

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO


Andréa Guedes Machado

Exercícios Anaeróbios em Realidade Virtual: Efeitos Físicos e Cognitivos

Porto Alegre

2017

Andréa Guedes Machado



Exercícios Anaeróbios em Realidade Virtual: Efeitos Físicos e Cognitivos

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Dr. Alcyr Alves de Oliveira Junior
Co-Orientador: Dr. Bruno Manfredini Baroni

Porto Alegre

2017

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Alcyr Alves de Oliveira, pelo apoio, pelas supervisões e sugestões que foram feitas ao longo de todo esse período e pela oportunidade de estar chegando ao fim de mais uma etapa.

Também agradeço ao professor Bruno Baroni e aos seus alunos, Felipe Xavier e Lucas Severo, que ajudaram nas coletas de dados.

Agradeço a todos os voluntários, que se dispuseram a ceder seu tempo para participar e ajudarem na divulgação da pesquisa.

E, por fim, agradeço a minha família que me apoiou ao longo de todo o trajeto do mestrado e torceu junto comigo.

RESUMO

O objetivo deste estudo é comparar os efeitos cognitivos (memória, aprendizagem, atenção e ansiedade) e físicos (força e massa muscular) de um programa de treino físico real e um de treino virtual. Foram selecionados 21 participantes, alocados em três grupos. O primeiro grupo realizava treino físico real (GR), o segundo treino virtual imersivo (GV) e o terceiro grupo era controle (GC). Todos os participantes foram avaliados com o MEEM e MOCA (avaliação global), RAVLT (aprendizagem verbal), RBMT (memória), TMT (atenção), Dígitos (memória de trabalho) e IDATE (ansiedade) na avaliação cognitiva, pré e pós treino. Para avaliar força foi utilizado o *Biodex*, a massa muscular um aparelho de ecografia portátil. Os treinos foram realizados duas vezes na semana, pelo período de oito semanas, com quatro tipos de exercício para membro inferior. Os resultados mostraram que houve melhora geral da memória no GR, mais especificamente, na atenção, na memória de trabalho, na memória verbal, na flexibilidade mental e no processo de aprendizagem verbal e visual. O GV manteve seus escores, sem mudanças, exceto na memória prospectiva, em que houve um declínio. O GC apresentou melhora no aprendizado verbal, mas decaiu seu escore da memória (memória visual e prospectiva). Os resultados da avaliação física apontam para ganho de massa muscular no GR e GV. Não houve ganho de força em nenhum dos grupos. Concluímos que o exercício físico traz benefícios para ganhos cognitivos e de massa muscular, e que a realidade virtual é uma boa ferramenta para a área da reabilitação.

Palavras-Chave: realidade virtual, exercício físico, imagética motora

ABSTRACT

The purpose of this study is to compare the cognitive (memory, learning, attention and anxiety) and physical (strength and muscle mass) effects of a real physical training program and a virtual training program. Twenty-one participants were randomly assigned to three groups. The first group performed real physical training (GR), the second immersive virtual training (GV) and the third group was control (CG). All participants were evaluated with MMSE and MOCA (global assessment), RAVLT (verbal learning), RBMT (memory), TMT (attention), Digits (working memory) and IDATE (anxiety) in cognitive evaluation, pre- and post-training. To evaluate strength was used the Biodex, the muscle mass a portable ultrasound device. The workouts were performed twice a week for the eight week period with four types of lower limb exercise. The results showed that there was general improvement of the memory in the GR, more specifically, attention, working memory, verbal memory, mental flexibility and the process of verbal and visual learning. GV maintained its scores, unchanged, except in the prospective memory, in which there was a decline. The CG presented improvement in verbal learning, but his memory score decreased (visual and prospective memory). The results of the physical evaluation point to the gain of muscle mass in GR and GV. There was no gain in strength in either group. We conclude that physical exercise brings benefits to cognitive and muscle mass gains, and that virtual reality is a good tool for the rehabilitation area.

Key words: virtual reality, physical exercise, motor imagery

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

Figura 1- a) ambiente virtual, b) real	34
Figura 2- a) Avatar feminino b) Avatar masculino	34
Figura 3- Gráficos (MEEM, <i>RAVLT</i> , IGM).....	38

Artigo 2

Figura 1- a) Avatar feminino, b) Avatar masculino	56
Figura 2- Gráficos (<i>MOCA</i> , Dígitos, <i>IDATE</i> , <i>TMT</i>)	64

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1- Média (EP) pré e pós e comparação intra grupos	37
Tabela 2- Variáveis do <i>RBMT</i> com média (EP)	39
Tabela 3- Variáveis do <i>RBMT</i> com média (EP)	40

Artigo

Tabela 1- . Comparação entre grupos da avaliação cognitiva	57
Tabela 2- Média (EP) pré e pós, comparação intra grupo (sig) do músculo vaso lateral	58
Tabela 3- Média (EP) pré e pós, comparação intra grupo (sig) do músculo reto femoral	59
Tabela 4- Comparação entre grupos da avaliação cognitiva	60
Tabela 5- Média (EP) pré e pós, comparação intra grupo (sig) de força muscular	61
Tabela 6- . Comparação entre grupos da avaliação cognitiva	62
Tabela 7- Média (EP) pré e pós, comparação intra grupo (sig) na avaliação cognitiva	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RV	Realidade Virtual
GR	Grupo Real
GV	Grupo Virtual
GC	Grupo Controle
IM	Imagética motora
(HMDs)	Head Mounted-Display
PRÉ	Avaliação pré treino
PÓS	Avaliação pós treino
MEEM	Mini Exame do Estado Mental
IGM	Índice Geral de Memória
RBMT	Rivermead Behavioral Memory Test
RAVLT	Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey
TMT	Trail Making Test
IDATE	Inventário de Ansiedade Traço-Estado
VL_C	Comprimento do músculo
VL_1A	Espessura da extremidade A do músculo vaso lateral (1ª imagem)
VL_1B	Espessura da extremidade B do músculo vaso lateral (1ª imagem)
VL_2A	Espessura da extremidade A do músculo vaso lateral (2ª imagem)
VL_2B	Espessura da extremidade B do músculo vaso lateral (2ª imagem)
VL_3A	Espessura da extremidade A do músculo vaso lateral (3ª imagem)
VL_3B	Espessura da extremidade B do músculo vaso lateral (3ª imagem)
VL_media	Espessura média do músculo vaso lateral
RF_1A	Espessura da extremidade A do músculo reto femoral (1ª imagem)
RF_1B	Espessura da extremidade B do músculo reto femoral (1ª imagem)
RF_2A	Espessura da extremidade A do músculo reto femoral (2ª imagem)
(RF_2B)	Espessura da extremidade B do músculo reto femoral (2ª imagem)
(RF_3A)	Espessura da extremidade A do músculo reto femoral (3ª imagem)
(RF_3B)	Espessura da extremidade B do músculo reto femoral (3ª imagem)
RF_media	Espessura média do músculo reto femoral
Qi	Força isométrica de quadríceps
Qc	Força concêntrica de quadríceps
Ii	Força isométrica de isquiotibiais
Ic	Força concêntrica de isquiotibiais

Sumário

INTRODUÇÃO	10
REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO	11
Exercício Físico.....	11
Imagética Motora	12
Realidade Virtual.....	13
Realidade Virtual e Imagética Motora	16
REFERÊNCIAS DA REVISÃO	19
ARTIGO 1.....	26
Treino físico real e virtual e avaliação de memória e aprendizagem	26
ARTIGO 2.....	47
Efeitos cognitivos e físicos de um treino real e um virtual imersivo.....	47
CONCLUSÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO	71
ANEXO A	72
Imagens comentadas na introdução	72
ANEXO B	73
Parecer do cep.....	73
ANEXO C	76
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	76
ANEXO D	78
Normas da Revista:.....	78

INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos têm ganhado espaço em diversas áreas, em especial, no campo da saúde. O setor de reabilitação tem focado no uso desses equipamentos para treinos cognitivos e motores desde pessoas idosas até os mais jovens.

A realidade virtual (RV) é uma dessas tecnologias mais visadas atualmente. Sendo ela imersiva ou não imersiva, já tem sido usada, por exemplo, na reabilitação como uma alternativa para os treinos tradicionais de equilíbrio motor para idosos (Yeşilyaprak, Yıldırım, Tomruk, Ertekin, & Algun, 2016), treinos de reabilitação motora para jovens (Chang, Chen, & Huang, 2011) e até mesmo para crianças (McComas, Pivik, & Laflamme, 1998).

Visto os grandes avanços nesta área nos surge um questionamento da possibilidade de levar esta tecnologia para a reabilitação de pessoas com deficiências físicas. Estes pacientes necessitam manter sua saúde física e mental, mas não possuem condições de realizar treinos físicos convencionais ou exercícios de reabilitação. Nesse sentido, talvez seja possível que a RV venha a ajudar pela inserção em treino virtual imersivo. Existem estudos que mostram que atletas melhoram seu desempenho apenas observando ou imaginando um treino real (Guillot & Collet, 2008), o que leva à hipótese de que a RV possa contribuir nesse sentido.

Seguindo essa meta de unir RV e treinos físicos, este estudo foi realizado com pessoas saudáveis, com o objetivo de comparar os efeitos físicos e cognitivos de sujeitos que praticaram exercícios físicos convencionais com indivíduos que experimentaram a RV.

Visto que a literatura não contempla estudos sobre este tema, este estudo nossos utilizou pessoas saudáveis com o objetivo de esclarecer se de fato um treino virtual trará benefícios para essas pessoas, para futuramente, ser transportado esses ganhos para pessoas incapacitadas de realizarem exercícios físicos, seja por deficiências físicas ou por patologias limitadoras como doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC).

REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

Exercício Físico

Muitos estudos têm mostrado a relevância e os benefícios dos exercícios físicos sobre a saúde. Áreas de pesquisa diversas como fisiologia, cardio-respiratória e muscular, mental e mesmo social têm contribuído com estudos de grande importância. Exercícios físicos, de maneira geral, podem aumentar a força muscular (Ishøi et al., 2016), reduzir o hormônio responsável pelo estresse e aumentar o pico de oxigênio e capacidade pulmonar (Nabkasorn et al., 2006), contribuir a nível celular, agindo sobre a quantidade e qualidade das mitocôndrias musculares, aumentando assim, a resistência ao exercício (Huffman et al., 2014).

Devido aos ganhos físicos e musculares dos exercícios físicos, os sistemas cardiorrespiratórios se tornam mais resistentes aos treinamentos físicos. Portanto, os exercícios, normalmente, são incluídos também em programas de reabilitação de uma diversidade de doenças crônicas, como a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (Egan et al., 2012) e doenças coronárias (Klempfner et al., 2015).

Nas contribuições do exercício físico nos idosos, percebemos que aqueles que são mais ativos sofrem menos quedas do que aqueles idosos sedentários (Pimentel & Scheicher, 2009, Guimarães et al., 2004). Alguns estudos demonstram que a atividade física seria um fator de redução da incidência de quedas nos idosos (Gardner, Robertson, & Campbell, 2000) e de menor risco de declínio funcional (Boyle, Buchman, Wilson, Bienias, & Bennett, 2007). Dessa forma, a atividade física contribuiria também para a maior autonomia do idoso em seu cotidiano.

Outros estudos mostram que os treinos colaboram para o aumento de massa e força dos músculos e resistência nos idosos, além de evitar a atrofia. Em um programa de 12 semanas para treino de força e posterior destreino, coordenado por Correa e colaboradores (2013) foi observado ganho de força e massa muscular pelos idosos. Durante o período de destreino, no entanto, a massa muscular foi completamente perdida, enquanto que a força se manteve em um nível mais elevado (12%) que o avaliado antes do treino (Correa et al., 2013).

Exercícios físicos podem ter três objetivos principais: treino de força, hipertrofia (ganho de massa muscular) e resistência. As atividades físicas praticadas podem ser do tipo aeróbicas ou anaeróbicas. Ambos parecem contribuir para a melhora das funções cognitivas, tanto o aeróbico (Baker et al., 2010), quanto o anaeróbico (Kimura et al., 2010). Os exercícios aeróbicos são mais efetivos na melhora do sistema cardiovascular (De Meersman, 1993). No entanto, os treinos de força ajudam os

idosos a se tornarem mais independentes nas AVD e na prevenção de quedas (Atlantis, Chow, Kirby, & Singh, 2004). A aderência dos idosos aos exercícios é influenciada por diversos fatores. Em um estudo de comparação entre um grupo de idosos realizando treinos aeróbicos e outro grupo em anaeróbicos, houve uma aderência maior do grupo de exercícios anaeróbicos (Picorelli et al., 2014).

Além dos ganhos físicos atribuídos aos exercícios, também podemos salientar os benefícios associados aos processos cognitivos (Hillman, Erickson, & Kramer, 2008). O exercício físico tem o poder de facilitar a plasticidade cerebral, promovendo, dessa forma, a melhora das funções cognitivas e da capacidade dos indivíduos de lidarem com novas situações (Hötting & Röder, 2013).

Outros estudos demonstram a associação entre exercício físico e a expressão do *BDNF* (*Brain-derived neurotrophic factor*), responsável pela neurogênese, melhorando a memória e o processo de aprendizagem (Whiteman et al., 2014). Há também associação entre treinamentos físicos, *BDNF* e aumento hipocampal, revertendo a perda de massa com o avançar da idade, preservando e melhorando a memória (Erickson et al., 2011).

Já foi demonstrado em crianças com hiperatividade e déficit de atenção, o quanto os exercícios podem contribuir para as funções executivas, principalmente a atenção (Gapin & Etnier, 2010). Na ansiedade, já foi demonstrado que os exercícios ajudam a diminuí-la (Klasnja et al., 2014).

O declínio cognitivo, decorrente do processo de envelhecimento (Yaffe K, Barnes D, Nevitt M, Lui L, & Covinsky K, 2001), também pode ser amenizado pelo exercício físico. Segundo estudo de Antunes e colaboradores (2001), pessoas com mais idade engajados em um treinamento físico apresentaram melhora em alguns aspectos cognitivos, tais como memória lógica remota e imediata e atenção (Antunes, Santos, Heredia, Bueno, & Mello, 2001).

Imagética Motora

Outra modalidade de treinamentos são os chamados treinos mentais, muito utilizados para aprimorar a performance dos atletas (Ridderinkhof & Brass, 2015). Segundo Franco (2000), os movimentos imaginados produzem microcontrações musculares, resultando em alterações fisiológicas e beneficiando a coordenação neuromuscular (Franco, 2000).

O ato da execução mental de um movimento, inibindo a ação motora real do movimento é chamada de imagética motora (IM) (Lotze & Halsband, 2006). Esta pode ser dividida em imagética motora cinestésica ou interna e imagética motora visual ou externa. A primeira corresponde a uma simulação mental do movimento em primeira

pessoa, tentando sentir cada contração do movimento, sem de fato realiza-lo. A segunda segue o mesmo princípio sem movimento, porém remete a observação imaginária de uma terceira pessoa ou de si mesmo realizando o movimento. Ambas ativam as mesmas áreas cerebrais que são usadas quando o movimento é realizado de verdade, pois para cada movimento aprendido, existem representações mentais gravadas nas redes neurais. Essa ativação também se deve aos neurônios-espelho (Mulder, 2007).

Durante a IM, envolvendo a prática de exercícios físicos, é possível observar alterações em algumas respostas fisiológicas, como taxa cardíaca e respiratória (Decety, Jeannerod, Durozard, & Baverel, 1993). A IM, no entanto, também pode ser utilizada como um complemento de treinos físicos, contribuindo para melhorar a força muscular (Lebon, Collet, & Guillot, 2010). Atletas de alta performance usam a IM para aprimorar o desempenho e força muscular (Di Rienzo et al., 2015).

Pessoas que apresentam lesão cerebral passam por treinos de IM para um processo de reaprendizagem de algumas tarefas básicas. Os ganhos são percebidos na retenção da aprendizagem, levando a melhora do desempenho destas tarefas diárias e à generalização para outras funções não treinadas no programa. Isso se deve à melhora na atenção destes sujeitos, no processo de planejamento e execução (Liu, Chan, Lee, & Hui-Chan, 2004).

Controlar a ação imaginária de cada indivíduo é bastante complicado (Lotze & Halsband, 2006), pois a prática da IM requer boas habilidades de imaginação pelo indivíduo (Isaac, 1992). A imagem mental deve ser precisa em cada movimento, com um tempo que esteja de acordo com o tempo de realização da ação real. Normalmente, esta ação é melhor desempenhada por atletas que já estão mais familiarizados com o movimento e o executam com maior precisão.

O uso de realidade virtual (RV) se aproxima dos treinos imaginados e podem ser uma alternativa para sujeitos sedentários e para a falta de adesão destes nos treinos físicos convencionais. Torna-se uma boa ferramenta, inclusive, para melhorar a visualização do movimento.

Realidade Virtual

A RV pode ter várias definições, no entanto, a ideia principal é de uma interação do usuário com o computador em um mundo em 3D, gerando a sensação de presença tridimensional (Bryson, 1996). Esse senso de realismo apenas é transmitido com o uso de alguns instrumentos próprios da RV, como os *Head Mounted-Display (HMDs)*, as *Data Gloves* (luvas) e o *Leap Motion*.

Os *HMDs* são dispositivos usados como óculos para a imersão em ambiente virtual. Estes possuem a propriedade de captar a orientação, posição e movimentos da cabeça do indivíduo, permitindo que o ambiente acompanhe os mesmos movimentos. Para uma sensação de movimento no ambiente 3D ainda melhor, se faz necessária uma visão estereoscópica no dispositivo, ou seja, a imagem, levemente curvada e igual para cada olho, direito e esquerdo (Sanchez-Vives & Slater, 2005). Já as luvas e o *Leap Motion* são utilizados para recriar o membro do usuário no ambiente 3D, convertendo movimentos dos membros reais em virtuais no ambiente 3D e possibilitando a interação com os objetos daquele espaço (Soares, Pereira, Figueiredo, Morais, & Melo, 2017).

O primeiro *HMD* foi desenvolvido por Ivan Sutherland, em 1965, pai da computação gráfica (ver anexo A). A tecnologia de RV foi inicialmente utilizada pelas Forças Armadas dos EUA, empregando *HMDs* para simuladores de voo. Ainda com tecnologia primitiva, surgiu o primeiro simulador multisensorial imersivo, o chamado *Sensorama*, na área do entretenimento (ver anexo A) (Mazuryk & Gervautz, 1996). Na década de 80, finalmente surgiu o termo Realidade Virtual cunhado por Jaron Lanier (Lanier, 1992).

A RV pode ser dividida em duas categorias: imersiva e não-imersiva. Elas se diferenciam pela interatividade do usuário com os objetos virtuais e pelo nível de imersão. Na interatividade, o ambiente virtual deve ser capaz de se moldar às ações do sujeito em tempo hábil de forma a simular um ato real (Slater, 2009).

Em um sistema não-imersivo, o usuário pode ter uma alta interatividade mas não se encontra completamente imerso no ambiente virtual. Este é o caso observado nos *Exergames*, que são jogos interativos (muitos dirigidos à educação) com consoles que captam os movimentos do participante e o transformam em movimentos virtuais (Huang, Wong, Lu, Huang, & Teng, 2017).

Um exemplo de estudo usando este tipo de tecnologia com jogos no console Nintendo Wii *Balance Board* mostra melhoras no equilíbrio e na confiança da realização das AVD em idosos (Young, Ferguson, Brault, & Craig, 2011) e diminuem o risco de quedas (Rendon et al., 2012).

Na realidade virtual imersiva (RVI), o usuário está totalmente imerso no ambiente virtual podendo também complementar sua experiência com sensações hápticas, que são relacionadas ao toque (Sanchez-Vives & Slater, 2005). O senso de presença é a sensação subjetiva de estar presente em um ambiente virtual, permanecendo desatento e inconsciente, temporariamente, de sua localização e de objetos ao seu redor no mundo real (Wirth et al., 2007).

Alguns pontos importantes nesse sistema também devem ser considerados para que a imersão possa ser percebida como total. O primeiro ponto é a qualidade da imagem, possuindo o maior nível de detalhes possível com o real. Outras particularidades em questão são a compatibilidade das ações virtuais com reais e a equivalência dos movimentos do sujeito na realidade com as mudanças de cenário no virtual. As sensações hápticas e as sensações auditivas, visuais e olfativas devem ser compatíveis com o que o usuário está vivenciando no mundo virtual para um realismo completo. Porém, alguns estudos não se comprometem em produzir e manter estes efeitos (Slater, 2009).

Algumas experiências em ambientes virtuais resultam em ativação de respostas fisiológicas e de áreas cerebrais específicas. A frequência cardíaca, por exemplo, pode sofrer alterações em algumas situações virtuais, onde seria alterada da mesma forma em situação similar na vida real (Meehan, Razzaque, Insko, Whitton, & Brooks, 2005).

Devido a estas propriedades, a RV já está sendo utilizada em vários estudos como ferramenta para reabilitação motora em diferentes tipos de lesões. Há casos de necessidade apenas para reabilitação cognitiva, o que também já está sendo realizado com a RV. Na reabilitação motora, encontramos casos de recuperação de membros superiores após lesão (Subramanian, Lourenço, Chilingaryan, Sveistrup, & Levin, 2013) e de ombro (Sveistrup et al., 2003). A RV torna a reabilitação física muito mais motivadora para os jovens (Chang et al., 2011). Em programas elaborados para idosos, há um considerável aumento na força do quadril, parte importante para a manutenção do equilíbrio (J. Kim, Son, Ko, & Yoon, 2013).

Um estudo recente mostrou que a combinação de um exercício físico, como pedalar, com a RV traz muitos ganhos para a melhora da marcha, do equilíbrio e da recuperação como um todo dos membros inferiores dos pacientes (Yin, Hsueh, Yeh, Lo, & Lan, 2016). Essa combinação deveria ser mais bem estudada, pois exercícios físicos podem trazer muitos outros benefícios como força e massa muscular, que somados a RV podem potencializar os ganhos e motivação dos pacientes. A maioria dos estudos se utilizam da RV para conceder um feedback para o indivíduo, melhorando assim seu desempenho.

Quanto aos treinamentos com RV para reabilitação cognitiva, estudos mostram ganhos globais na cognição de pacientes (Rose, Brooks, & Rizzo, 2005). Salientam-se benefícios em testes que avaliam atenção, memória verbal e de trabalho, processos de aprendizagem verbal e visual em pacientes com lesão (B. R. Kim, Chun, Kim, & Park, 2011), bem como em pacientes com tumor cerebral (Yang, Chun, & Son, 2014).

A RV também é usada para treino de habilidades espaciais na reabilitação neurológica (Kober et al., 2013). A maioria das pesquisas com esse tipo de paciente possui tarefas virtuais que se assemelham às atividades da vida diária, que ajudam nos aspectos cognitivos mais usados nessas situações, como memória, atenção, habilidades visuo-espaciais, funções executivas e emoções (Faria, Andrade, Soares, & I Badia, 2016).

Realidade Virtual e Imagética Motora

Para Jäncke et al. (2009), não é necessário a ação em si na RV e sim apenas a representação mental do ato acionada por estímulos virtuais para moldar a percepção e experiência virtual (Jäncke, Cheetham, & Baumgartner, 2009). Sendo assim, conforme o grau de imersão e de interatividade da RV, o cérebro assimila o ambiente virtual como real, da mesma forma que assimila os movimentos na IM como reais. Alguns estudos têm sido realizados unindo a RV à IM.

Em uma pesquisa com participantes saudáveis, foram analisadas diferentes modalidades da IM e de treino motor *priming*, através de *BCI* (*brain-computer interface*), imersos em um ambiente virtual produzido para *Oculus Rift*. A primeira consistia em um treino de motor *priming*, em que o sujeito realizava um movimento de mão, girando uma alavanca virtual para abrir uma garagem virtual e, através de um dispositivo chamado *Leap Motion*, seu membro era recriado na RV, realizando o mesmo movimento que o membro real. Depois disso, ainda no mesmo ambiente virtual, o participante era instruído a se imaginar realizando o mesmo movimento, porém sem ter o feedback do membro virtual. Uma *BCI* transmitia os sinais cerebrais da IM e transportava para o ambiente virtual, girando a alavanca e abrindo a garagem. A outra condição era apenas a IM, no mesmo ambiente com o mesmo movimento, porém sem o prévio treino motor *priming*. Constataram que ambas condições produziram melhores padrões de atividade cerebral, indicando a possibilidade de uso desse sistema na área da reabilitação em pacientes que sofreram acidente vascular cerebral, possibilitando a melhora na ativação neural e o surgimento de alterações neuroplásticas positivas (Vourvopoulos, Cardona, & Badia, 2015).

Outro estudo, realizado com sujeitos saudáveis, porém não imersivo, elaborou um treino motor baseado em um sistema virtual, focando nos movimentos dos membros superiores de um avatar. O objetivo era monitorar e promover a reorganização cortical através da atividade motora e da IM. Um dos grupos usou uma *BCI* e a IM para movimentar os braços do avatar para uma tarefa virtual, ajustada de acordo com a capacidade do participante. O treino foi realizado com êxito e o

programa poderá ser utilizado na área da reabilitação (Bermúdez i Badia, García Morgade, Samaha, & Verschure, 2013).

Um estudo utilizando sujeitos após acidente vascular cerebral e outros saudáveis, demonstrou que a excitabilidade corticomotora é mais elevada quando os participantes utilizavam a IM combinada a RV, quando comparada ao uso apenas da IM observando seu corpo real. A variabilidade na tarefa utilizada tem a capacidade de potencializar a regeneração neural (Im, Ku, Kim, & Kang, 2016).

Grande parte dos estudos nessa linha, foca na reabilitação de pessoas com lesão medular. Os sujeitos são colocados a se imaginarem empenhados em uma caminhada e ganham feedback através de um avatar na RV. Os esforços são menores quando a imagem virtual é estática e não apresenta uma resposta à IM dos sujeitos (Roosink, Robitaille, Jackson, Bouyer, & Mercier, 2016).

Em outro estudo com RV não imersiva, um sujeito com lesão traumática na medula espinhal, diante de uma rua virtual povoada com avatares, deveria, através da IM e de uma *BCI*, locomover-se ao longo dessa rua e interagir com os personagens ali localizados. A tarefa foi bem desempenhada pelo participante. (Leeb et al., 2007).

Usando a RVI, um grupo de pesquisadores apresentou um protocolo de reabilitação para pacientes com lesão da medula espinhal, em que, na primeira etapa, utilizava o *Oculus Rift*. O objetivo era que os pacientes, através da IM e uma *BCI*, conseguissem mover um avatar, que era visualizado pela perspectiva de primeira pessoa. Após obterem sucesso nessa etapa, os pacientes seguiam para os próximos níveis (Donati et al., 2016).

O uso da RV nos treinos de IM torna as tarefas muito mais motivadoras e fornecem um feedback para que os pacientes possam avaliar seu desempenho. As pesquisas citadas anteriormente mostram que essa tecnologia pode se tornar uma ferramenta valiosa para o campo da reabilitação, seja como uma alternativa ou um complemento das atividades praticadas nessa área.

Nosso objetivo nesse trabalho é de que um treino anaeróbico, realizado por um avatar em um ambiente virtual, observado através do *Oculus Rift* gere os mesmos benefícios cognitivos e físicos que um treino convencional. Ou seja, através da IM, observando o avatar e tentando sentir cada movimento realizado por ele como se fosse do próprio participante, ativaria as mesmas regiões corticais que um exercício convencional, proporcionando ganhos, talvez em menor proporção, físicos e cognitivos.

Este estudo pretende apresentar os resultados de uma avaliação cognitiva da memória e atenção e física sobre a massa e força muscular em sujeitos saudáveis, submetidos a um treino convencional e um virtual, visando, futuramente, levar o uso

desde protocolo de exercícios virtuais para pessoas incapacitadas fisicamente de realizarem um treino físico convencional, sejam por lesões, amputações ou doenças crônicas. O trabalho foi dividido em uma introdução inicial e dois artigos empíricos.

REFERÊNCIAS DA REVISÃO

- Antunes, H. K. M., Santos, R. F. S., Heredia, R. A. G., Bueno, O. F. A., & Mello, M. T. de. (2001). Alterações Cognitivas em Idosas Decorrentes do Exercício Físico Sistematizado, *6*, 27–33.
- Atlantis, E., Chow, C.-M., Kirby, A., & Singh, M. F. (2004). An effective exercise-based intervention for improving mental health and quality of life measures: a randomized controlled trial. *Preventive Medicine*, *39*(2), 424–434.
- Baker, L. D., Frank, L. L., Foster-Schubert, K., Green, P. S., Wilkinson, C. W., McTiernan, A., ... Craft, S. (2010). Effects of aerobic exercise on mild cognitive impairment: a controlled trial. *Archives of Neurology*, *67*(1), 71–79.
- Bermúdez i Badia, S., García Morgade, A., Samaha, H., & Verschure, P. F. M. J. (2013). Using a hybrid brain computer interface and virtual reality system to monitor and promote cortical reorganization through motor activity and motor imagery training. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering: A Publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, *21*(2), 174–181. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2012.2229295>
- Boyle, P. A., Buchman, A. S., Wilson, R. S., Bienias, J. L., & Bennett, D. A. (2007). Physical activity is associated with incident disability in community-based older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, *55*(2), 195–201.
- Bryson, S. (1996). Virtual Reality in Scientific Visualization. *Communications of ACM*, *39*(5), 62–71. <https://doi.org/10.1145/229459.229467>
- Chang, Y.-J., Chen, S.-F., & Huang, J.-D. (2011). A Kinect-based system for physical rehabilitation: a pilot study for young adults with motor disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, *32*(6), 2566–2570. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.07.002>
- Correa, C. S., Baroni, B. M., Radaelli, R., Lanferdini, F. J., Cunha, G. dos S., Reischak-Oliveira, Á., ... Pinto, R. S. (2013). Effects of strength training and detraining on knee extensor strength, muscle volume and muscle quality in elderly women. *Age (Dordrecht, Netherlands)*, *35*(5), 1899–1904.
- De Meersman, R. E. (1993). Heart rate variability and aerobic fitness. *American Heart Journal*, *125*(3), 726–731.
- Decety, J., Jeannerod, M., Durozard, D., & Baverel, G. (1993). Central activation of autonomic effectors during mental simulation of motor actions in man. *The Journal of Physiology*, *461*, 549–563.
- Di Rienzo, F., Blache, Y., Kanthack, T. F. D., Monteil, K., Collet, C., & Guillot, A. (2015). Short-term effects of integrated motor imagery practice on muscle

- activation and force performance. *Neuroscience*, 305, 146–156.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.07.080>
- Donati, A. R. C., Shokur, S., Morya, E., Campos, D. S. F., Muioli, R. C., Gitti, C. M., ... Nicolelis, M. A. L. (2016). Long-Term Training with a Brain-Machine Interface-Based Gait Protocol Induces Partial Neurological Recovery in Paraplegic Patients. *Scientific Reports*, 6. <https://doi.org/10.1038/srep30383>
- Egan, C., Deering, B. M., Blake, C., Fullen, B. M., McCormack, N. M., Spruit, M. A., & Costello, R. W. (2012). Short term and long term effects of pulmonary rehabilitation on physical activity in COPD. *Respiratory Medicine*, 106(12), 1671–1679.
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., ... Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 3017–3022.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
- Faria, A. L., Andrade, A., Soares, L., & I Badia, S. B. (2016). Benefits of virtual reality based cognitive rehabilitation through simulated activities of daily living: a randomized controlled trial with stroke patients. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 13(1), 96. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0204-z>
- Franco, G. S. (2000). *Psicologia no Esporte e na Atividade Física*. São Paulo: Manole.
- Gapin, J., & Etnier, J. L. (2010). The relationship between physical activity and executive function performance in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 32(6), 753–763.
- Gardner, M., Robertson, M., & Campbell, A. (2000). Exercise in preventing falls and fall related injuries in older people: a review of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 34(1), 7–17.
- Guillot, A., & Collet, C. (2008). Construction of the Motor Imagery Integrative Model in Sport: a review and theoretical investigation of motor imagery use. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 31–44.
<https://doi.org/10.1080/17509840701823139>
- Guimarães, L. H. C. T., Carvalho, E. M., Martins, F. L. M., Vitorino, D. F. M., Pereira, K. L., & Carvalho, E. M. (2004). Comparação da propensão de quedas entre idosos que praticam atividade física e idosos sedentários, 12(2), 68–72.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58–65.

- Hötting, K., & Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37(9 Pt B), 2243–2257. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.04.005>
- Huang, H.-C., Wong, M.-K., Lu, J., Huang, W.-F., & Teng, C.-I. (2017). Can using exergames improve physical fitness? A 12-week randomized controlled trial. *Computers in Human Behavior*, 70, 310–316. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.086>
- Huffman, K. M., Koves, T. R., Hubal, M. J., Abouassi, H., Beri, N., Bateman, L. A., ... Kraus, W. E. (2014). Metabolite signatures of exercise training in human skeletal muscle relate to mitochondrial remodelling and cardiometabolic fitness. *Diabetologia*, 57(11), 2282–2295.
- Im, H., Ku, J., Kim, H. J., & Kang, Y. J. (2016). Virtual Reality-Guided Motor Imagery Increases Corticomotor Excitability in Healthy Volunteers and Stroke Patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 40(3), 420–431. <https://doi.org/10.5535/arm.2016.40.3.420>
- Isaac, A. R. (1992). Mental Practice — Does It Work in the Field? *The Sport Psychologist*, 6(2), 192–198. <https://doi.org/10.1123/tsp.6.2.192>
- Ishøi, L., Sørensen, C. N., Kaae, N. M., Jørgensen, L. B., Hölmich, P., & Serner, A. (2016). Large eccentric strength increase using the Copenhagen Adduction exercise in football: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(11), 1334–1342. <https://doi.org/10.1111/sms.12585>
- Jäncke, L., Cheetham, M., & Baumgartner, T. (2009). Virtual reality and the role of the prefrontal cortex in adults and children. *Frontiers in Neuroscience*, 3(1), 52–59. <https://doi.org/10.3389/neuro.01.006.2009>
- Kim, B. R., Chun, M. H., Kim, L. S., & Park, J. Y. (2011). Effect of virtual reality on cognition in stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 35(4), 450–459. <https://doi.org/10.5535/arm.2011.35.4.450>
- Kim, J., Son, J., Ko, N., & Yoon, B. (2013). Unsupervised virtual reality-based exercise program improves hip muscle strength and balance control in older adults: a pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(5), 937–943. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.12.010>
- Kimura, K., Obuchi, S., Arai, T., Nagasawa, H., Shiba, Y., Watanabe, S., & Kojima, M. (2010). The influence of short-term strength training on health-related quality of life and executive cognitive function. *Journal of Physiological Anthropology*, 29(3), 95–101.

- Klasnja, A., Grujic, N., Popadic Gacesa, J., Barak, O., Tomic, S., & Brkic, S. (2014). Influence of graded exercise therapy on anxiety levels and health-related quality of life in chronic fatigue syndrome. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(2), 210–215.
- Klempfner, R., Kamerman, T., Schwammenthal, E., Nahshon, A., Hay, I., Goldenberg, I., ... Arad, M. (2015). Efficacy of exercise training in symptomatic patients with hypertrophic cardiomyopathy: results of a structured exercise training program in a cardiac rehabilitation center. *European Journal of Preventive Cardiology*, 22(1), 13–19.
- Kober, S. E., Wood, G., Hofer, D., Kreuzig, W., Kiefer, M., & Neuper, C. (2013). Virtual reality in neurologic rehabilitation of spatial disorientation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10, 17. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-17>
- Lanier, J. (1992). Virtual Reality: The Promise of the Future. *Interactive Learning International*, 8(4), 275–279.
- Lebon, F., Collet, C., & Guillot, A. (2010). Benefits of motor imagery training on muscle strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(6), 1680–1687. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d8e936>
- Leeb, R., Friedman, D., Müller-Putz, G. R., Scherer, R., Slater, M., & Pfurtscheller, G. (2007). Self-Paced (Asynchronous) BCI Control of a Wheelchair in Virtual Environments: A Case Study with a Tetraplegic. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2007. <https://doi.org/10.1155/2007/79642>
- Liu, K. P. Y., Chan, C. C. H., Lee, T. M. C., & Hui-Chan, C. W. Y. (2004). Mental imagery for relearning of people after brain injury. *Brain Injury*, 18(11), 1163–1172. <https://doi.org/10.1080/02699050410001671883>
- Lotze, M., & Halsband, U. (2006). Motor imagery. *Journal of Physiology, Paris*, 99(4–6), 386–395. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2006.03.012>
- Mazo, G. Z., Liposcki, D. B., Ananda, C., & Prevê, D. (2007). Condições de saúde, incidência de quedas e nível de atividade física dos idosos. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 11(6), 437–442.
- Mazuryk, T., & Gervautz, M. (1996). *Virtual Reality - History, Applications, Technology and Future*. Austria: Institute of Computer Graphics, Vienna University of Technology.
- McComas, J., Pivik, J., & Laflamme, M. (1998). Current uses of virtual reality for children with disabilities. *Studies in Health Technology and Informatics*, 58, 161–169.

- Meehan, M., Razzaque, S., Insko, B., Whitton, M., & Brooks, F. P. (2005). Review of four studies on the use of physiological reaction as a measure of presence in stressful virtual environments. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *30*(3), 239–258. <https://doi.org/10.1007/s10484-005-6381-3>
- Mulder, T. (2007). Motor imagery and action observation: cognitive tools for rehabilitation. *Journal of Neural Transmission*, *114*(10), 1265–1278. <https://doi.org/10.1007/s00702-007-0763-z>
- Nabkasorn, C., Miyai, N., Sootmongkol, A., Junprasert, S., Yamamoto, H., Arita, M., & Miyashita, K. (2006). Effects of physical exercise on depression, neuroendocrine stress hormones and physiological fitness in adolescent females with depressive symptoms. *European Journal of Public Health*, *16*(2), 179–184.
- Picorelli, A. M. A., Pereira, D. S., Felício, D. C., Dos Anjos, D. M., Pereira, D. A. G., Dias, R. C., ... Pereira, L. S. M. (2014). Adherence of older women with strength training and aerobic exercise. *Clinical Interventions in Aging*, *9*, 323–331.
- Pimentel, R. M., & Scheicher, M. E. (2009). Comparison of fall risk between sedentary and active aged by means of the Berg balance scale. *Fisioterapia E Pesquisa*, *16*(1), 6–10.
- Rendon, A. A., Lohman, E. B., Thorpe, D., Johnson, E. G., Medina, E., & Bradley, B. (2012). The effect of virtual reality gaming on dynamic balance in older adults. *Age and Ageing*, *41*(4), 549–552.
- Ridderinkhof, K. R., & Brass, M. (2015). How Kinesthetic Motor Imagery works: a predictive-processing theory of visualization in sports and motor expertise. *Journal of Physiology, Paris*, *109*(1–3), 53–63. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2015.02.003>
- Roosink, M., Robitaille, N., Jackson, P. L., Bouyer, L. J., & Mercier, C. (2016). Interactive virtual feedback improves gait motor imagery after spinal cord injury: An exploratory study. *Restorative Neurology and Neuroscience*, *34*(2), 227–235. <https://doi.org/10.3233/RNN-150563>
- Rose, F. D., Brooks, B. M., & Rizzo, A. A. (2005). Virtual reality in brain damage rehabilitation: review. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, *8*(3), 241–262; discussion 263–271. <https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.241>
- Sanchez-Vives, M. V., & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews. Neuroscience*, *6*(4), 332–339. <https://doi.org/10.1038/nrn1651>

- Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3549–3557. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>
- Soares, N. M., Pereira, G. M., Figueiredo, R. I. da N., Morais, G. S., & Melo, S. G. de. (2017). Virtual reality therapy using the Leap Motion Controller for post-stroke upper limb rehabilitation. *Scientia Medica*, 27(2), 25935. <https://doi.org/10.15448/1980-6108.2017.2.25935>
- Subramanian, S. K., Lourenço, C. B., Chilingaryan, G., Sveistrup, H., & Levin, M. F. (2013). Arm motor recovery using a virtual reality intervention in chronic stroke: randomized control trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 27(1), 13–23. <https://doi.org/10.1177/1545968312449695>
- Sveistrup, H., McComas, J., Thornton, M., Marshall, S., Finestone, H., McCormick, A., ... Mayhew, A. (2003). Experimental studies of virtual reality-delivered compared to conventional exercise programs for rehabilitation. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 6(3), 245–249.
- Vourvopoulos, A., Cardona, J. E. M., & Badia, S. B. i. (2015). Optimizing motor imagery neurofeedback through the use of multimodal immersive virtual reality and motor priming. In *2015 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR)* (pp. 228–234). <https://doi.org/10.1109/ICVR.2015.7358592>
- Whiteman, A. S., Young, D. E., He, X., Chen, T. C., Wagenaar, R. C., Stern, C. E., & Schon, K. (2014). Interaction between serum BDNF and aerobic fitness predicts recognition memory in healthy young adults. *Behavioural Brain Research*, 259, 302–312. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.11.023>
- Wirth, W., Hartmann, T., Böcking, S., Vorderer, P., Klimmt, C., Schramm, H., ... Jäncke, P. (2007). A Process Model of the Formation of Spatial Presence Experiences. *Media Psychology*, 9(3), 493–525. <https://doi.org/10.1080/15213260701283079>
- Yaffe K, Barnes D, Nevitt M, Lui L, & Covinsky K. (2001). A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: Women who walk. *Archives of Internal Medicine*, 161(14), 1703–1708.
- Yang, S., Chun, M. H., & Son, Y. R. (2014). Effect of virtual reality on cognitive dysfunction in patients with brain tumor. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 38(6), 726–733. <https://doi.org/10.5535/arm.2014.38.6.726>
- Yeşilyaprak, S. S., Yıldırım, M. Ş., Tomruk, M., Ertekin, Ö., & Algun, Z. C. (2016). Comparison of the effects of virtual reality-based balance exercises and

conventional exercises on balance and fall risk in older adults living in nursing homes in Turkey. *Physiotherapy Theory and Practice*, 32(3), 191–201. <https://doi.org/10.3109/09593985.2015.1138009>

Yin, C., Hsueh, Y.-H., Yeh, C.-Y., Lo, H.-C., & Lan, Y.-T. (2016). A Virtual Reality-Cycling Training System for Lower Limb Balance Improvement. *BioMed Research International*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9276508>

Young, W., Ferguson, S., Brault, S., & Craig, C. (2011). Assessing and training standing balance in older adults: a novel approach using the “Nintendo Wii” Balance Board. *Gait & Posture*, 33(2), 303–305.

ARTIGO 1

Revista: *Trends in Psychology*/Temas em Psicologia

Treino físico real e virtual e avaliação de memória e aprendizagem

Real and virtual physical training and memory and learning assessment

Entrenamiento físico real y virtual y evaluación de memoria y aprendizaje

Resumo

Os programas de treino físico contribuem para melhoras na performance cognitiva. No entanto, nem todas as pessoas são capazes de realizar um exercício físico, como sujeitos com incapacidades físicas. O uso da tecnologia, como a realidade virtual, poderia suprir essa lacuna. O objetivo deste estudo é comparar os efeitos cognitivos de memória e aprendizagem de um treino físico real e virtual. Foram selecionados 21 participantes, alocados aleatoriamente em três grupos. O primeiro realizava o treino físico real (GR), o segundo o treino virtual imersivo (GV), através do *Oculus Rift*, e o terceiro era o grupo controle (GC). Todos foram avaliados com o MEEM (avaliação global), *RAVLT* (aprendizagem verbal) e *RBMT* (memória), pré e pós treino. Os resultados mostraram que houve melhora geral da memória no GR, mais especificamente, na memória verbal, e no processo de aprendizagem verbal e visual. O GV manteve seus escores, sem mudanças, exceto na memória prospectiva, em que houve declínio. O GC apresentou melhora no aprendizado verbal, mas decaiu seu escore da memória (memória visual e prospectiva). Concluímos que o exercício físico contribui para a melhora da memória e aprendizagem, e a realidade virtual pode ajudar na prevenção do declínio das funções cognitivas.

Palavras-chave: realidade virtual, exercício físico, funções cognitivas, imagética motora

Abstract

Physical training programs contribute to improvements in cognitive performance. However, not all people are able to perform a physical exercise, such as subjects with physical disabilities. The use of teconologia, like virtual reality, could fill this gap. The objective of this study is to compare the cognitive effects of memory and learning of a real and virtual physical training. Twenty-one participants were randomly assigned to three groups. The first one performed the real physical training (GR), the second the immersive virtual training (GV), through Oculus Rift, and the third was the control group (GC). All were evaluated with MEEM (global assessment), RAVLT (verbal learning) and RBMT (memory), pre and post training. The results showed that there was an overall improvement in GR memory, more specifically in verbal memory, and in the process of verbal and visual learning. GV maintained its scores, unchanged, except in the prospective memory, in which there was a decline. The CG presented improvement in verbal learning, but his memory score decreased (visual and prospective memory). We conclude that physical exercise contributes to improved memory and learning, and virtual reality can help prevent the decline of cognitive functions.

Key words: virtual reality, physical exercise, cognitive functions, motor imagery

Resumen

Los programas de entrenamiento físico contribuyen a mejoras en la performance cognitiva. Sin embargo, no todas las personas son capaces de realizar un ejercicio físico, como sujetos con incapacidades físicas. El uso de la tecnología, como la realidad virtual podría suplir esa laguna. El objetivo de este estudio es comparar los efectos cognitivos de la memoria y el aprendizaje de un entrenamiento físico real y virtual. Se seleccionaron 21 participantes, asignados al azar en tres grupos. El primero realizaba el entrenamiento físico real (GR), el segundo el entrenamiento virtual inmersivo (GV), a través del Oculus Rift, y el tercero era el grupo control (GC). Todos fueron evaluados con el MEEM (evaluación global), RAVLT (aprendizaje verbal) y RBMT (memoria), pre y post entrenamiento. Los resultados mostraron que hubo una mejora general de la memoria en el GR, más específicamente, en la memoria verbal, y en el proceso de aprendizaje verbal y visual. El GV mantuvo sus scores, sin cambios, excepto en la memoria prospectiva, en que hubo una declinación. El GC presentó una mejora en el aprendizaje verbal, pero decae su puntuación de la memoria (memoria visual y prospectiva). Concluimos que el ejercicio físico contribuye a la mejora de la memoria y el aprendizaje, y la realidad virtual puede ayudar en la prevención del declive de las funciones cognitivas.

Palabras clave: realidad virtual, ejercicio físico, funciones cognitivas, imaginación motora

Introdução

Exercícios físicos tem estado no dia-a-dia da população em geral. Há uma grande quantidade de academias lotadas com todo tipo de usuários, de jovens a idosos, gordos e magros, praticantes experientes e inexperientes. Os benefícios e malefícios de diferentes tipos de treino físico aparecem em diversas esferas na vida atual.

Intervenções com exercícios praticados no próprio local de trabalho e que ajudam na redução da fadiga mental e física (Santos, Chiavegato, Valentim, da Silva, & Padula, 2016), na melhora da função músculo-esquelética (Jay et al., 2011) e cardiovascular (Lim, Min, Kwon, Park, & Park, 2015) tem sido propagado amplamente. A relação entre exercícios físicos e ganhos na saúde física, além de benefícios para a saúde mental.

O exercício físico participa no aumento da expressão do fator neuronal *BDNF* (*Brain-derived neurotrophic factor*) (Sleiman et al., 2016), cujo papel está ligado à plasticidade neural, contribuindo para um melhor processo de aprendizagem e memória (Hötting & Röder, 2013). Programas de treino de força são associados a melhores escores no Mini-Exame do Estado Mental (Guimarães et al., 2015).

Já foi demonstrado que, para idosos cujo hipocampo está em processo de perda de massa, programas de treinos aeróbicos são capazes de proporcionar um aumento de massa hipocampal, de *BDNF* e, conseqüentemente, melhora na memória (Erickson et al., 2011). Em outro estudo com sujeitos saudáveis e esquizofrênicos, em um treino aeróbico, foi constatado aumento de massa hipocampal, em ambos os grupos, e nos escores do Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey, que avalia processos de aprendizagem e memória episódica (Pajonk et al., 2010). Outro estudo utilizando o *Rivermead Behavioral Memory Test (RBMT)*, específico para avaliação de memória, também demonstrou ser eficaz o treino físico para benefícios nessa área (Busse et al., 2008).

Atletas trabalham para ter um bom desempenho físico e, conseqüentemente, terminam mantendo uma boa relação entre sua atividade física e sua saúde mental. Quando comparados com sedentários, eles apresentam um escore em memória verbal muito maior, comprovando que a atividade física é um neuroprotetor (Zhao, Tranovich, DeAngelo, Kontos, & Wright, 2016).

Em razão destes benefícios da atividade física, quando atletas se machucam e ficam impossibilitados de manterem seus treinos em dia, eles são instruídos a continuarem seus exercícios físicos mentalmente. Esta prática também é utilizada como um complemento intercalado com as sessões de treino, com a intenção de

melhorar o desempenho, velocidade, concentração, motivação e auto-confiança dos atletas (Guillot & Collet, 2008).

O ato de imaginar e sentir a realização de um exercício físico ou de apenas observar outra pessoa realizando o movimento é chamado de imagética motora (Fontani et al., 2014). Já foi comprovado que, durante essa tarefa, surgem alterações fisiológicas encontradas durante a realização de um exercício, como aumento das taxas respiratória e cardíaca (Papadelis, Kourtidou-Papadeli, Bamidis, & Albani, 2007) e diferenças na atividade eletrocortical da onda gamma durante diferentes estados de imaginação, como descanso e realização de exercícios (Berk et al., 2015).

Foi pensando que a imagética motora usa dos mesmos mecanismos fisiológicos e neurais que os movimentos físicos (Sharma & Baron, 2013), que muitas pesquisas foram desenhadas para usar da mais nova tecnologia de realidade virtual (RV) na área da reabilitação. Há estudos que usam apenas representações de um dos membros do indivíduo, como mãos ou braços (Holper et al., 2010) e outros que usam a representação da própria pessoa através de um avatar (Roosink, Robitaille, Jackson, Bouyer, & Mercier, 2016). Há programas de treinos cognitivos em RV que são capazes de melhorar alguns aspectos cognitivos como atenção, memória (Optale et al., 2010) e aprendizagem (Grealy, Johnson, & Rushton, 1999).

Os profissionais do campo da reabilitação souberam unir perfeitamente o conceito de imagética motora e o uso de instrumentos da RV, tornando as atividades, para os pacientes, mais lúdicas e divertidas. Visto os benefícios do exercício físico através dos treinos mentais e a falta de literatura unindo esses conceitos à RV, este estudo criou um treino de força virtual.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi comparar os efeitos cognitivos de um treino convencional e um treino virtual imersivo. O esperado neste estudo seria benefícios físicos e cognitivos, mesmo que mínimos, no grupo do treino virtual, semelhantes aos possivelmente encontrados no treino convencional. Sendo assim, poderia, futuramente, ser aplicado em pacientes com incapacidades físicas e cognitivas, uma vez que os treinos mentais não são fáceis de serem realizados, exigindo muita habilidade, conhecimento de cada movimento e alta concentração sem essa tecnologia.

Método

Os critérios de exclusão do estudo eram problemas ortopédicos, musculares, de equilíbrio, cardíacos ou demências auto referidas, que impedissem um bom desempenho nos treinos e estar engajado em algum programa de treino de força

O protocolo foi desenhado para treino de força em membros inferiores, pois apresentam mais resultados em menos tempo de treino que os membros superiores.

Material

Os instrumentos utilizados para avaliação cognitiva dos participantes foram os seguintes:

Mini Exame do Estado Mental - MEEM usado para rastreio de comprometimento cognitivo e para acompanhamento de mudanças cognitivas resultantes de ações terapêuticas (Castro-Costa et al., 2014).

The Rey Auditory-Verbal Learning Test (RAVLT) para avaliação dos processos de aprendizagem, evocação e reconhecimento da memória episódica (Magalhães & Hamdan, 2010).

Rivermead Behavioral Memory Test (RBMT-3) exame composto por 19 tarefas que avaliam memória visual, verbal, espacial e prospectiva, orientação e aprendizagem. Ao final são somados os escores ponderados e, a partir disto, é gerado o Índice Geral de Memória (IGM) (Steibel et al., 2016).

Para os treinos foram utilizados os seguintes materiais:

Grupo GR: caneleiras de 1kg, 2kg e 5kg, anilhas de 2kg e 3kg, uma barra, um *step*, uma cadeira, um cronômetro e uma planilha com anotações dos pesos para cada voluntário.

Grupo GV: um computador, uma cadeira e o headset *Oculus Rift*, modelo DK2, da marca *Oculus RV*.

Participantes

Os participantes foram recrutados a partir de cartazes divulgados nas universidades do centro de Porto Alegre e através de indicações dos próprios participantes. Ao total foram 21 participantes com idade média de 22,71 (DP 3,89) anos. Todos estavam há, pelo menos, um ano sem praticar nenhum tipo de treino de força e foram instruídos há não se engajarem em nenhum programa de exercício físico que estivesse fora do protocolo, durante o período do treino.

Cada participante foi destinado aleatoriamente para um dos três grupos. O grupo real (GR), que praticou o treino na realidade real, o grupo virtual (GV), que realizou os mesmos exercícios, porém em um ambiente virtual, e, por fim, o grupo controle (GC), que não participava de nenhum dos dois outros treinos, apenas era avaliado e reavaliado após o mesmo tempo de treino dos outros dois grupos.

No grupo GR, foram avaliados nove participantes, sendo três homens e seis mulheres. No grupo GV, foram avaliados seis participantes, composto por quatro homens e duas mulheres. No grupo GC, também foram seis, ficando com três homens e três mulheres. Todos concluíram o treino e foram reavaliados.

Procedimentos

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (CEP/UFCSPA número 1.457.376). Todos os participantes foram informados dos objetivos do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Todos os participantes passavam previamente pela avaliação cognitiva, que levava em torno de 1 hora. Após esse procedimento, era calculada a quantidade de peso colocado na barra para “agachamento” e “passada” e o peso das caneleiras para “extensão de joelho”, no grupo GR. O cálculo era realizado de forma individual, através de repetições máximas. O peso calculado de cada um foi mantido o mesmo até o final do treino para manter uma similaridade com a RV, já que nesta não havia como alterar qualquer tipo de peso.

Treinos

Os exercícios envolvidos eram “passada”, “*step*”, “agachamento” e “extensão de joelho”, realizados nesta respectiva ordem, tanto no grupo GR quanto no grupo GV. Cada tipo de exercício era feito em duas séries de 12 repetições, duas vezes na semana com intervalo de 48h entre elas. Ao total foram 16 encontros pelo período de oito semanas para os grupos GR e GV (Dias et al., 2005).

O treino do grupo GR era cronometrado, pois os intervalos entre os diferentes tipos de exercícios eram de 60 segundos, enquanto que entre as duas séries do mesmo exercício era de 30 segundos. Todos os participantes levavam o mesmo tempo médio de 15 minutos para realizar todo o protocolo. No grupo GV, os tempos de descanso entre os exercícios foram reduzidos, bem como o tempo total, para 10 minutos. Esta redução foi realizada para evitar desconfortos e tonturas.

Todos os procedimentos foram realizados nas dependências do Núcleo de Estudos em Realidade Virtual da UFCSPA. Na figura 1, está uma comparação entre o ambiente real do laboratório e sua réplica parcial na RV.



Figura 1A: ambiente virtual; Figura 1B: ambiente real.

O grupo GV foi submetido ao treino virtual em que era realizado o mesmo protocolo, através do *Oculus Rift*. Inicialmente, era apresentado, brevemente, um avatar em terceira pessoa, conforme o sexo da participante, masculino ou feminino, realizando o “passada” que é o primeiro exercício do protocolo. O objetivo era ajudar o participante a se ambientar primeiramente com a RV. Essa ambientação era realizada antes de cada treino.

Após a ambientação, o participante iniciava o treino virtual. Este era realizado em primeira pessoa, através de um corpo virtual. O participante, no entanto, permanecia sentado durante todo o treino para evitar a possibilidade de quedas ocasionadas por tonturas ou enjoos. Também era pedido para que o participante tentasse sentir e imaginar os movimentos realizados pelo seu corpo de avatar, como se estivesse praticando de fato o exercício. Durante os exercícios praticados com a barra, o avatar se apresentava segurando a barra. Durante o “extensão de joelho”, o avatar também usava caneleiras.

O grupo GR realizava o mesmo protocolo, com seus respectivos pesos na barra e nas caneleiras. Durante o exercício de “passada”, “*step*” e “agachamento”, o participante permanecia na posição vertical no mesmo lugar em que o avatar realizava estes exercícios na sala virtual, uma vez que os ambientes eram parcialmente iguais.

Na figura 1, estão representados os avatares, em terceira pessoa, feminino e masculino, apresentados previamente na ambientação.

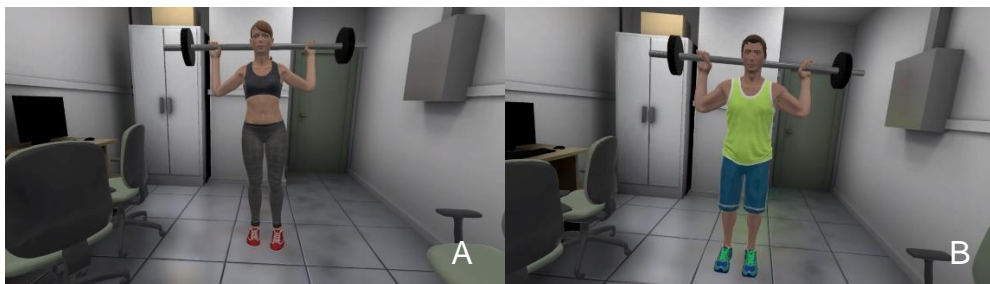


Figura 2A) avatar feminino; 2B) avatar masculino.

Após concluído os 16 encontros, os participantes eram avaliados novamente. Os testes cognitivos foram os mesmos, sendo utilizado a versão 2 apenas dos testes que possuíam, como foi o caso do *RBMT*.

Análise estatística

Na análise estatística, utilizou-se o programa SPSS 16.0. Foi realizado o teste de normalidade, *Shapiro-Wilk*, para todas as variáveis, apresentando-se com distribuição normal (DN) o *RAVLT* pré e o IGM pré e pós. Dentro das tarefas do *RBMT*, as únicas que apresentaram DN foram Estória Imediata e Tardia pós (memória verbal). Sem DN foram a idade, o MEEM pré e pós, o *RAVLT* pós e todas as demais tarefas incluídas no *RBMT*.

O nível de significância adotado foi de 5%. O teste usado para comparação entre grupos, com variáveis de DN, foi o Teste T de *Student*, para dois grupos. Sem DN, utilizou-se o Teste U de *Mann-Whitney*. Para análise intra grupos, foi utilizado o Teste *Wilcoxon* para comparações pré e pós e o Teste T para variáveis de DN.

Resultados

A média de idade entre os participantes no grupo GR foi de 22 anos (DP 1,73), no grupo GV de 23,33 (DP 5,16) e no grupo GC foi de 23,16 (DP 5,23). A média geral de idade dos três grupos foi de 22,71 (DP 3,89).

Foi realizada uma análise, da média e EP e uma análise intra grupo, entre a avaliação pré e pós. Os dados estão representados na Tabela 1.

TABELA 1. Média (EP) pré e pós e comparação intra grupos

	GRUPO GR			GRUPO GV			GRUPO GC		
	PRÉ	PÓS	Sig	PRÉ	PÓS	Sig	PRÉ	PÓS	Sig
MEEM	28,44 (0,52)	28,55 (0,70)	0,73	27,5 (0,84)	29 (1,00)	0,14	26,83 (1,19)	28,5 (0,67)	0,70
RAVLT	0,29 (0,45)	0,79 (0,35)	0	-0,02 (0,56)	0,02 (0,64)	0,60	0,03 (0,23)	0,60 (0,27)	0,02*
			,06						
IGM	102 (3,21)	109,11 (3,26)	0,02*	106,67 (6,44)	108,17 (5,61)	0,72	105,00 (7,55)	98,00 (6,30)	0,29

GR: grupo real; GV: grupo virtual; GC: grupo controle; MEEM: Mini Exame do Estado Mental; RAVLT: *The Rey Auditory-Verbal Learning Test*; IGM: Índice Geral de Memória

ER: Erro Padrão; PRÉ: avaliação pré; PÓS: avaliação pós; Sig: valor de p na comparação intra grupo; Sig*: diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Na comparação intra grupo, do IGM, percebe-se uma diferença estatisticamente significativa no grupo GR ($p=0,02$), havendo uma melhora entre a avaliação pré para a pós neste grupo. No grupo GV e grupo GC, porém, não houve diferença entre as avaliações

No teste de *RAVLT*, o grupo GC apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação pré e pós ($p=0,02$). O grupo GR, apesar de não ter demonstrado diferença significativa, apresentou melhora no teste ($p=0,059$).

A seguir, são apresentados os gráficos, realizando uma comparação do MEEM, do *RAVLT* e do IGM pré e pós entre os grupos.

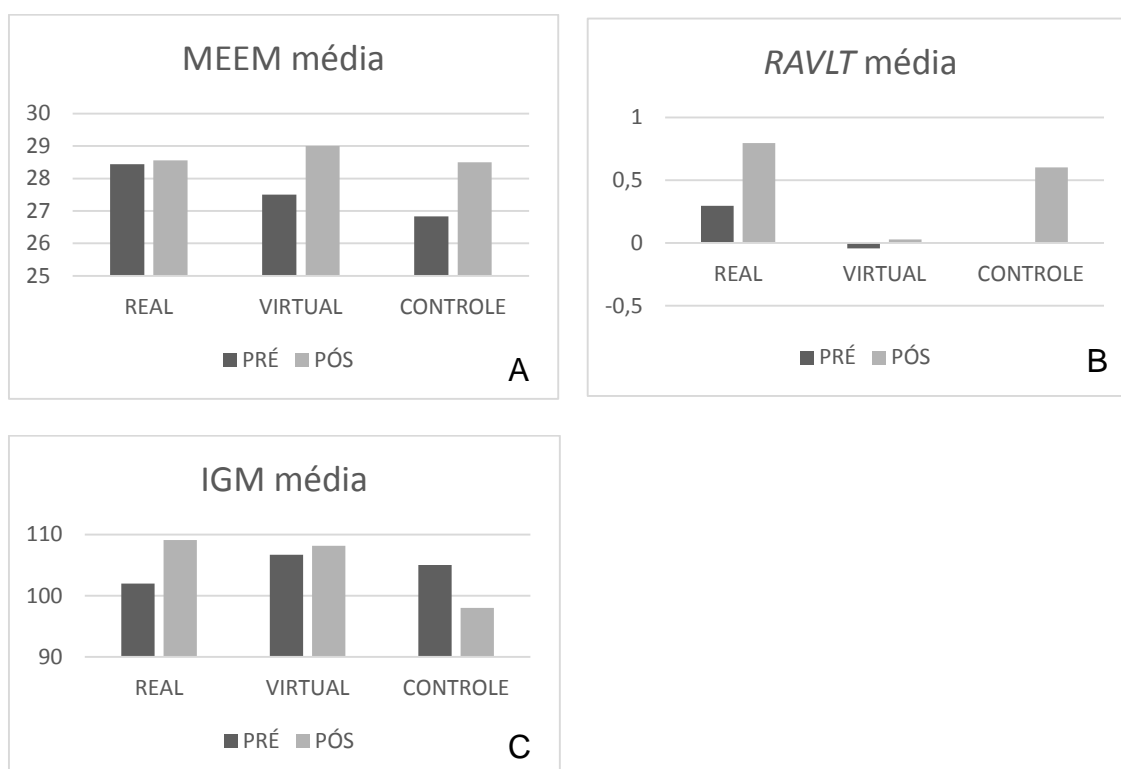


Figura 3A: gráfico do MEEM (Mini Exame do Estado Mental); 3B: gráfico do *RAVLT* (*The Rey Auditory-Verbal Learning Test*); 3C: gráfico do IGM (Índice Geral de Memória).

Na tabela 2, está representada a comparação entre as variáveis pré e pós, das tarefas do *RBMT*, divididas por grupo e tipos de memória avaliadas.

Tabela 2. Variáveis do RBMT com média (EP)

VARIÁVEIS	GRUPO GR			GRUPO GV			GRUPO GC		
	PRÉ	PÓS	Sig	PRÉ	PÓS	Sig	PRÉ	PÓS	Sig
Nomes tardia ¹	9,11 (1,13)	11,33 (0,44)	0,04*	10,16 (0,87)	10,5 (0,67)	0,78	9,83 (1,13)	9,33 (0,84)	0,49
Estória imediata ¹	11,22 (0,49)	10,77 (0,98)	0,51	9,66 (1,22)	11,83 (0,90)	0,07	10,83 (1,10)	10,50 (1,17)	0,78
Estória tardia ¹	11,00 (0,66)	10,44 (0,70)	0,57	10,00 (1,39)	10,6 (0,66)	0,68	11,66 (1,20)	11,00 (1,18)	0,68
Figuras tardia ²	8,33 (1,14)	9,77 (0,61)	0,13	10,33 (0,66)	9,83 (0,74)	0,78	10,33 (0,66)	10,33 (0,66)	1,00
Faces Tardia ²	10,00 (1,20)	10,22 (0,59)	0,86	10,33 (0,98)	11,16 (1,01)	0,41	10,33 (0,66)	8,33 (0,61)	0,04*
Rota Imediata ³	10,33 (0,66)	10,55 (0,44)	0,65	10,00 (1,00)	10,16 (0,83)	0,65	8,33 (1,51)	9,50 (0,95)	0,56
Rota Tardia ³	9,88 (0,75)	10,55 (0,44)	0,30	10,00 (1,00)	10,33 (0,66)	0,65	9,66 (0,84)	9,5 (0,95)	0,78
Pertences Tardia ⁴	10,44 (0,55)	11,00 (0,00)	0,31	11,00 (0,00)	11,00 (0,00)	1,00	9,16 (1,83)	11,00 (0,00)	0,31
Perguntas Tardia ⁴	11,00 (0,00)	11,00 (0,00)	1,00	10,33 (0,66)	11,00 (0,00)	0,31	11,00 (0,00)	10,16 (0,83)	0,31
Mensagens Imediata ⁴	10,44 (0,55)	10,00 (0,00)	0,08	10,16 (0,83)	10,00 (0,00)	0,31	10,33 (0,66)	8,00 (1,26)	0,16
Mensagens Tardia ⁴	10,33 (0,66)	10,00 (0,00)	0,08	11,00 (0,00)	9,00 (1,00)	0,02*	11,00 (0,00)	8,00 (1,26)	0,02*
Orientação	8,55 (0,62)	9,00 (0,81)	0,62	11,5 (0,22)	10,33 (0,66)	0,06	9,66 (1,17)	10,33 (0,66)	0,70
Estrela Imediata ⁵	8,88 (0,87)	11,44 (0,55)	0,04*	10,16 (0,98)	9,66 (0,80)	0,41	9,66 (0,76)	9,500 (0,84)	0,65
Estrela Tardia ⁵	10,33 (0,66)	10,22 (0,14)	0,13	9,50 (0,95)	9,66 (0,76)	0,70	9,16 (1,16)	8,83 (0,90)	0,68
Soma de Escores Ponderados	140,33 (3,40)	146,33 (3,11)	0,05*	144,17 (6,15)	145,17 (5,58)	0,91	141,5 (8,96)	134,33 (6,88)	0,40

GR: grupo real; GV: grupo virtual; GC: grupo controle; RBMT: *Rivermead Behavioral Memory Test*; EP: Erro Padrão;

¹Tarefas de memória verbal, ²Tarefas de memória visual, ³Tarefas de memória espacial, ⁴Tarefas de memória prospectiva, ⁵Aprendizagem visual, PRÉ: avaliação pré, PÓS: avaliação pós, Sig: valor de p, Sig*: diferença significativa

Os resultados sugerem melhora estatisticamente significativa apenas no grupo GR, nas tarefas de memória verbal (Nomes Tardia) e de aprendizagem visual (Estrela Imediata). Na soma dos escores ponderados, o grupo GR também apresentou melhora estatisticamente significativa.

O grupo GV e o grupo GC apresentaram diferença estatisticamente significativa, porém não representa melhora, e sim, pior desempenho na tarefa de memória prospectiva (Mensagem Tardia). O grupo GC também apresentou pior desempenho, representado com diferença estatisticamente significativa, na tarefa de memória visual (Faces Tardia).

Para a comparação entre grupos do MEEM e RAVLT pós, foi utilizado o Teste U de *Mann-Whitney*. No MEEM, RAVLT, não foi encontrado diferença significativa entre os grupos, conforme apresentado na Tabela 3.

Na análise entre grupos no IGM pré, apesar de haver homogeneidade de variâncias, através do Teste de Levene, entre o grupo GR e o grupo GC e entre grupo GV e grupo GC, não foi constatada homogeneidade entre o grupo GR e grupo GV. Também não foi encontrada diferença significativa entre os grupos. Entre todas as comparações entre grupos, no IGM pós, foi constatada homogeneidade, usando o Teste T, mas não houve significância, segundo a Tabela 3.

Tabela 3- Comparação entre grupos

	GRUPOS GR E GV		GRUPOS GR E GC		GRUPOS GV E GC	
	Sig'	Sig''	Sig'	Sig''	Sig'	Sig''
MEEM	0,39	0,44	0,30	0,70	0,57	0,21
RAVLT	0,66	0,23	0,66	0,31	0,92	0,42
IGM	0,53	0,87	0,68	0,11	0,87	0,25

GR: grupo real; GV: grupo virtual; GC: grupo controle; Sig': comparação pré; Sig'': comparação pós; MEEM: Mini Exame do Estado Mental; RAVLT: *The Rey Auditory-Verbal Learning Test*; IGM: Índice Geral de Memória

Discussão

O objetivo deste estudo foi comparar o desempenho cognitivo, de algumas funções como memória e aprendizado, após um treino físico real e um treino físico virtual. Os resultados indicaram, como esperado, melhora cognitiva maior no grupo GR em algumas variáveis.

Não foi possível demonstrar diferença significativa de melhora cognitiva entre os grupos. Porém, quando é realizada análise intra grupo para cada uma das variáveis do *RBMT*, é possível ver algumas pequenas mudanças.

Na avaliação intra grupos pré e pós do MEEM, não houve diferença significativa. Isto pode se dar devido ao MEEM ser mais um teste de avaliação cognitiva global, de forma a detectar prejuízos cognitivos graves e demências. Muito usado para acompanhar a progressão das mudanças provocadas pelo prejuízo cognitivo ou, então, os efeitos do tratamento em pessoas que apresentam déficits cognitivos.

Não foi encontrada melhora nos grupos em todas as avaliações, comparando pré e pós, no entanto, percebe-se melhora no grupo GR, na aprendizagem visual (na tarefa de montar a estrela no *RBMT*). Apesar de não ter aparecido uma diferença significativa no *RAVLT* ($p=0,059$) para o grupo GR, houve melhora na aprendizagem verbal. Ambas as tarefas envolvem o processo de aprendizagem.

Já foi demonstrado, anteriormente, que o exercício físico é importante para o aumento da expressão do fator *BDNF*, responsável pela plasticidade neuronal, melhorando o processo de aprendizagem (Sleiman et al., 2016). Dessa forma, entende-se que o treino físico do grupo GR, desempenhou papel fundamental nesse processo, expressando-se na melhora significativa entre as tarefas de aprendizagem. Portanto, conforme a literatura (Pajonk et al., 2010), corrobora-se que o exercício físico promove melhora no processo de aprendizagem.

Outra melhora, no grupo GR, foi em uma das tarefas de memória verbal (Nomes tardia). Nesta tarefa, o participante deveria lembrar, ao final de todo o teste, o nome dado a duas pessoas que foram apresentadas, no início do teste, por meio de duas ilustrações. Houve melhor desempenho, mais especificamente, na memória verbal tardia.

O grupo GR, apresentou diferença estatisticamente significativa na soma dos escores ponderados da avaliação pré para a pós, indicando melhora na memória. Esse resultado é reforçado pela diferença significativa apresentada pelo IGM, o que comprova que o treino físico beneficiou, de maneira geral a memória desse grupo.

Esse resultado, no entanto, não se mostrou na comparação pré e pós quando calculado através do IGM, para os outros dois grupos, GV e GC, mostrando que como um índice geral de memória, nenhum dos grupos apresentou melhora significativa.

Quando apresentados os resultados de forma a classificar e dividir os tipos de memória avaliados pelo *RBMT*, aparecem algumas variáveis com diferença estatisticamente significativa para esses grupos na avaliação intra grupo, mas não, necessariamente, demonstrando melhora.

Um exemplo disso, foi o pior desempenho, do grupo GV, na tarefa Mensagens Tardia. Esta era uma tarefa em que o participante deveria lembrar de levar consigo dois objetos para uma rota na sala, já previamente realizada, e deixar esses objetos nos mesmos lugares em que foram deixados na rota anterior. Essa tarefa se refere à memória prospectiva.

O grupo GC também apresentou baixo desempenho da avaliação pré para a pós, na tarefa Mensagem Tardia. Além dessa tarefa, ainda pontuou pior score em uma das tarefas de memória visual (*Faces Tardia*). Nesta tarefa, o participante deveria reconhecer ilustrações de faces, vistas previamente, entre outras faces distratoras. Uma melhora, deste grupo, foi no *RAVLT* pós.

Segundo todos esses dados, podemos afirmar que o exercício físico, de fato, é fundamental para a melhora e manutenção da memória e aprendizagem. O grupo GV não apresentou melhoras fortes o suficiente para confirmarmos nossa hipótese de que a imagética motora seria suficiente para a melhora cognitiva. No entanto, podemos dizer que o treino virtual serviu como um fator protetor para o não declínio das tarefas cognitivas, como aconteceu no GC. Este, como esperado, não apresentou mudanças na memória, surgindo, inclusive declínio cognitivo na memória visual e na memória prospectiva. Portanto, a RV se mostrou uma boa ferramenta para uso nos treinos.

Benefícios cognitivos talvez surjam em treinos de reabilitação, cujo tempo de protocolo é mais extenso. O cérebro precisa de um tempo para se adaptar ao uso da tecnologia e para processar as novas mudanças cognitivas.

Um ponto a ser levado em consideração é que as avaliações pós foram todas feitas em fim de semestre. Isto pode ter gerado um cansaço e estresse com preocupações nos voluntários, gerando desgaste. Logo, os participantes necessitavam de um esforço maior para pensar e se concentrar nas tarefas da avaliação.

Apesar de não termos encontrado melhora consistente no grupo GV, salientamos que houve melhora geral da memória no grupo GR. Dessa forma, podemos confirmar que a hipótese, de que o exercício físico contribui na parte cognitiva, é verdadeira.

Um ponto a ser melhorado em futuros estudos é o tamanho da amostra. Outro quesito a ser observado e avaliado pré e pós o treino completo é o estresse.

Conclusões

Já havia sido demonstrado que exercício físico faz bem para a saúde de um modo geral. O presente estudo confirmou que o exercício físico, realmente, pode ajudar em alguns aspectos cognitivos. Os resultados apontaram para melhoras na memória de uma maneira geral, mais especificamente, na memória verbal e nos processos de aprendizagem verbal e visual.

O treino na RV também teve sua contribuição. Houve manutenção das funções cognitivas de memória e aprendizagem e prevenção de seu declínio. Acreditamos que com alguns ajustes para melhorar o ambiente virtual, a RV possa mostrar maiores resultados e trazer contribuições dignas para a área da reabilitação.

Referências

- Berk, L., Mali, D., Bains, G., Madane, B., Bradburn, J., Acharya, R., ... Lohman, E. (2015). Electroencephalographic brain frequency in athletes differs during visualization of a state of rest versus a state of exercise performance: a pilot study. *Physical Therapy Rehabilitation Science*, 4(1), 28–31. <https://doi.org/10.14474/ptrs.2015.4.1.28>
- Busse, A. L., Filho, W. J., Magaldi, R. M., Coelho, V. A., Melo, A. C., Betoni, R. A., & Santarém, J. M. (2008). Effects of resistance training exercise on cognitive performance in elderly individuals with memory impairment: Results of a controlled trial. *ResearchGate*, 6(4). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/26570915_Effects_of_resistance_training_exercise_on_cognitive_performance_in_elderly_individuals_with_memory_impairment_Results_of_a_controlled_trial
- Castro-Costa, E., Dewey, M. E., Uchôa, E., Firmo, J. O. A., Lima-Costa, M. F., & Stewart, R. (2014). Construct validity of the mini mental state examination across time in a sample with low-education levels: 10-year follow-up of the Bambuí Cohort Study of Ageing. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 29(12), 1294–1303. <https://doi.org/10.1002/gps.4113>
- Dias, R. M. R., Cyrino, E. S., Salvador, E. P., Nakamura, F. Y., Pina, F. L. C., & Oliveira, A. R. de. (2005). Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 11(4), 224–228. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922005000400004>
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., ... Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 3017–3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
- Fontani, G., Migliorini, S., Lodi, L., De, M. E., Solidakis, N., & Corradeschi, F. (2014). Internal–External Motor Imagery and Skilled Motor Actions. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.1515/jirspa-2012-0001>
- Grealy, M. A., Johnson, D. A., & Rushton, S. K. (1999). Improving cognitive function after brain injury: the use of exercise and virtual reality. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(6), 661–667.
- Guillot, A., & Collet, C. (2008). Construction of the Motor Imagery Integrative Model in Sport: a review and theoretical investigation of motor imagery use. *International*

- Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 31–44.
<https://doi.org/10.1080/17509840701823139>
- Guimarães, F. C., Amorim, P. R. dos S., Reis, F. F. dos, Bonoto, R. T., Oliveira, W. C. de, Moura, T. A. da S., ... Lima, L. M. (2015). Physical activity and better medication compliance improve mini-mental state examination scores in the elderly. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 39(1–2), 25–31.
<https://doi.org/10.1159/000366413>
- Holper, L., Muehlemann, T., Scholkmann, F., Eng, K., Kiper, D., & Wolf, M. (2010). Testing the potential of a virtual reality neurorehabilitation system during performance of observation, imagery and imitation of motor actions recorded by wireless functional near-infrared spectroscopy (fNIRS). *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 7, 57. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-7-57>
- Hötting, K., & Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37(9 Pt B), 2243–2257. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.04.005>
- Jay, K., Frisch, D., Hansen, K., Zebis, M. K., Andersen, C. H., Mortensen, O. S., & Andersen, L. L. (2011). Kettlebell training for musculoskeletal and cardiovascular health: a randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 37(3), 196–203.
- Lim, S.-T., Min, S.-K., Kwon, Y.-C., Park, S.-K., & Park, H. (2015). Effects of intermittent exercise on biomarkers of cardiovascular risk in night shift workers. *Atherosclerosis*, 242(1), 186–190.
<https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2015.06.017>
- Magalhães, S. S., & Hamdan, A. C. (2010). The Rey Auditory Verbal Learning Test: normative data for the Brazilian population and analysis of the influence of demographic variables. *Psychology & Neuroscience*, 3(1), 85–91.
<https://doi.org/10.3922/j.psns.2010.1.011>
- Optale, G., Urgesi, C., Busato, V., Marin, S., Piron, L., Priftis, K., ... Bordin, A. (2010). Controlling memory impairment in elderly adults using virtual reality memory training: a randomized controlled pilot study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(4), 348–357. <https://doi.org/10.1177/1545968309353328>
- Pajonk, F.-G., Wobrock, T., Gruber, O., Scherk, H., Berner, D., Kaizl, I., ... Falkai, P. (2010). Hippocampal plasticity in response to exercise in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, 67(2), 133–143.
<https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2009.193>

- Papadelis, C., Kourtidou-Papadeli, C., Bamidis, P., & Albani, M. (2007). Effects of imagery training on cognitive performance and use of physiological measures as an assessment tool of mental effort. *Brain and Cognition*, *64*(1), 74–85. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2007.01.001>
- Roosink, M., Robitaille, N., Jackson, P. L., Bouyer, L. J., & Mercier, C. (2016). Interactive virtual feedback improves gait motor imagery after spinal cord injury: An exploratory study. *Restorative Neurology and Neuroscience*, *34*(2), 227–235. <https://doi.org/10.3233/RNN-150563>
- Santos, H. G., Chiavegato, L. D., Valentim, D. P., da Silva, P. R., & Padula, R. S. (2016). Resistance training program for fatigue management in the workplace: exercise protocol in a cluster randomized controlled trial. *BMC Public Health*, *16*(1), 1218. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3872-5>
- Sleiman, S. F., Henry, J., Al-Haddad, R., El Hayek, L., Abou Haidar, E., Stringer, T., ... Chao, M. V. (2016). Exercise promotes the expression of brain derived neurotrophic factor (BDNF) through the action of the ketone body β -hydroxybutyrate. *eLife*, *5*. <https://doi.org/10.7554/eLife.15092>
- Steibel, N. M., Olchik, M. R., Yassuda, M. S., Finger, G., Gomes, I., Steibel, N. M., ... Gomes, I. (2016). Influence of age and education on the Rivermead Behavioral Memory Test (RBMT) among healthy elderly. *Dementia & Neuropsychologia*, *10*(1), 26–30. <https://doi.org/10.1590/s1980-57642016dn10100005>
- Zhao, E., Tranovich, M. J., DeAngelo, R., Kontos, A. P., & Wright, V. J. (2016). Chronic exercise preserves brain function in masters athletes when compared to sedentary counterparts. *The Physician and Sportsmedicine*, *44*(1), 8–13. <https://doi.org/10.1080/00913847.2016.1103641>

ARTIGO 2

Revista: *Trends in Psychology*/Temas em Psicologia

Efeitos cognitivos e físicos de um treino real e um virtual imersivo

Cognitive and physical effects of a real workout and an immersive virtual

Efectos cognitivos y físicos de un entrenamiento real y un virtual inmersivo

Resumo

O exercício físico traz benefícios para a saúde física e mental. Porém nem todos podem praticar programas de treinos físicos. Nesse caso, é possível usar das mais novas tecnologias. O objetivo do estudo foi comparar os efeitos cognitivos (de atenção, memória de trabalho e ansiedade) e físicos (força e massa muscular) de um treino real e um treino virtual imersivo, através do *Oculus Rift*. Participaram 21 voluntários, alocados aleatoriamente no grupo que praticava o exercício físico (GR), no grupo virtual (GV), com visão de primeira pessoa no treino virtual, sem realizar de fato o treino, e, por fim, o grupo controle (GC). As avaliações foram feitas em todos os participantes antes e após os treinos, que eram realizados duas vezes na semana, pelo período de oito semanas. Os resultados apontam para ganho de massa muscular no GR e GV, e ganhos cognitivos no GR. A realidade virtual se mostrou com alto potencial para ser utilizada na área da reabilitação.

Palavras-chave: realidade virtual, exercício físico, imagética motora

Abstract

Physical exercise brings benefits to physical and mental health. But not everyone can practice physical training programs. In this case, it is possible to use the latest technologies. The objective of the study was to compare the cognitive (attention, work and anxiety) and physical (strength and muscle mass) effects of a real workout and an immersive virtual workout through Oculus Rift. Participants were 21 volunteers, randomly allocated to the group that practiced physical exercise (GR), in the virtual group (GV), with first-person view in the virtual training, without actually performing the training, and finally the control group). The evaluations were done on all participants before and after training, which were performed twice a week for a period of eight weeks. The results point to the gain of muscle mass in GR and GV, and cognitive gains in GR. Virtual reality has shown great potential to be used in rehabilitation.

Key words: virtual reality, physical exercise, motor imagery

Resumen

El ejercicio físico trae beneficios para la salud física y mental. Pero no todos pueden practicar programas de entrenamiento físico. En este caso, es posible utilizar las más nuevas tecnologías. El objetivo del estudio fue comparar los efectos cognitivos (de atención, memoria de trabajo y ansiedad) y físicos (fuerza y masa muscular) de un entrenamiento real y un entrenamiento virtual inmersivo, a través del Oculus Rift. En el grupo virtual (GV), con visión de primera persona en el entrenamiento virtual, sin realizar de hecho el entrenamiento, y, por fin, el grupo control (GC), participaron 21 voluntarios, asignados al azar en el grupo que practicaba el ejercicio físico (GR), en el grupo virtual (GV), con visión de primera persona en el entrenamiento virtual,). Las evaluaciones se realizaron en todos los participantes antes y después de los entrenamientos, que se realizaban dos veces a la semana, durante el período de ocho semanas. Los resultados apuntan a la ganancia de masa muscular en el GR y GV, y las ganancias cognitivas en el GR. La realidad virtual se mostró con alto potencial para ser utilizada en el área de la rehabilitación.

Palabras clave: realidad virtual, ejercicio físico, imaginación motora

Introdução

Nos últimos anos, vários estudos têm demonstrado que o uso de tecnologias inovadoras tem aproximado para a vida diária a melhoria da qualidade de vida, principalmente na área da saúde e da reabilitação. Um exemplo disso foi a efetiva introdução da tecnologia de realidade virtual (RV) em treinos cognitivos e físicos.

A RV imersiva, onde o usuário está totalmente imerso em um ambiente virtual e desatento de sua localização real (Sanchez-Vives & Slater, 2005), está sendo muito usada em treinos cognitivos, demonstrando a potencialidade desta tecnologia em melhorar o desempenho da capacidade atencional de crianças e adolescentes (Cho et al., 2002), bem como em diminuir a dor e ansiedade de pacientes (Wiederhold, Gao, & Wiederhold, 2014), principalmente nos transtornos de ansiedade (Anderson et al., 2013). Foi desenvolvido também nessa área treinamento cognitivo para indivíduos com alterações neurológicas (Fritz, Cheek, & Nichols-Larsen, 2015).

Ambientes virtuais têm sido largamente utilizados também nos treinos para reabilitação motora, principalmente de membros superiores, sendo mais eficientes no tratamento que ambientes convencionais (Turolla et al., 2013). Esses ambientes promovem uma sensação de presença muito grande para o sujeito, mas depende do grau de imersão da RV. Há estudos desenvolvidos para recuperação do movimento nos membros inferiores, como no caso de Donati et al. 2016, que usou um protocolo com RV imersiva e uma interface cérebro-computador para sua locomoção.

Muitos estudos utilizam a RV, *BCI (brain-computer interface)* e o conceito de imagética (IM), demonstrando que o senso de presença no ambiente virtual é capaz de ativar reações do tronco cerebral, como aumento da frequência cardíaca, e as mesmas áreas corticais representativas do sistema motor referentes ao movimento imaginado pelo indivíduo, como no estudo de Pfurtscheller et al. (2006), onde os sujeitos usavam a IM dos pés para caminharem através de ambiente virtual sem utilizar de fato os membros inferiores, ou seja, apenas imaginando (Pfurtscheller et al., 2006).

Pesquisas comprovam que a IM pode contribuir para ganhos de força (Reiser, 2005) e no processo de aprendizado motor. Já é bastante utilizada como complementos em treinos e como uma alternativa para manutenção da força e desempenho em atletas (Reiser, Büsch, & Munzert, 2011).

Na área de exercícios físicos e rv, uma pesquisa utilizou níveis diferentes de RV. No nível sem exercício, os participantes, apenas sentavam no cicloergômetro e assistiam o vídeo 3D da bicicleta andando pela estrada, enquanto, o simulador dos demais acompanhava velocidade e direção da pedalada dos participantes, sendo dividido estes em um grupo que ficava de frente apenas para uma tela e outro que era

rodeado por três telas com o vídeo 3D da estrada. Essa pesquisa mostrou que, além do nível de imersão no cenário virtual, a introdução de um exercício físico real potencializa esse senso de presença na realidade virtual e provoca alterações fisiológicas, como aumento dos batimentos cardíacos, e neurofisiológicos durante a prática do exercício (Vogt et al., 2015). Outro estudo ainda neste campo demonstrou ganhos cognitivos em pacientes com a inclusão de exercício físico em ambiente virtual não-imersivo (Grealy, Johnson, & Rushton, 1999).

A RV traz benefícios cognitivos e físicos na reabilitação e que, em um nível de imersão maior, provoca alterações fisiológicas, presentes em situações reais similares. Porém, na área dos exercícios físicos e seus benefícios, como aumento de massa e força muscular apresentados em treinos convencionais (Correa et al., 2013), sabemos muito pouco ainda do seu potencial, principalmente envolvendo o conceito de IM. Há muitas lacunas nesse campo a serem preenchidas.

Por essa razão, nosso objetivo nesse estudo foi comparar o resultado de uma avaliação cognitiva de memória, atenção e ansiedade e de uma avaliação física de força e massa muscular após oito semanas de um treino virtual imersivo, usando do conceito de IM, comparado a um treino convencional. Foi através da RV, que nos utilizamos da IM, uma vez que o ato de se imaginar realizando um exercício físico exige muita concentração e não é facilmente controlável na pesquisa. Dessa forma, a RV imersiva ajuda a criar um ambiente de observação controlável e mais estável

Métodos

O protocolo foi desenhado para treino de força para membros inferiores, uma vez que apresentam mais resultados em menos tempo de treino que os membros superiores. Os critérios de exclusão eram sujeitos portadores de patologias auto referidas que poderiam interferir no entendimento das tarefas e/ou equilíbrio e motricidade tais como labirintite, alterações ortopédicas e neuromusculares, acidente vascular encefálico, demências, problemas cardíacos e intervenção cirúrgica recente cuja recuperação pudesse interferir no treino físico ou virtual (Pamukoff et al., 2014).

Participantes

O estudo foi divulgado através de cartazes distribuídos pelas universidades no centro de Porto Alegre e pela propaganda feita pelos próprios participantes. Participaram do estudo 21 jovens saudáveis com idade média de 22,71 (DP 3,89) anos. Todos eles estavam, em torno de um ano, sem praticar qualquer tipo de exercício físico. A instrução dada a eles foi de não realizarem exercícios físicos, além do treino, durante o período do estudo, para não gerarem viés.

Os participantes foram distribuídos em três grupos. O primeiro grupo foi destinado a realizar os exercícios de verdade, ou seja, o Grupo Real (GR), contando com nove participantes (seis mulheres e três homens). O outro, engajou-se em um treino virtual em primeira pessoa, com o uso de equipamento *Head Mounted Display* (Oculus Rift DK2) chamado de Grupo Virtual (GV), com seis participantes (duas mulheres e quatro homens). O terceiro grupo foi o Grupo Controle (GC), que era avaliado e reavaliado, sem ter realizado nenhum tipo de treino físico ou virtual, apenas mantendo sua rotina diária, também com seis participantes (três mulheres e três homens).

Material

Para a avaliação física foram utilizados:

- Ultrassonografia *GE Vivid i (General Electric Company)*.

Foi utilizado para avaliar a massa muscular da parte anterior da coxa da perna dominante de cada participante. Foi avaliado o músculo vaso lateral e o reto femoral.

- Dinamometria isocinética através do sistema *Biodex System 4 Pro* (Biodex Medical Systems, EUA).

Utilizado para avaliar a força isométrica e concêntrica de quadríceps e de isquiotibiais do membro inferior dominante de cada voluntário.

Para a avaliação cognitiva foram utilizados os seguintes testes na respectiva ordem em que são apresentados:

- *MOCA (Montreal Cognitive Assessment)*

É composto por oito subitens que avaliam: função visuo-espacial, nomeação, memória, atenção, linguagem, abstração, evocação tardia e orientação. (Memória, Yassuda, Nakano, & Forlenza, 2013).

- Subteste Dígitos Direto e Inverso (WAIS-III)

É um subteste da Escala de Inteligência de Wechsler composto pela ordem direta e ordem inversa de sequências de números. O indivíduo recebe um escore para a primeira parte e outro para a segunda. Esses escores se somam e geram o valor de um escore ponderado para o teste. Ambas as partes, direto e inverso, avaliam atenção a estímulos verbais, memória verbal e de trabalho (Wilde, Strauss, & Tulskey, 2004).

- Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE)

Ele é constituído por duas escalas que avaliam ansiedade-estado e ansiedade-traço. A primeira é referente a um estado emocional transitório, que envolve sensações de tensão e apreensão, podendo variar de intensidade conforme a

situação. A segunda mede um estado de ansiedade mais estável em resposta a situações de estresse (Andrade, Gorenstein, Vieira Filho, Tung, & Artes, 2001).

- *Trail Making Test (TMT)*

É composta pela parte A e B, aplicados nesta ordem. O teste envolve rastreamento visual complexo e velocidade motora. Na parte A é exigido atenção, e a parte B, trabalha com algumas das funções executivas, como flexibilidade mental, memória de trabalho, controle inibitório (Tombaugh, 2004).

Treino virtual

No grupo GV, foram utilizados uma cadeira e um computador para o uso de um headset da marca *Oculus VR (Rift)*. O *Oculus Rift*, modelo DK2, com um OLED de 960 x 1080 pixels/olho de baixa persistência e alta taxa de atualização, que contribuiu para eliminar os borrões de movimento e, conseqüentemente, possíveis tonturas nos usuários.

Treino Convencional

Para o GR, foi realizado um empréstimo de alguns pares de anilhas de 2 e 3 kg, pares de caneleiras de 1, 2 e 5 kg, uma barra, um *step*, um cronômetro e uma cadeira.

Procedimentos

Todos os sujeitos selecionados para o estudo foram informados dos objetivos e convidados a assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (CEP/UFCSPA número 1.457.376).

Os participantes eram avaliados, cognitivamente e fisicamente, antes de iniciar o treino. As avaliações, tanto a cognitiva quanto a física, foram realizadas sempre no mesmo dia, mas não necessariamente na mesma ordem, podendo ser a avaliação física antes ou depois da cognitiva. Esta última, tinha duração de uma hora, enquanto a avaliação física exigia em torno de uns 40 minutos.

Treinos

Ambos os treinos foram realizados de forma individual no mesmo laboratório de realidade virtual, NERV (Núcleo de Estudos em Realidade Virtual) da UFCSPA. No treino virtual, o ambiente virtual era uma simulação parcial da sala real do laboratório.

A sequência dos exercícios em ambos os tipos de treino era: “passada”, “*step*”, “agachamento” e “extensão de joelho”, sendo realizadas duas vezes na semana, com um intervalo de 48h entre eles. Cada exercício era composto por 2 séries de 12 repetições, sendo que o “passada”, o “*step*” e o “extensão de joelho” eram feitos de forma alternada com perna esquerda e direita dentro das 12 repetições. O

“agachamento” e o “passada” eram feitos com a barra posicionada nos ombros do participante. O peso das anilhas na barra e das caneleiras utilizadas no “extensão de joelho” era calculado através do número de repetições máximas para o grupo GR. Foram realizados 16 encontros pelo período de 8 semanas (Dias et al., 2005). Todos os treinos foram devidamente supervisionados para evitar lesões futuras.

No treino real, o tempo de intervalo entre as séries do mesmo exercício era de 30 segundos. E entre exercícios distintos o tempo era de 60 segundos de descanso, controlado por um cronômetro digital. O tempo total do treino real era, em média, 15 minutos.

Devido à possibilidade de tonturas e enjoos provocados pelo tempo demasiado de uso do *Oculus Rift*, o tempo do treino virtual foi reduzido entre os intervalos. Portanto, a duração do treino era de 10 minutos. Durante todo o treino virtual, o voluntário permanecia sentado para evitar quedas.

O grupo GR realizou do início ao fim todos os treinos com o mesmo peso, calculado individual, para manter padrão o estudo, uma vez que o grupo GV não trabalhava com pesos de verdade. Os participantes permaneciam, durante a prática dos exercícios, no mesmo lugar da sala em que o avatar realizava o treino na sala virtual.

O grupo virtual GV, utilizou o *Oculus Rift* para imersão no ambiente virtual e para a prática do treino. Inicialmente, era apresentado um avatar, em terceira pessoa, praticando o “passada”, feminino ou masculino dependendo do sexo do participante. O objetivo disso era ambientar o participante com o espaço virtual. Dessa forma ele poderia olhar para os lados e reconhecer a sala. Após alguns segundos nesse ambiente, o participante era passado para o treino.

A visão do treino era em primeira pessoa, como se o participante tivesse um corpo virtual, também feminino ou masculino, conforme representado na figura 1. O avatar utilizava a barra e as caneleiras nos exercícios em que eram exigidos. O participante era orientado a prestar atenção em cada movimento dos seus membros inferiores virtuais e imaginar e sentir como se fosse ele mesmo que estivesse praticando o exercício. Este permanecia sentado durante todo o treino para evitar possíveis quedas consequentes de tonturas.



Figura 1: A) avatar feminino no passada,

B) avatar masculino no extensão de joelho.

Todos os participantes que concluíram os treinos foram reavaliados cognitivamente e fisicamente.

Análise estatística

O programa utilizado para a análise estatística foi o SPSS 16.0. A distribuição normal foi avaliada para cada uma das variáveis através do Teste de *Shapiro Wilk*.

Foram realizadas análises intra e entre grupos, sendo usados o Testes T de *Student* e o Teste de *Wilcoxon* para o primeiro caso e o Teste T e o Teste U de *Mann-Whitney* para o segundo, respectivamente, de acordo com a distribuição normal. O nível de significância utilizado foi de 5%.

Resultados

Avaliação física

Foram tiradas três imagens para cada músculo. A legenda para as medidas avaliadas no músculo vaso lateral, de cada imagem são: VL_C para comprimento do músculo, primeira imagem com espessura da extremidade A (VL_1A) e espessura da extremidade B (VL_1B), segunda imagem com espessura da extremidade A (VL_2A) e espessura da extremidade B (VL_2B), e, por fim, a terceira imagem da espessura da extremidade A (VL_3A) e espessura da extremidade B (VL_3B). A média da espessura muscular é representada por VL_media. Para o músculo reto femoral as legendas são as mesmas, também em três imagens, porém são representadas por RF (RF_1A, RF_1B, RF_2A, RF_2B, RF_3A e RF_3B).

Quase todas as variáveis da avaliação de massa muscular apresentaram distribuição normal, exceto VL_C pré e pós, VL_1A pré, VL_1B pré e VL_3A pré, do músculo vaso lateral. Na avaliação entre grupos as variáveis que não apresentaram homogeneidade de variâncias, pelo Teste de *Levene*, foram VL_1A pós, VL_1B pós, VL_2a pré e pós, VL_2B pós, VL_3A pós, VL_3B pré e pós, VL_media pré e pós, RF_1A pré, RF_2A pré e RF_3A pré. Na tabela 1, estão os escores para cada variável da avaliação pré e pós, entre os grupos.

Tabela 1. Comparação entre grupos da avaliação cognitiva

	GRUPOS GR E GV		GRUPOS GR E GC		GRUPOS GV E GC	
	Sig'	Sig''	Sig'	Sig''	Sig'	Sig''
VL_1A	0,03*	0,10	0,01*	0,00*	0,68	0,90
VL_1B	0,07	0,30	0,02*	0,01*	0,93	0,67
VL_2A	0,02*	0,13	0,00*	0,00*	0,59	0,95
VL_2B	0,00*	0,22	0,01*	0,01*	0,41	0,76
VL_3A	0,01*	0,14	0,00*	0,00*	1,00	0,90
VL_3B	0,05	0,23	0,01*	0,01*	0,75	0,81
VL_media	0,03*	0,16	0,00*	0,01*	0,68	0,90
RF_1A	0,23	0,20	0,54	0,34	0,35	0,52
RF_1B	0,18	0,36	0,09	0,29	0,71	0,75
RF_2A	0,26	0,32	0,26	0,38	0,55	0,66
RF_2B	0,37	0,23	0,23	0,21	0,93	0,69
RF_3A	0,29	0,21	0,26	0,26	0,58	0,59
RF_3B	0,17	0,21	0,07	0,11	0,75	0,76
RF_media	0,17	0,23	0,15	0,18	0,63	0,69

GR: grupo real; GV: grupo virtual; GC: grupo controle; Sig': valor de p entre grupos da avaliação pré Sig'': valor de p entre grupos da avaliação pós, VL_1A: espessura da extremidade A e VL_1B: espessura da extremidade B (primeira imagem), VL_2A: espessura da extremidade A e VL_2B: espessura da extremidade B (segunda imagem), VL_3A: espessura da extremidade A e VL_3B: espessura da extremidade B (terceira imagem) VL_media média da espessura muscular (músculo vaso lateral VL), RF_1A idem, mas do músculo reto femoral(RF)

Segundo a Tabela 1, percebe-se que existe diferença significativa entre os grupos GR e GC e em algumas variáveis entre os grupos GR e GV. Avaliando na Tabela 2, observa-se que os escores individuais do grupo GR se mostram mais elevados na avaliação pré e pós do que no grupo GC, para o músculo vaso lateral. Não há diferenças significativas entre os grupos nos escores do músculo reto femoral.

A comparação das avaliações pré e pós de cada grupo está representada na Tabela 2.

Tabela 2. Média (EP) pré e pós, comparação intra grupo (sig) do músculo vaso lateral.

	GRUPO GR			GRUPO GV			GRUPO GC		
	PRÉ	PÓS	Sig	PRÉ	PÓS	Sig	PRÉ	PÓS	Sig
VL_1 A	2,2 (0,07)	2,31 (0,07)	0,02	1,61 (0,23)	1,83 (0,24)	0,06	1,75 (0,13)	1,80 (0,12)	0,25
VL_1B	2,15 (0,08)	2,24 (0,10)	0,06	1,63 (0,24)	1,95 (0,24)	0,03	1,70 (0,14)	1,83 (0,10)	0,10
VL_2 A	2,21 (0,07)	2,30 (0,08)	0,08	1,61 (0,19)	1,83 (0,26)	0,13	1,75 (0,13)	1,81 (0,12)	0,10
VL_2B	2,14 (0,09)	2,24 (0,10)	0,05	1,48 (0,22)	1,88 (0,25)	0,14	1,70 (0,12)	1,80 (0,10)	0,14
VL_3 A	2,20 (0,06)	2,25 (0,08)	0,23	1,61 (0,19)	1,83 (0,24)	0,10	1,66 (0,13)	1,80 (0,12)	0,07
VL_3B	2,15 (0,09)	2,23 (0,09)	0,11	1,61 (0,21)	1,88 (0,24)	0,03	1,70 (0,14)	1,81 (0,10)	0,13
VL_media	2,18 (0,07)	2,25 (0,08)	0,05	1,60 (0,20)	1,85 (0,24)	0,04	1,70 (0,12)	1,81 (0,11)	0,03

GR: grupo real; GV: grupo virtual; GC: grupo controle; Pré: avaliação pré; Pós: avaliação pós; Sig: valor de p na comparação intra grupo pré e pós; VL_1A: espessura da extremidade A e VL_1B: espessura da extremidade B (primeira imagem), VL_2A: espessura da extremidade A e VL_2B: espessura da extremidade B (segunda imagem), VL_3A: espessura da extremidade A e VL_3B: espessura da extremidade B (terceira imagem) VL_media média da espessura muscular (músculo vaso lateral VL)

Na avaliação das variáveis do músculo vaso lateral, observa-se diferença estatisticamente significativa no grupo GR na variável VL_1A. Apesar de não demonstrar diferença estatisticamente significativa no VL_1B (0,58) e no VL_2B (0,053), percebe-se que houve uma mudança. A espessura média do músculo também teve ganho.

O grupo GV apresentou diferenças estatisticamente significativas nas variáveis VL_1B, VL_3B e na média da espessura do músculo, mostrando que a RV é capaz de gerar mudanças estruturais no músculo. Quanto a variável VL_1A_2 (0,058), o grupo GV chegou bem perto de mostrar diferença significativa. O grupo GC, como esperado, não apresentou mudanças específicas no músculo, exceto por uma mudança da espessura média do músculo.

A análise das variáveis do músculo reto femoral se revelou com distribuição normal, exceto a 2B_pre. Foi realizada uma comparação pré e pós intra grupo, representada na Tabela 3, com as variáveis do músculo reto femoral.

Tabela 3. Média (EP) pré e pós, comparação intra grupo (sig) do músculo reto femoral

	GRUPO GR			GRUPO GV			GRUPO GC		
	PRÉ	PÓS	Sig	PRÉ	PÓS	Sig	PRÉ	PÓS	Sig
RF_1 A	1,91 (0,09)	2,03 (0,11)	0,08	1,51 (0,28)	1,65 (0,31)	0,20	1,81 (0,11)	1,86 (0,10)	0,59
RF_1B	1,96 (0,10)	2,13 (0,12)	0,07	1,58 (0,30)	1,83 (0,34)	0,04	1,70 (0,96)	1,95 (0,08)	0,00
RF_2 A	1,88 (0,09)	2,04 (0,13)	0,06	1,53 (0,27)	1,73 (0,31)	0,09	1,71 (0,10)	1,88 (0,10)	0,06
RF_2B	1,94 (0,10)	2,12 (0,11)	0,03	1,63 (0,30)	1,76 (0,30)	0,20	1,71 (0,10)	1,90 (0,10)	0,14
RF_3 A	1,88 (0,10)	2,06 (0,12)	0,01	1,55 (0,27)	1,68 (0,31)	0,14	1,71 (0,09)	1,86 (0,10)	0,07
RF_3B	1,95 (0,10)	2,14 (0,11)	0,03	1,56 (0,29)	1,76 (0,31)	0,06	1,66 (0,09)	1,86 (0,09)	0,08
RF_media	1,94 (0,10)	2,11 (0,11)	0,06	1,56 (0,28)	1,75 (0,31)	0,04	1,71 (0,09)	1,88 (0,09)	0,08

GR: grupo real; GV: grupo virtual; GC: grupo controle; Pré: avaliação pré; Pós: avaliação pós; Sig: valor de p na comparação intra grupo pré e pós; RF_1A: espessura da extremidade A e RF_1B: espessura da extremidade B (primeira imagem), RF_2A: espessura da extremidade A e RF_2B: espessura da extremidade B (segunda imagem), RF_3A: espessura da extremidade A e RF_3B: espessura da extremidade B (terceira imagem) RF_media média da espessura muscular (músculo reto femoral RF)

Segundo a Tabela 3, percebe-se que houve ganhos. O grupo GR, por exemplo, apesar de não ter demonstrado melhora significativa na média da espessura do músculo (0,056), apresentou aumento nas variáveis RF_2B, RF_3A e RF_3B.

O grupo GV apresentou aumento no escore da variável RF_1B e no da média final da espessura do músculo. Isso mostra que o treino virtual atingiu seu objetivo. O grupo GC, por outro lado, apresentou mudança apenas na variável RF_1B.

Todas as variáveis de força muscular se apresentaram com distribuição normal, exceto a força isométrica de quadríceps pré. Na Tabela 4, está representada a comparação pré (sig') e pós (sig'') da força isométrica de quadríceps (Qi), isométrica de isquiotibiais (Ii) e força concêntrica de quadríceps (Qc) e de isquiotibiais (Ic). Todas as variáveis se mostraram com homogeneidade de variâncias pelo Teste de *Levene*.

Tabela 4. Comparação entre grupos da avaliação cognitiva

	GRUPOS		GRUPOS		GRUPOS	
	GR E GV	GR E GC	GR E GC	GV E GC	GV E GC	GV E GC
	Sig'	Sig''	Sig'	Sig''	Sig'	Sig''
Qi	0,34	0,49	0,95	0,43	0,55	0,25
Qc	0,65	0,61	0,64	0,75	0,43	0,46
li	0,92	0,56	0,88	0,94	0,97	0,69
lc	0,82	0,88	0,68	0,95	0,52	0,86

GR: grupo real; GV: grupo virtual; GC: grupo controle; Pré: avaliação pré; Pós: avaliação pós; Sig': valor de p entre grupos da avaliação pré; Sig'': valor de p entre grupos da avaliação pós; Qi: força isométrica de quadríceps; Qc: força concêntrica de quadríceps; li: força isométrica de isquiotibiais; lc: força concêntrica de isquiotibiais

Não foi encontrada nenhuma diferença significativa na avaliação pré e pós entre os grupos. Também foi realizada uma comparação da força muscular de cada grupo, entre seu momento pré e pós, conforme a Tabela 5.

Tabela 5. Média (EP) pré e pós, comparação intra grupo (sig) de força muscular

	GRUPO GR			GRUPO GV			GRUPO GC		
	PRÉ	PÓS	Sig	PRÉ	PÓS	Sig	PRÉ	PÓS	Sig
Qi	182,74 (21,62)	194,64 (19,78)	0,51	220,65 (32,06)	221,31 (35,70)	0,75	182,61 (24,38)	169,70 (23,39)	0,02
Qc	162,91 (16,32)	159,76 (18,66)	0,57	176,41 (26,71)	176,25 (27,92)	0,97	151,68 (15,00)	151,03 (17,40)	0,85
li	91,24 (11,00)	90,21 (8,41)	0,82	93,11 (15,22)	99,95 (15,83)	0,12	93,75 (13,66)	91,26 (14,02)	0,31
lc	86,71 (12,25)	82,98 (10,52)	0,15	91,00 (13,62)	85,73 (15,93)	0,49	79,33 (11,28)	82,06 (13,11)	0,32

GR: grupo real; GV: grupo virtual; GC: grupo controle; Pré: avaliação pré; Pós: avaliação pós; Sig: valor de p na comparação intra grupo pré e pós

Qi: força isométrica de quadriceps; Qc: força concêntrica de quadriceps; li: força isométrica de isquiotibiais; lc: força concêntrica de isquiotibiais

Segundo a Tabela 5, não foi encontrado mudanças significativas de força muscular para nenhum dos grupos. O grupo GC, inclusive, apresentou piora no escore de força isométrica de quadríceps entre a avaliação pré e pós.

Avaliação cognitiva

As variáveis que se apresentaram com distribuição normal foram: dígitos ordem direta (pós), inversa (pré e pós) e ponderado (pós), *MOCA* pré, *IDATE* pré e pós e *TMT A* pós. As demais não apresentaram distribuição normal.

A média de *IDATE* dos três grupos foi de 22,71 com desvio padrão (DP) de 3,89. A média de *IDATE* entre os participantes no grupo GR foi de 22 anos (DP 1,73), no grupo GV de 23,33 (DP 5,16) e no grupo GC foi de 23,16 (DP 5,23).

Na Tabela 6, estão os resultados da comparação entre grupos de cada variável na avaliação pré e pós.

Tabela 6. Comparação entre grupos da avaliação cognitiva

	GRUPOS		GRUPOS		GRUPOS	
	GR E GV	GR E GC	GR E GC	GR E GC	GV E GC	GV E GC
	Sig'	Sig''	Sig'	Sig''	Sig'	Sig''
MOCA	0,71	0,12	0,33	0,38	0,74	0,45
DÍGITO-D	0,00	0,04	0,08	0,67	0,07	0,06
DÍGITOS-I	0,12	0,10	0,72	0,41	0,24	0,01
DÍGITO-P	0,01	0,02	0,17	0,81	0,22	0,01
IDATE-E	0,36	0,42	0,00	0,26	0,06	0,94
IDATE-T	0,89	0,22	0,62	0,30	0,65	0,81
TMT-A	0,21	0,72	0,59	0,31	1,00	0,47
TMT-B	0,34	0,19	0,31	0,03	0,06	0,33

GR: grupo real; GV: grupo virtual; GC: grupo controle; Sig': valor de p entre grupos da avaliação pré; Sig'': valor de p entre grupos da avaliação pós; *MOCA*: *Montreal Cognitive Assessment*; Dígitos: D (direto), I (inverso), P (ponderado); *Idate* (Inventário de Ansiedade Traço-Estado): E (estado), T (traço); *TMT* (Trail Making Test): A (parte A), B (parte B).

Na análise entre grupos, foi utilizado o Teste U de *Mann-Whitney* para as variáveis sem distribuição normal. Para as variáveis com esta característica, foi usado o Teste T, e realizado o Teste de *Levene* para homogeneidade de variâncias. Todas as variáveis apresentaram homogeneidade, exceto o *IDATE* Traço pré.

Nessa análise, não encontramos significância entre as avaliações pré e pós das variáveis *MOCA*, *IDATE* Traço e *TMT A*. Houve, no entanto, uma diferença significativa entre os grupos nas demais variáveis, conforme a Tabela 6.

A variável Dígitos Direto mostrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos GR e GV em ambas as avaliações, pré e pós. No Dígitos Inverso, essa diferença se mostrou entre os grupos GV e o GC, na avaliação pós, demonstrando que um dos grupos teve mudança. Comparando a variável Dígitos Ponderado, há diferença significativa entre os grupos GR e o GV, pré e pós, e entre os grupos GV e GC na avaliação pós.

A variável de ansiedade, IDATE Estado, apresentou diferença significativa entre os grupos GR e GC pré. No IDATE Traço e TMT A não houve diferença entre os grupos. O TMT B pós, apresentou diferença entre os grupos GR e GC.

A Tabela 7 apresenta os escores da análise intra grupos da avaliação cognitiva pré e pós para cada variável.

Tabela 7. Média (EP) pré e pós, comparação intra grupo (sig) na avaliação cognitiva

	GRUPO GR			GRUPO GV			GRUPO GC		
	PRÉ	PÓS	Sig	PRÉ	PÓS	Sig	PRÉ	PÓS	Sig
MOCA	27,00 (0,86)	28,55 (0,70)	0,01	26,33 (1,14)	27,00 (0,68)	0,49	25,83 (1,01)	27,83 (0,74)	0,04
DÍGITO-D	8,55 (0,92)	11,44 (1,0)	0,01	14,5 (0,5)	14,5 (0,76)	1,00	12,00 (1,18)	12,00 (0,96)	0,89
DÍGITOS-I	5,77 (0,74)	7,77 (1,16)	0,02	8,33 (1,56)	10,50 (0,76)	0,18	6,16 (0,74)	6,33 (1,11)	0,84
DÍGITO-P	11,33 (1,19)	14,00 (1,30)	0,03	16,5 (1,14)	17,83 (0,74)	0,18	14,00 (1,39)	14,00 (1,09)	0,89
IDATE-E	33,11 (1,38)	34,55 (1,76)	0,49	35,33 (2,06)	37,83 (4,19)	0,63	42,00 (2,44)	38,16 (2,71)	0,01
IDATE-T	38,44 (3,16)	35,66 (3,07)	0,22	39,00 (1,75)	42,16 (4,14)	0,32	40,83 (3,46)	40,83 (3,73)	0,32
TMT-A	19,88 (1,34)	18,55 (1,05)	0,55	21,16 (1,10)	19,33 (1,40)	0,46	25,00 (3,82)	21,33 (2,23)	0,13
TMT-B	44,88 (4,11)	33,44 (5,16)	0,01	38,66 (3,47)	39,66 (5,01)	0,67	63,16 (10,21)	55,50 (12,27)	0,46

GR: grupo real; GV: grupo virtual; GC: grupo controle; Pré: avaliação pré; Pós: avaliação pós; Sig: valor de p na comparação intra grupo pré e pós; MOCA: *Montreal Cognitive Assessment*; Dígitos: D (direto), I (inverso), P (ponderado); Idate (Inventário de Ansiedade Traço-Estado): E (estado), T (traço); TMT (Trail Making Test): A (parte A), B (parte B).

A seguir, são apresentados os gráficos, realizando uma comparação do MOCA, Dígitos, IDATE e TMT pré e pós entre os grupos.

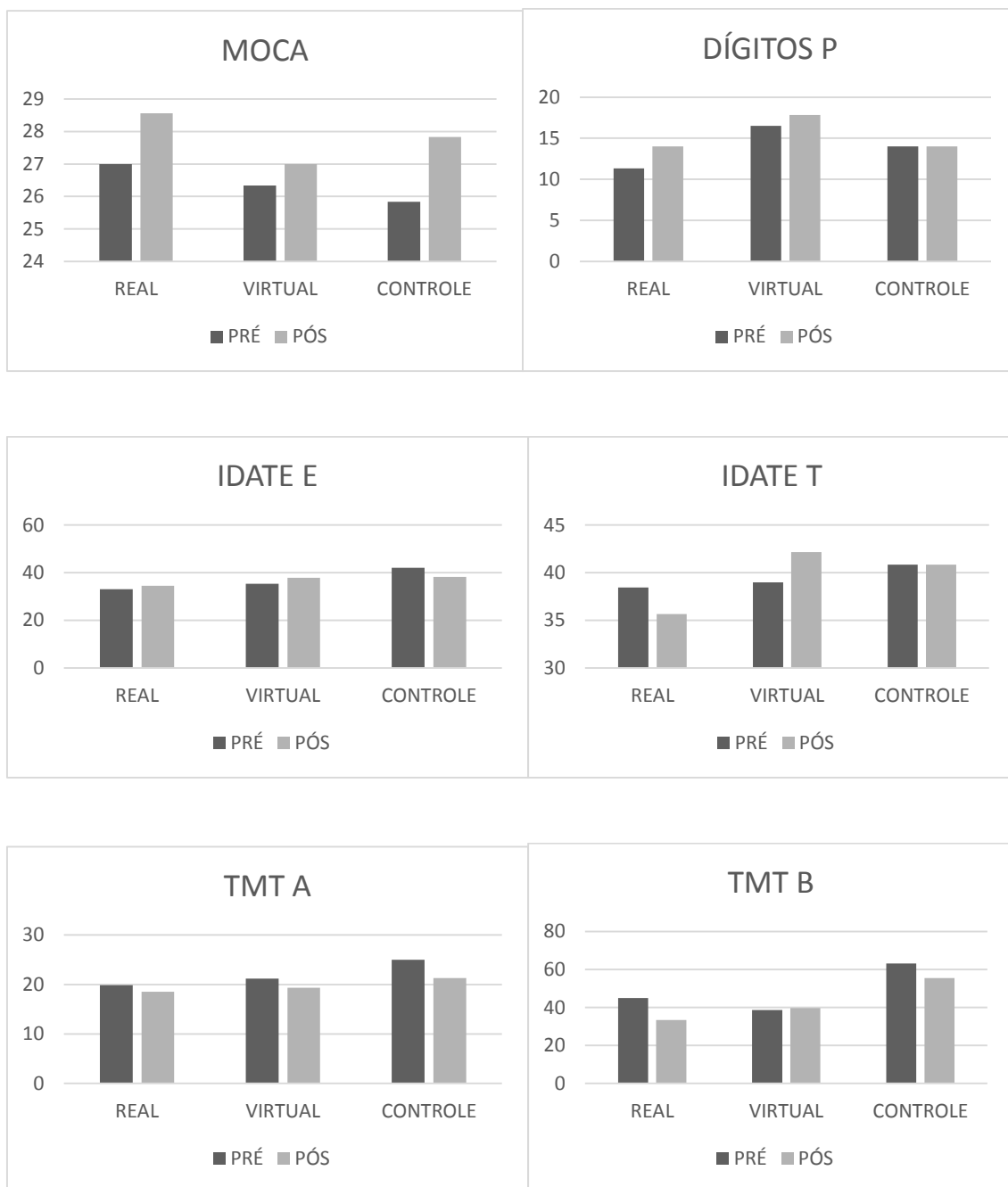


Figura 2. Gráficos da avaliação cognitiva
 MOCA: *Montreal Cognitive Assessment*; Dígito: D (direto), I (inverso), P (ponderado); Idate (Inventário de Ansiedade Traço-Estado): E (estado), T (traço); TMT (Trail Making Test): A (parte A), B (parte B).

Na avaliação intra grupo, houve diferença estatisticamente significativa na variável *MOCA*, entre a avaliação pré e pós, nos grupos GR e GC, mostrando melhora estatisticamente significativa, conforme Tabela 7. O grupo GR apresentou melhoras também nas tarefas do Dígito Direto e Inverso, aumentando, conseqüentemente, seu escore no Dígito Ponderado, demonstrando melhora de uma forma geral nas funções de atenção a estímulos verbais, memória verbal e de trabalho. Os demais grupos não apresentaram melhora nessa tarefa.

No inventário de ansiedade, houve uma diferença estatisticamente significativa apenas no grupo GC, na variável IDATE Estado. Quanto maior o escore, mais alta é a ansiedade. O grupo GC apresentou redução significativa da ansiedade no momento da avaliação pós. O IDATE Traço, no entanto, não apresentou nenhuma diferença significativa.

Na tarefa das Trilhas, apenas os grupos GR demonstraram melhora significativa. Quanto maior o escore, maior o tempo utilizado para realizar a tarefa. No caso do grupo GR, esse tempo foi reduzido da avaliação pré para a pós, na parte B, o que significa um ganho na flexibilidade mental, na memória de trabalho e no controle inibitório.

Discussão

O objetivo deste estudo era comparar os resultados de uma avaliação cognitiva e física de um treino físico real e um virtual imersivo. Os resultados apontaram melhora significativa na massa muscular do grupo GR e do grupo GV de uma maneira geral. Já na avaliação cognitiva houve melhoras no grupo que praticou, de fato, o exercício físico (GR).

Houve aumento dos músculos tanto vaso lateral quanto reto femoral no grupo GR. Os resultados estão de acordo com a literatura (Correa et al., 2013), afirmando que o treino físico é capaz de gerar aumento da massa muscular, embora não tenha expressado o mesmo resultado positivo para a força muscular.

O grupo GV corroborou a hipótese de que um treino virtual seria benéfico para o ganho de massa muscular, mas não resultou em aumento de força muscular. O conceito de IM foi bem aplicado na RV, gerando resultados físicos positivos. Percebia-se, ao longo do treino, que os participantes mexiam levemente os membros inferiores, demonstrando uma boa imersão para a prática do movimento de cada exercício.

Os resultados demonstram que houve diferenças entre os grupos em algumas variáveis na avaliação cognitiva. Essas diferenças podem ser melhor explicadas através das diferenças encontradas entre as avaliações pré e pós de cada grupo em cada uma das variáveis.

A avaliação cognitiva confirmou, como já demonstrado pela literatura (Hillman, Erickson, & Kramer, 2008), que o exercício físico contribui para a melhora das funções cognitivas. O grupo GR apresentou evolução positiva em quase todas as variáveis avaliadas.

Houve melhora do grupo GR no *MOCA*, que é uma avaliação cognitiva global. Visto que este grupo melhorou nos demais testes, era de se esperar aumento no escore dessa variável. O treino físico demonstrou contribuir para melhor desempenho

da atenção a estímulos verbais, da memória verbal e da memória de trabalho nas tarefas do Subteste Dígitos (Direto e Inverso). O aumento do escore ponderado no Dígitos comprova ganho geral nessas funções cognitivas.

A redução do tempo na parte B do *TMT* ratifica o benefício do exercício físico para a memória de trabalho, além de ajudar na melhoria da flexibilidade mental e do controle inibitório. Apesar da literatura trazer que há possibilidade de redução da ansiedade com o exercício físico (Klasnja et al., 2014), não foi possível confirmar este dado.

O grupo GC também apresentou melhora estatisticamente significativa no *MOCA*. Por se tratar de um teste para avaliação global da cognição e para detecção de comprometimentos cognitivos, podemos observar que não mede uma evolução positiva na cognição, e sim, um não prejuízo cognitivo. Este grupo também demonstrou redução no escore de ansiedade-estado da avaliação pré para a pós. Este resultado leva a pensar que este grupo estava mais à vontade durante a avaliação pós, enquanto que se tinha uma expectativa de melhora nas funções cognitivas nos outros dois grupos, fato que pode tê-los deixado mais ansiosos na avaliação pós, embora não tenham representado isso em uma diferença significativa.

O grupo GV não apresentou diferença significativa nas tarefas cognitivas. Talvez com o aumento do tamanho amostral essa melhora ficaria mais evidente, uma vez que já foi comprovado que a RV ajuda nas funções cognitivas (Optale et al., 2010).

Para o conceito de IM ter ativado um potencial efeito na parte cognitiva e de força muscular, a experiência imersiva deveria ter sido mais real em alguns pontos, como na qualidade da imagem virtual e nas sensações hápticas (Slater, 2009). Uma vez que o participante permanecia sentado durante o treino virtual, enquanto seu corpo virtual estava em pé realizando o exercício, houve confusão na interpretação dos sentidos sensório-motores.

É possível a mente do participante se iludir com um corpo virtual, como já foi demonstrado na literatura com representações de membros virtuais no lugar de membros fantasma (Murray, Patchick, Pettifer, Caillette, & Howard, 2006). Para isso, porém, deve haver uma sincronia das ações do participante e da sua representação virtual.

Apesar da imersão não ter sido suficiente para ganhos cognitivos e de força muscular, foi possível iludir o cérebro a ponto de gerar um ganho na massa muscular. Isto já é um grande passo para o uso da RV na área da reabilitação. Os ganhos cognitivos, talvez, possam se mostrar em protocolos de treino mais prolongados, onde o cérebro possa ter o tempo adequado para realizar as mudanças necessárias para se ter esses ganhos.

Conclusões

Este estudo visava comparar os efeitos de uma avaliação física e cognitiva de um treino real e de outro virtual. Houve ganhos físicos em ambos os grupos. Este é o primeiro estudo a mostrar um ganho físico no uso da RV, mesclando IM e exercício físico.

Apesar do estudo não ter revelado resultados cognitivos positivos, a RV será uma ferramenta de alta qualidade para a área da reabilitação, tanto física como cognitiva. Pessoas com incapacidades de se locomover poderão se beneficiar dessa tecnologia.

Referências

- Anderson, P. L., Price, M., Edwards, S. M., Obasaju, M. A., Schmertz, S. K., Zimand, E., & Calamaras, M. R. (2013). Virtual reality exposure therapy for social anxiety disorder: a randomized controlled trial. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 81*(5), 751–760. <https://doi.org/10.1037/a0033559>
- Andrade, L., Gorenstein, C., Vieira Filho, A. H., Tung, T. C., & Artes, R. (2001). Psychometric properties of the Portuguese version of the State-Trait Anxiety Inventory applied to college students: factor analysis and relation to the Beck Depression Inventory. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research = Revista Brasileira De Pesquisas Medicas E Biologicas, 34*(3), 367–374.
- Cho, B.-H., Ku, J., Jang, D. P., Kim, S., Lee, Y. H., Kim, I. Y., ... Kim, S. I. (2002). The effect of virtual reality cognitive training for attention enhancement. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society, 5*(2), 129–137. <https://doi.org/10.1089/109493102753770516>
- Correa, C. S., Baroni, B. M., Radaelli, R., Lanferdini, F. J., Cunha, G. dos S., Reischak-Oliveira, Á., ... Pinto, R. S. (2013). Effects of strength training and detraining on knee extensor strength, muscle volume and muscle quality in elderly women. *Age (Dordrecht, Netherlands), 35*(5), 1899–1904.
- Dias, R. M. R., Cyrino, E. S., Salvador, E. P., Nakamura, F. Y., Pina, F. L. C., & Oliveira, A. R. de. (2005). Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte, 11*(4), 224–228. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922005000400004>
- Fritz, N. E., Cheek, F. M., & Nichols-Larsen, D. S. (2015). Motor-Cognitive Dual-Task Training in Persons With Neurologic Disorders: A Systematic Review. *Journal of Neurologic Physical Therapy, 39*(3), 142–153.
- Grealy, M. A., Johnson, D. A., & Rushton, S. K. (1999). Improving cognitive function after brain injury: the use of exercise and virtual reality. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 80*(6), 661–667.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience, 9*(1), 58–65.
- Klasnja, A., Grujic, N., Popadic Gacesa, J., Barak, O., Tomic, S., & Brkic, S. (2014). Influence of graded exercise therapy on anxiety levels and health-related quality

- of life in chronic fatigue syndrome. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(2), 210–215.
- Memória, C. M., Yassuda, M. S., Nakano, E. Y., & Forlenza, O. V. (2013). Brief screening for mild cognitive impairment: validation of the Brazilian version of the Montreal cognitive assessment. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 28(1), 34–40. <https://doi.org/10.1002/gps.3787>
- Murray, C. D., Patchick, E., Pettifer, S., Caillette, F., & Howard, T. (2006). Immersive Virtual Reality as a Rehabilitative Technology for Phantom Limb Experience: A Protocol. *CyberPsychology & Behavior*, 9(2), 167–170. <https://doi.org/10.1089/cpb.2006.9.167>
- Optale, G., Urgesi, C., Busato, V., Marin, S., Piron, L., Priftis, K., ... Bordin, A. (2010). Controlling memory impairment in elderly adults using virtual reality memory training: a randomized controlled pilot study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(4), 348–357. <https://doi.org/10.1177/1545968309353328>
- Pamukoff, D. N., Haakonssen, E. C., Zaccaria, J. A., Madigan, M. L., Miller, M. E., & Marsh, A. P. (2014). The effects of strength and power training on single-step balance recovery in older adults: a preliminary study. *Clinical Interventions in Aging*, 9, 697–704.
- Pfurtscheller, G., Leeb, R., Keinrath, C., Friedman, D., Neuper, C., Guger, C., & Slater, M. (2006). Walking from thought. *Brain Research*, 1071(1), 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2005.11.083>
- Reiser, M. (2005). Kraftgewinne durch Vorstellung maximaler Muskelkontraktionen [Strength gains by motor imagery of maximal muscle contractions]. *Zeitschrift Für Sportpsychologie*, 12(1), 11–21. <https://doi.org/10.1026/1612-5010.12.1.11>
- Reiser, M., Büsch, D., & Munzert, J. (2011). Strength gains by motor imagery with different ratios of physical to mental practice. *Frontiers in Psychology*, 2, 194. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00194>
- Sanchez-Vives, M. V., & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(4), 332–339. <https://doi.org/10.1038/nrn1651>
- Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3549–3557. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>
- Tombaugh, T. N. (2004). Trail Making Test A and B: normative data stratified by age and education. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 19(2), 203–214.

- Turolla, A., Dam, M., Ventura, L., Tonin, P., Agostini, M., Zucconi, C., ... Piron, L. (2013). Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10, 85. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-85>
- Vogt, T., Herpers, R., Askew, C. D., Scherfgen, D., Struder, H. K., & Schneider, S. (2015). Effects of Exercise in Immersive Virtual Environments on Cortical Neural Oscillations and Mental State, Effects of Exercise in Immersive Virtual Environments on Cortical Neural Oscillations and Mental State. *Neural Plasticity, Neural Plasticity*, 2015, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2015/523250>, 10.1155/2015/523250
- Wiederhold, M. D., Gao, K., & Wiederhold, B. K. (2014). Clinical Use of Virtual Reality Distraction System to Reduce Anxiety and Pain in Dental Procedures. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 17(6), 359–365. <https://doi.org/10.1089/cyber.2014.0203>
- Wilde, N. J., Strauss, E., & Tulskey, D. S. (2004). Memory span on the Wechsler Scales. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26(4), 539–549. <https://doi.org/10.1080/13803390490496605>

CONCLUSÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO

Através deste estudo, pode-se concluir que o exercício físico é benéfico para a saúde de um modo geral. Um treino físico ajuda na melhora de algumas funções cognitivas como atenção, memória, aprendizado e flexibilidade mental. Além dos ganhos cognitivos, foi demonstrado aumento da massa muscular. Apesar de não ter sido encontrado diferença na força muscular, pode-se dizer que o exercício físico traz muitos outros ganhos.

O uso da realidade virtual se mostrou eficaz e atingiu o objetivo. Apesar de não gerar aumento nos escores cognitivos, percebe-se que se mostrou um fator protetivo para prevenir um declínio nas funções cognitivas, como aconteceu no grupo GC. Houve ganho de massa muscular, comprovando que o conceito de imagética motora pode ser aplicado no uso da realidade virtual. Não houve aumento da força muscular, mas acredita-se que algumas modificações no estudo, como permanecer em pé durante o treino virtual, aumentaria o senso de presença e realismo, contribuindo para que o participante tivesse um foco maior na imagética motora.

Essa tecnologia poderá ser utilizada, futuramente, na área da reabilitação, para pacientes com incapacidades físicas. Essa será uma forma deles manterem sua saúde de uma forma mais simples, mais lúdica e sem muito custo.

ANEXO A

Imagens comentadas na introdução



Figura a. Sensorama

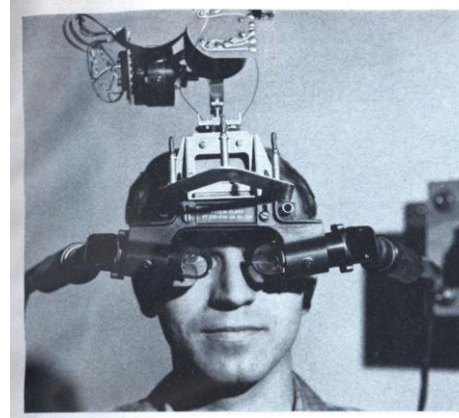


Figura b. HMD desenvolvido por Ivan Sutherland, 1965

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA PESQUISA



Figura c. Biodex, utilizado na avaliação de força



Figura d. Oculus Rift, utilizado no treino virtual

ANEXO B

Parecer do cep

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Exercícios Anaeróbios em Realidade Virtual: Efeitos Físicos e Cognitivos

Pesquisador: Alcyr Alves de Oliveira Junior **Área Temática:**

Versão: 2

CAAE: 51518915.0.0000.5345

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO

PARECER Número

do Parecer:

1.457.376

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo experimental com o objetivo de examinar as relações entre os efeitos do exercício físico em ambiente virtual e real sobre o desempenho de atenção e memória e de força e massa muscular. Será desenvolvido no Laboratório de Realidade Virtual e no Laboratório de Reabilitação da UFCSPA. Espera-se entender a capacidade destes procedimentos influenciarem o desempenho em processos atencionais e de memória dos participantes. Todos os passos dos protocolos serão acompanhados e supervisionados por profissionais da área de Fisioterapia, Psicologia e Educação Física.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo da pesquisa é comparar os efeitos da prática de exercícios físicos de forma convencional e a visualização em ambiente de realidade virtual imersiva sobre aspectos cognitivos e físicos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Como riscos os pesquisadores relatam que: os participantes do Grupo convencional podem sofrer leves dores musculares após os primeiros encontros do treino como resposta de adaptação aos exercícios propostos. Algumas pessoas podem sofrer leves tonturas no período de adaptação ao

Continuação do Parecer: 1.457.376

equipamento de realidade virtual.

Como benefícios esperados: Ambos os grupos tem possibilidade, através das intervenções, de apresentarem um aumento no seu desempenho físico e cognitivo. De uma forma geral se a hipótese for confirmada este estudo abrirá caminho para estudos que possibilitem a prática de exercícios virtuais para pessoas com dificuldades crônicas de movimento e até mesmo que apresentem lesões leves mas impeditivas de prática de exercícios.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O tema é relevante e a metodologia está descrita adequadamente.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

As sugestões foram realizadas pelo pesquisador.

Recomendações:

As sugestões foram realizadas pelo pesquisador.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com o parecer do Relator.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_633547.pdf	16/01/2016 18:29:58		Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	15/01/2016 14:50:12	Andréa Guedes Machado	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_reformulado_para_o_cep.docx	15/01/2016 14:48:34	Andréa Guedes Machado	Aceito
Outros	Carta_resposta_ao_CEP_Projeto_Realidade_Virtual.docx	15/01/2016 14:46:18	Andréa Guedes Machado	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Realidade_Virtual_e_Exercicios_fisicos.docx	15/01/2016 14:45:43	Andréa Guedes Machado	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	15/01/2016 11:05:45	Andréa Guedes Machado	Aceito
Outros	Termo_de_anuencia_prof_Alcyr.pdf	15/01/2016 11:03:17	Andréa Guedes Machado	Aceito

Continuação do Parecer: 1.457.376

Outros	Termo_de_anuenciacao_prof_Plentz.pdf	12/01/2016 10:27:45	Andréa Guedes Machado	Aceito
Outros	Termo_de_compromisso_Projeto_Realidade_Virtual_2015.pdf	02/12/2015 11:31:56	Alcyr Alves de Oliveira Junior	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	29/11/2015 17:47:57	Andréa Guedes Machado	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 18 de Março de 2016

Assinado por:
Julia Fernanda Semmelmann Pereira Lima
(Coordenador)

ANEXO C

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa intitulado “Exercícios Anaeróbios Convencionais e em Realidade Virtual: perspectiva para reabilitação cognitiva” desenvolvido na Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) sob responsabilidade do pesquisador Prof. Dr. Alcyr Alves de Oliveira.

O objetivo deste estudo é comparar os possíveis efeitos cognitivos, na memória e atenção, da prática de exercícios físicos comparado com a visualização em ambiente de realidade virtual. Aspectos físicos, como força e massa muscular, também serão avaliados. Todas as avaliações serão realizadas antes e depois do período de exercícios.

O programa de treinamentos compreenderá duas sessões por semana durante 12 semanas tendo intervalo de 48 horas entre cada sessão de treinamento. As sessões terão 20 minutos de prática total envolvendo 5 minutos de aquecimento geral seguido por 15 minutos de exercícios de membros inferiores.

Todos os voluntários serão alocados por sorteio em dois grupos que executarão exercícios convencionais ou virtuais. Os participantes do grupo convencional poderão sentir leves dores musculares após os primeiros encontros do programa como resposta de adaptação aos exercícios propostos. Os participantes do grupo virtual poderão sentir leves tonturas no período de adaptação ao equipamento de realidade virtual.

Convidamos, para participar desta pesquisa, pessoas acima dos 18 anos de idade. Todos os passos dos protocolos serão acompanhados e supervisionados por profissionais da área de Fisioterapia, Psicologia e Educação Física, sob supervisão direta do Prof. Dr. Alcyr Alves de Oliveira, docente e pesquisador da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre.

Eu _____ fui informado dos objetivos especificados acima e da justificativa desta pesquisa de forma clara e detalhada. Recebi informações específicas sobre cada procedimento no qual estarei envolvido, do desconforto ou riscos previstos tanto quanto dos benefícios esperados. Tenho consciência de que nenhum dado deste estudo será usado de forma individual sendo garantido o sigilo de todas as

informações prestadas. Todas as minhas dúvidas foram respondidas com clareza e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento. Além disto, estou ciente de que todas as informações me serão fornecidas no momento que eu solicitar e terei liberdade de retirar meu consentimento de participação a qualquer momento.

O investigador _____ certificou-me de que as informações por mim fornecidas terão caráter confidencial.

Assinatura do participante: _____

Assinatura do investigador: _____

Pesquisador Responsável:

Prof. Dr. Alcyr Oliveira (UFCSPA)

Telefone para contato: 3303-8826

ANEXO D

Normas da Revista:

Trends in Psychology/Temas em Psicologia

Objetivo e política editorial

Trends in Psychology/Temas em Psicologia publica relatos de pesquisa empírica, estudos históricos, teóricos e conceituais, relatos de experiência profissional, revisões críticas da literatura, notas técnicas e cartas aos editores. A revista, de periodicidade trimestral (março, junho, setembro e dezembro), tem por objetivo publicar artigos científicos que contribuam para o avanço do conhecimento em todas as áreas da Psicologia. Destina-se a estudantes, profissionais e pesquisadores da Psicologia e áreas afins.

Observação importante: Todos os artigos submetidos a partir de 01 de Janeiro de 2016 deverão ser traduzidos para o inglês, caso venham a ser aceitos para publicação. Os custos da tradução é de total responsabilidade do(s) autor(es). Caso o artigo venha a ser aceito, o mesmo deverá ser traduzido por uma das empresas ou profissionais credenciados pela revista, ou por um profissional externo comprovadamente nativo de países de língua inglesa. Nestes casos, será imprescindível emissão de comprovante de que a tradução ou revisão foi realizada por profissional nativo. Artigos que já tenham sido submetidos em inglês, mas os autores não são nativos de país de língua inglesa, deverão passar por revisão, conforme as normas acima. Ao submeter os artigos, os autores receberão um termo de Ciência e Aceite das normas de tradução de artigos da ***Trends in Psychology/Temas em Psicologia***. Caso os autores não aceitem os termos de tradução, o manuscrito não poderá ser veiculado por nosso periódico. Em caso de dúvidas, por favor, contactar a secretaria da revista:

comissaoeditorial@sbponline.org.br

I. Tipos de colaboração aceita

1. **Estudo empírico:** Relato de pesquisa original com descrição de objetivos, método, resultados e discussão. A discussão dos resultados deve incluir limitações do estudo e possíveis implicações.
2. **Revisão de literatura:** Síntese e revisões críticas de pesquisas já publicadas (meta-análises e revisões sistemáticas da literatura). O estudo deve descrever procedimentos metodológicos de busca e análise da literatura revisada.
3. **Estudo teórico/conceitual:** análise original sobre teorias ou conceitos da Psicologia, visando problematizar reflexões ou teses de uma literatura

específica em direção ao seu refinamento teórico.

4. **Relato de experiência/estudo de caso:** artigo original sobre descrição de procedimentos e estratégias de intervenção com indivíduos, grupos, comunidades ou organizações. Deve apresentar e discutir resultados obtidos e possíveis implicações para prática profissional.
5. **Nota/informe técnico:** descrição de instrumentos, métodos originais de pesquisa, novas técnicas de análise de dados.
6. **Carta aos editores:** comentários e atualizações sobre a revista dirigidas aos editores que serão publicadas a critério do editor-chefe com a concordância do remetente.

Artigos inseridos nas seções 1, 2, 3 e 4 deverão apresentar tamanho máximo de 30 laudas, incluindo resumo, *abstract*, *resumen*, texto propriamente dito, referências, figuras e tabelas (quando pertinentes). Nota/informe técnico (Seção 5) e Carta aos Editores (Seção 6) deverão apresentar tamanho máximo de 10 páginas, incluindo texto propriamente dito, referências, figuras e tabelas (quando pertinentes).

Tabelas e figuras não devem exceder um total de seis (6).

A submissão do manuscrito deverá ser feita por meio do sistema eletrônico de gerenciamento do processo de publicação, disponível em <http://submission-pepsic.scielo.br/index.php/tp/>. Manuscritos recebidos por correio convencional, fax, e-mail ou qualquer outra forma de envio não serão apreciados pela Comissão Editorial. Após a submissão do manuscrito no sistema eletrônico, os autores receberão uma mensagem de confirmação. O tempo médio de tramitação entre a submissão do manuscrito e sua publicação é um ano.

As seguintes condições são necessárias para que os manuscritos submetidos à revista sejam considerados para análise editorial:

1. Os manuscritos devem estar em conformidade com o Manual de Publicação da *American Psychological Association* (APA), 6ª. Edição, 2010.
2. Estudos empíricos, de abordagem quantitativa, qualitativa, ou mista, devem apresentar os seguintes subtópicos na seção Método: Participantes, Instrumentos, Procedimentos de coleta de dados, Procedimentos de análise de dados, Procedimentos éticos).
3. Os tópicos de Resultados e Discussão devem estar separados em artigos quantitativos, mas podem estar integrados em artigos qualitativos.

4. Exige-se que pelo menos 40% de todas as referências tenham sido publicadas nos últimos 5 anos. No caso de artigos de pesquisa histórica, o conselho editorial poderá considerar o corpo de referências sem este critério.
5. Devem estar redigidos em português, inglês ou espanhol.
6. Devem apresentar o resumo do trabalho em português, inglês e espanhol.
7. Não devem ter sido publicados em qualquer outro veículo de divulgação.
8. Não devem estar em análise para publicação em qualquer outro veículo de divulgação.
9. Todos os autores dos manuscritos devem ter previamente aprovado a sua submissão.
10. Qualquer pessoa citada como fonte de comunicação pessoal deve ter aprovado anteriormente a sua citação.
11. Os autores devem apresentar declaração de que todos os procedimentos éticos foram cumpridos.

IMPORTANTE:

- 1) Artigos que não estiverem em conformidade com as normas do Manual de Publicação da APA, 6ª. Edição, 2010, serão automaticamente rejeitados.
- 2) A taxa de rejeição de artigos na Revista Temas em 2016 foi de aproximadamente 70%.
- 3) Artigos empíricos de abordagem quantitativa devem respeitar os pressupostos dos testes utilizados. Tais pressupostos devem ser testados e seus resultados devem ser apresentados no manuscrito.

III. Aspectos éticos

A Trends in Psychology/Temas em Psicologia segue os padrões nacionais e internacionais de aspectos éticos relacionados à pesquisa com seres humanos (Resolução 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde & IUPsys - Declaração Universal dos Princípios Éticos para Psicólogos), e baseia o seu processo editorial no Comitê de Ética em Publicação (Committee on Publication Ethics, COPE). Obs. Eventuais trabalhos que tenham seguido a Resolução 466/2012 serão também considerados para avaliação. Assim, a Trends in Psychology/Temas em Psicologia apresenta os seguintes critérios para publicação:

É de responsabilidade dos autores:

1. Apresentar lista de referências ao final do manuscrito;
2. Informar sobre suporte financeiro (quando for o caso);

3. Garantir que o manuscrito submetido para publicação não está submetido ou publicado em nenhum outro veículo de comunicação;
4. Assumir que todos os autores do manuscrito participaram ativamente do processo de desenvolvimento do manuscrito, contribuindo significativamente para a pesquisa;
5. Garantir que os dados são reais, e que não há nenhuma espécie de plágio no manuscrito;
6. Garantir que todos os preceitos éticos preconizados pela resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) 196/96 foram cumpridos.

É de responsabilidade da comissão editorial da Temas em Psicologia:

1. Avaliar com rigorosidade, objetividade e parcimônia todos os manuscritos submetidos à revista, sem nenhum tipo de distinção;
2. Oferecer pareceres objetivos, construtivos e, acima de tudo, informativos para os autores do manuscrito avaliado;
3. Escolher pareceristas que não possuam conflito de interesse na publicação do manuscrito seja em relação aos autores, aos objetivos da pesquisa, ou à entidade patrocinadora;
4. Garantir que a tramitação do manuscrito utilizará o sistema de revisão duplo-cego (Double blind review process). Ou seja, garantir a preservação da identidade dos autores do manuscrito para os pareceristas, bem como garantir a preservação da identidade dos pareceristas para o(s) autor(es) do manuscrito.
5. Realizar a tramitação dos manuscritos em menor tempo hábil possível.
6. Garantir que toda e qualquer decisão editorial será baseada somente na importância, qualidade, originalidade e mérito do manuscrito.

A comissão editorial da Temas em Psicologia se compromete ainda à:

1. Buscar o constante desenvolvimento da Revista, através de ampliação das fontes de indexações, do escopo da revista, e da qualidade editorial;
2. Publicar, sempre que necessário, correções, clarificações e retratações por parte dos autores.

Para maiores informações sobre todos os procedimentos éticos do processo editorial da Temas em Psicologia, visite as Diretrizes do Committee on Publication Ethics (COPE):

http://publicationethics.org/files/Ethical_guidelines_for_peer_reviewers_0.pdf

Por se tratar de uma publicação unicamente eletrônica, o manuscrito poderá conter, quando indispensável, figuras ou fotos coloridas. Conforme as normas do Manual de Publicação da APA 6ª. Edição, cores em tabelas não são permitidas.

O artigo deverá ser digitado em processador de texto compatível com o padrão *Word for Windows 6.0 ou superior*, em fonte *Times New Roman*, tamanho 12, com espaçamento duplo e alinhamento à esquerda. A página deverá ser de tamanho A4, com 2,5 cm de margens em todos os lados (i.e., superior, inferior, esquerda e direita). Palavras ou expressões de origem estrangeira, estrangeirismos e símbolos estatísticos devem ser destacados em *itálico*.

A apresentação dos trabalhos deve seguir a seguinte ordem:

1. Folha de rosto personalizada contendo:

1.1. Título pleno em português, inglês e espanhol. O título pleno não deve exceder 15 palavras.

1.2. Sugestão de título abreviado para cabeçalho, na língua original do manuscrito. O título abreviado não deve exceder quatro palavras.

1.3. Nome de cada autor e suas afiliações institucionais. É recomendável incluir ORCID de cada autor (ver em orcid.org).

1.4. Indicação do endereço para correspondência com a Comissão Editorial, incluindo FAX (quando houver), telefone e endereço eletrônico.

1.5. Indicação do autor responsável pelo contato com os leitores bem como de seu endereço e contato de e-mail.

1.6. Quando necessário, incluir parágrafo reconhecendo apoio financeiro, colaboração de colegas e técnicos e outros fatos eticamente necessários.

1.7. Nota do autor com outras informações que se julgar relevantes (opcional).

1.8. A Folha de Rosto deve ser numerada com o número 1 e seguida pelas demais páginas do manuscrito numeradas em sequência.

2. Folha de rosto personalizada sem identificação:

2.1. Título pleno em português, inglês e espanhol.

2.2. Sugestão de título abreviado.

3. Folha contendo o Resumo em português, em inglês (Abstract) e em espanhol

(Resumen):

O **Resumo** deve ter entre 150 a 200 palavras, seguido de três a cinco palavras-chave para indexação do trabalho. As palavras-chave devem ser escolhidas com precisão adequada para fins de classificação, permitindo que o trabalho seja recuperado com trabalhos semelhantes. Assim, devem ser palavras-chave que, possivelmente, seriam evocadas por um pesquisador efetuando levantamento bibliográfico sobre o tema do manuscrito.

4. Texto propriamente dito

Esta parte do manuscrito deve começar em uma nova folha, contendo uma organização de reconhecimento fácil, sinalizada por títulos e, quando necessários, subtítulos (para organização de títulos e subtítulos, ver Manual de Publicação da APA, 6ª. Edição, 2010). Os locais sugeridos para inserção de figuras e tabelas devem ser claramente indicados no texto.

Notas de rodapé devem restringir-se à complementação de informações que, julgadas relevantes, não caibam na sequência lógica do texto; devem ser reduzidas ao mínimo.

Citações de autores devem obedecer às normas do Manual de Publicação da APA, 6ª. Edição, 2010. No caso de transcrição na íntegra de um trecho, a transcrição deve ser delimitada por aspas e a citação do autor deve ser seguida do número da página citada. Citações literais devem ser evitadas, mas quando tiverem 40 palavras ou mais devem ser apresentadas em bloco próprio, começando em nova linha, com recuo de 0,5cm em cada margem, na posição de um novo parágrafo. O mesmo tamanho de fonte do texto (12) deve ser utilizado.

Referências devem ser inseridas em uma nova página. A lista de referências deve ser formatada em espaço duplo, conforme exemplos abaixo.

Exemplos de referências:**Artigo de revista científica com doi**

Lyubomirsky, S., & Lepper, H. S. (1999). A measure of subjective happiness: Preliminary reliability and construct validation. *Social Indicators Research*, 46(1), 137–155. doi:10.1023/A:1006824100041

Artigo de revista científica sem doi

Hutz, C. S., & Zanon, C. (2011). Revisão da adaptação, validação e normatização da

escala de autoestima de Rosenberg. *Avaliação Psicológica*, 10(1), 41-49. Retrieved from: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/avp/v10n1/v10n1a05.pdf>

Artigo de revista científica com mais de sete autores

Caprara, G. V., Alessandri, G., Eisenberg, N., Kupfer, A., Steca, P., Caprara, M. G., ..., & Abela, J. (2012). The Positivity Scale. *Psychological Assessment*, 24(3), 701–712. doi:10.1037/a0026681

Capítulo de livro

Steger, M. F. (2009). Meaning in life. In S. J. Lopez (Ed.), *Oxford handbook of positive psychology* (2nd ed., pp. 679-687). Oxford, UK: Oxford University Press.

Capítulo de livro reeditado

Rosenmayr, L. (1985). Changing values and positions of aging in Western culture. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (2nd ed., pp. 190-215). New York: Van Nostrand Reinhold.

Outras formas de citação, consultar Manual de Publicação da *American Psychological Association*, 6^a. Edição, 2010.

5. Figuras

Devem ser apresentadas ao final do texto, uma em cada página do texto, incluindo legenda. Para assegurar qualidade de reprodução, figuras que contenham desenhos devem ser encaminhadas em qualidade para fotografia. Como há limites para a largura de figuras na versão publicada (PDF), os autores devem tomar cuidado para que as legendas mantenham qualidade de leitura, caso seja necessária redução. O título da figura não deve fazer parte dela, mas deve ser apresentado à parte como texto.

6. Tabelas

Devem ser apresentadas ao final do texto, uma em cada página, incluindo título e legenda (quando necessário). Os autores deverão limitar sua largura a 60 caracteres, para tabelas simples que ocupem uma coluna impressa, incluindo três caracteres de espaço entre colunas, e limitar sua largura a 125 caracteres, para tabelas que ocupem duas colunas impressas. O comprimento de tabelas não deve exceder 55 linhas, incluindo título e rodapé.

7. Anexos/Apêndices

Devem ser apresentados apenas quando contiverem informação original importante, ou destaque indispensável para a compreensão do trabalho. Autores que apresentem artigos de validação de instrumentos poderão enviar a versão de uso do instrumento em anexo. Em outros casos, recomenda-se evitá-los.