos com uso da Realidade Virtual são instrumentos de medidas fidedignos e válidos para avaliar o controle motor e aprendizagem motora com diferentes dispositivos de aquisição do movimento.

O pesquisador apresenta os seguintes documentos para aprovação.

Folha De Rosto Assinada .jpg

Projeto Doutorado Tania v.4.1.pdf

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido v2.doc

Termo de Assintimento Livre e Esclarecido.doc

Carta Instituições Participantes FMABC.jpeg

Carta Instituições Participantes UNOESC.pdf

Carta Instituições Participantes GETI.pdf

Questionário da Escala de Humor de Brunel (BRUMS)

Formulários online.pdf

Carta Submissão ao CEP.doc

Carta Submissão ao CEP assinada.jpeg

### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Validar jogos sérios com recursos da Realidade Virtual para avaliação do controle motor e seu auxílio na aprendizagem motora e reabilitação dos membros superiores.

**Endereço:** Av. Príncipe de Gales, 821

**Bairro:** Santo André

**CEP:** 09.060-650

**UF:** SP

**Município:** SANTO ANDRE

**Telefone:** (11)4993-5453

**E-mail:** cep@fmabc.br



Continuação do Parecer: 980.629

#### Objetivo Secundário:

1- Validar jogos sérios em ambiente de realidade virtual com diferentes dispositivos para aquisição do movimento, como câmera Kinect, Leap Motion, monitor com touch screen, mesa digitalizadora e teclado; 2- Descrever a tarefa proposta em cada jogo, a partir dos diferentes dispositivos de interação; 3- Identificar a estrutura interna da tarefa que engloba a organização da mesma, número de habilidades motoras envolvidas, grupos musculares empregados, número de membros e região do corpo envolvida na sua execução; 4- Analisar a variabilidade (efeito teto e chão) da tarefa proposta em cada jogo em diferentes populações; 5- Comparar o desempenho de acordo com a interface para aquisição do movimento; 6- Comparar o desempenho no jogo em diferentes agrupamentos, como idade, sexo, comprometimento do membro superior, diagnóstico da doença; 7- Avaliar o desempenho no uso de jogos com realidade virtual para aprendizagem motora de indivíduos com deficiência motora nos membros superiores; 8- Avaliar o controle motor de indivíduos com deficiência motora nos membros superiores; 9- Desenvolver jogos com uso da realidade virtual; 10- Propor um protocolo para aplicação da avaliação do controle motor com o uso dos recursos de realidade virtual.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

##### Riscos:

Os riscos destes procedimentos são mínimos, pois envolvem medições não-invasivas. A execução será em ambiente reservado, com a presença apenas dos pesquisadores e profissionais qualificados para ajudar durante sua execução. Se o participante sentir qualquer desconforto deve pedir para parar a execução das tarefas e o mesmo será auxiliado pelos profissionais responsáveis. Apesar de ser mínimo e não invasivo, os possíveis

riscos à saúde física e mental são: Haver algum desequilíbrio durante a execução dos movimentos para participar dos jogos virtuais, sentir dor ao executar um movimento, ficar enjoado ou cansado. Também pode haver algum constrangido ao não conseguir a realização dos movimentos ou por não entender o que precisa ser executado. Em qualquer um destes casos o participante poderá desistir da participação e ele será assistido por profissionais da Fisioterapia, Educação Física e por estudantes da área da Saúde. Benefícios:

A participação na pesquisa irá contribuir com informações que permitirão identificar quanto das características individuais influenciam na execução das tarefas e na obtenção do objetivo de cada jogo, permitindo que profissionais da saúde possam ajustar suas práticas de reabilitação de

**Endereço:** Av. Príncipe de Gales, 821

**Bairro:** Santo André

**CEP:** 09.060-650

**UF:** SP

**Município:** SANTO ANDRE

**Telefone:** (11)4993-5453

**E-mail:** cep@fmabc.br



Continuação do Parecer: 980.629

acordo

com a característica de seus pacientes. A importância deste estudo é validação de jogos sérios com uso de recursos de realidade virtual em computador. Estes jogos poderão permitir que um indivíduo com deficiência motora possa ter as oportunidades necessárias à aquisição ou desenvolvimento de funções motoras durante sua reabilitação de forma mais agradável e motivadora. O uso repetido dos jogos sérios com realidade virtual podem influenciar o desempenho em atividades da vida diária, principalmente para os indivíduos que apresentem alguma deficiência motora, pois se espera que eles possam ser influenciados pelas experiências vividas nos movimentos propostos pelos jogos, considerando as restrições físicas e ambientais.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de protocolo de pesquisa que tentará propor modo de avaliação a partir da validação de jogos "sérios" com recursos da realidade virtual.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos de apresentação obrigatória são apresentados.

Os TCLE e o TALE para adolescentes tem linguagem adequada, e obedece a resolução 466 de Dezembro de 2012.

**Recomendações:**

Não há recomendações.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Em reunião ordinária deste CEP, em 11 de Março de 2015, o colegiado, após discussão, aprova o projeto.

**Endereço:** Av. Príncipe de Gales, 821

**Bairro:** Santo André

**UF:** SP

**Município:** SANTO ANDRE

**CEP:** 09.060-650

**Telefone:** (11)4993-5453

**E-mail:** cep@fmabc.br

FUNDAÇÃO DO ABC - FMABC



Continuação do Parecer: 980.629

SANTO ANDRE, 11 de Março de 2015

---

**Assinado por:**

**MARCIA RODRIGUES GARCIA TAMOSAUSKAS**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Príncipe de Gales, 821

**Bairro:** Santo André

**UF:** SP

**Município:** SANTO ANDRE

**CEP:** 09.060-650

**Telefone:** (11)4993-5453

**E-mail:** cep@fmabc.br

## ANEXO B - Curriculum da aluna.



## Tania Brusque Crocetta

Endereço para acessar este CV: <http://attes.cnpq.br/6616358342777216>  
Última atualização do currículo em 20/11/2017

Cursando Doutorado pela Faculdade de Medicina do ABC com projeto para desenvolvimento de software e jogos com realidade virtual para controle e aprendizagem motora. Bolsista do programa de doutorado mobilidade (Brasil Erasmus Mundus) na Faculty of Management Science and Informatics, da University of Žilina, na Eslováquia. Possui Mestrado em Ciências do Movimento Humano pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) com ênfase em Inovação e desenvolvimento de Software. Graduada como Bacharel em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina (1985) e Especialização em Tecnologia da Informação aplicada a Internet pela FIAP - SP (2000). Analista de Sistemas no Centro de Ciências da Saúde e do Esporte da Universidade do Estado de Santa Catarina. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Engenharia de Software, atuando principalmente nos seguintes temas: tempo de reação, controle motor, realidade aumentada e realidade virtual. **(Texto informado pelo autor)**

### Identificação

<b>Nome</b>	Tania Brusque Crocetta
<b>Nome em citações bibliográficas</b>	CROCETTA, T. B.;Crocetta, Tânia Brusque;Crocetta, TB;Crocetta, T. B.;BRUSQUE CROCETTA, TÂNIA

### Endereço

<b>Endereço Profissional</b>	Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde e do Esporte. Rua Pascoal Simone, 358 Coqueiros 88080-350 - Florianópolis, SC - Brasil Telefone: (48) 33218619 Ramal: 8619 URL da Homepage: <a href="http://www.udesc.br">http://www.udesc.br</a>
------------------------------	---

### Formação acadêmica/titulação

<b>2014</b>	Doutorado em andamento em Ciências da Saúde (Conceito CAPES 4). Faculdade de Medicina do ABC, FMABC, Brasil. com <b>período sanduíche</b> em University of Žilina (Orientador: Peter Fábian). Título: Criação, desenvolvimento e aplicação de jogos com realidade virtual para aprendizagem e controle motor de crianças com deficiência motora. Orientador:  Carlos Bandeira de Melo Monteiro. Bolsista do(a): Brasil Erasmus Mundus, ERASMUS, Eslováquia. Palavras-chave: Realidade Virtual; Controle Motor. Grande área: Ciências da Saúde
<b>2011 - 2013</b>	Mestrado em Ciências do Movimento Humano (Conceito CAPES 4). Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, Brasil. Título: Validação de software de Tempo de Reação: os desafios da precisão na pesquisa em Ciências do Movimento Humano e da Computação, Ano de Obtenção: 2013. Orientador:  Alexandre Andrade. Palavras-chave: Tempo de Reação Total; Tempo de Resposta; Tempo de Reação; Software. Grande área: Ciências da Saúde Grande Área: Ciências Exatas e da Terra / Área: Ciência da Computação.
<b>2000 - 2000</b>	Especialização em Tecnologia da Informação Aplicada a Internet. (Carga Horária: 364h). Faculdade de Informática e Administração Paulista, FIAP, Brasil. Título: ASP - Application Server Pages.
<b>1982 - 1985</b>	Graduação em Bacharel em Ciências da Computação. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil. Título: Projeto de Controle de Gastos Telefônicos do BESC. Orientador: Guilherme de Guglielme.

## ANEXO C - Curriculum do orientador.



## Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Endereço para acessar este CV: <http://attes.cnpq.br/7155249367394645>  
Última atualização do currículo em 10/11/2017

Graduação em Fisioterapia (1993) e Educação Física (1987), Mestre em Distúrbios do Desenvolvimento pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2001), Doutor em Ciências na área de Neurologia pela Universidade de São Paulo (2007), Pós-doutorado pelo departamento de Saúde Materno-Infantil da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (2012-2014) com estágio na Vrije University (Holanda-2013) e visita ao Neuromodulation Center at Spaulding Rehabilitation Hospital, Harvard Medical School (2014). Livre docente pela Universidade de São Paulo (EACH/USP-2016) e atualmente professor do curso de Educação Física e Saúde da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP). Atua principalmente nos seguintes temas: deficiência física, habilidades funcionais, mobilidade, função motora grossa, independência física, CIF (Classificação Internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde) e principalmente desenvolvimento e aplicação de tarefas computacionais e realidade virtual na reabilitação. (Texto informado pelo autor)

### Identificação

<b>Nome</b>	Carlos Bandeira de Mello Monteiro
<b>Nome em citações bibliográficas</b>	MONTEIRO, Carlos Bandeira de Mello; Monteiro, Carlos B. DE MELLO; de Mello Monteiro, Carlos B.; de Mello Monteiro, Carlos B.; Monteiro, Carlos B.; Monteiro, Carlos Bandeira; DE MELLO MONTEIRO, CARLOS BANDEIRA; MONTEIRO, CARLOS BM; MONTEIRO, CARLOS B. M.; carlos de mello monteiro; DE MELLO MONTEIRO, CARLOS; MONTEIRO, CARLOS B. M.; BANDEIRA DE MELLO MONTEIRO, CARLOS; Monteiro Bandeira de Mello, Carlos; MONTEIRO, CARLOS B.M.; Monteiro, CBM

### Endereço

<b>Endereço Profissional</b>	Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Rua Arlindo Bettio, 1000 Ermelino Matarazzo 03828000 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30911880 URL da Homepage: <a href="http://www.usp.br">http://www.usp.br</a>
------------------------------	--

### Formação acadêmica/titulação

<b>2004 - 2007</b>	Doutorado em Neurologia. Faculdade de Medicina da Usp, FMUSP*, Brasil. Título: Habilidades funcionais e necessidade de assistência na síndrome de Rett, Ano de obtenção: 2007. Orientador: 🇺🇸 Fernando Kok. Palavras-chave: Habilidades funcionais; Independência física; mobilidade; Síndrome de Rett.
<b>1999 - 2001</b>	Mestrado em Distúrbios do Desenvolvimento. Universidade Presbiteriana Mackenzie, MACKENZIE*, Brasil. Título: Paralisia Cerebral: Identificação do modelo de controle motor de seis abordagens de tratamento, Ano de Obtenção: 2001. Orientador: Nelson Francisco Annunziato.
<b>1992 - 1993</b>	Especialização em Ciências Biológicas e Saúde. Universidade do Grande ABC, UNIABC, Brasil.
<b>1988 - 1988</b>	Aperfeiçoamento em Aprimoramento em Cardiopatas. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Ano de finalização: 1988.
<b>1990 - 1993</b>	Graduação em Fisioterapia. Universidade do Grande ABC, UNIABC, Brasil.
<b>1985 - 1987</b>	Graduação em Educação Física. Faculdade do Clube Náutico Mogiano, FCNM, Brasil.

## ANEXO D - Curriculum do coorientador.



## Luiz Carlos de Abreu

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/6796970691432850>

Última atualização do currículo em 13/11/2017

Professor de Metodologia da Pesquisa e Escrita Científica, Pesquisador do CNPq ([luiz.abreu@pesquisador.cnpq.br](mailto:luiz.abreu@pesquisador.cnpq.br)) e Orientador de Programas de Pós-graduação recomendado pela Capes em Ciências da Saúde, Políticas Públicas e Saúde Coletiva. Visiting Scientist Department of Environmental Health, Harvard T.H. Chan School of Public Health (<https://www.hsph.harvard.edu/faculty/>). Coordenador do Projeto Saúde na Amazônia Ocidental, para formação de Professores e Cientistas (Convênio Acre / FMABC 007/2015). Chefe do Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica da Faculdade de Medicina do ABC (Santo André, SP, Brasil). (Texto informado pelo autor)

### Identificação

<b>Nome</b>	Luiz Carlos de Abreu
<b>Nome em citações bibliográficas</b>	Abreu LC;Abreu, LC;ABREU, Luiz Carlos de;de Abreu, Luiz Carlos;de Abreu, L. C.;de Abreu, Luiz;Carlos de Abreu, Luiz;Luiz C de Abreu;DEABREU, LUIZ CARLOS;ABREU, LUIZ CARLOS;Luiz Carlos de Abreu;ABREU, LUIZ C;DE ABREU, LUIZCARLOS;ABREU, LUIZ CARLOSDE;de Abreu L.C.;DE ABREU, L.C.;DE ABREU, LUIZ C;DE ABREU, LUIZ C.;ABREU, LUIZ CARDOS DE;ABREU, LUIZ C.;ABREU, L. C.

### Endereço

<b>Endereço Profissional</b>	Faculdade de Medicina do ABC, Faculdade de Medicina do ABC. Avenida Príncipe de Gales, 821 Príncipe de Gales 09060870 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 49937256 Fax: (11) 49937256 URL da Homepage: <a href="http://www.fmabc.br">www.fmabc.br</a>
------------------------------	---

### Formação acadêmica/titulação

<b>1999 - 2003</b>	Doutorado em Ciências. Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP, Brasil. Título: Impacto da fisioterapia neonatal em recém-nascidos pré-termo com doença pulmonar das membranas hialinas em ventilação pulmonar mecânica e pós-reposição de surfactante exógeno, Ano de obtenção: 2003. Orientador:  Paulo Hilário Nascimento Saldiva. Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil.
<b>2001 - 2001</b>	Doutorado em Ciências. Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP, Brasil. com período sanduíche em Harvard School of Public Health (Orientador: John Godleski). Título: Impacto da fisioterapia neonatal em recém-nascidos pré-termo com doença pulmonar das membranas hialinas em ventilação pulmonar mecânica e pós-reposição de surfactante exógeno, Ano de obtenção: 2003. Orientador:  Paulo Hilário Nascimento Saldiva.
<b>1996 - 1998</b>	Mestrado em Reabilitação. Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP, Brasil. Título: Efeitos terapêuticos da fisioterapia pulmonar e motora em recém-nascidos pré-termo com hemorragia periventricular-intraventricular, Ano de Obtenção: 1998. Orientador:  Benjamin Israel Kopelman. Bolsista do(a): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, Brasil. Palavras-chave: Recém-nascido, hemorragia, fisioterapia, ultrassom. Grande área: Ciências da Saúde Setores de atividade: Cuidado À Saúde das Populações Humanas.
<b>2005 - 2007</b>	Mestrado profissional em Terapia Intensiva. Instituto Brasileiro de Terapia Intensiva, IBRATT, Brasil. Título: Avaliação dos parâmetros da ventilação mecânica em recém-nascidos pré-termo criticamente enfermos após a reposição do surfactante exógeno por via respiratória, Ano