



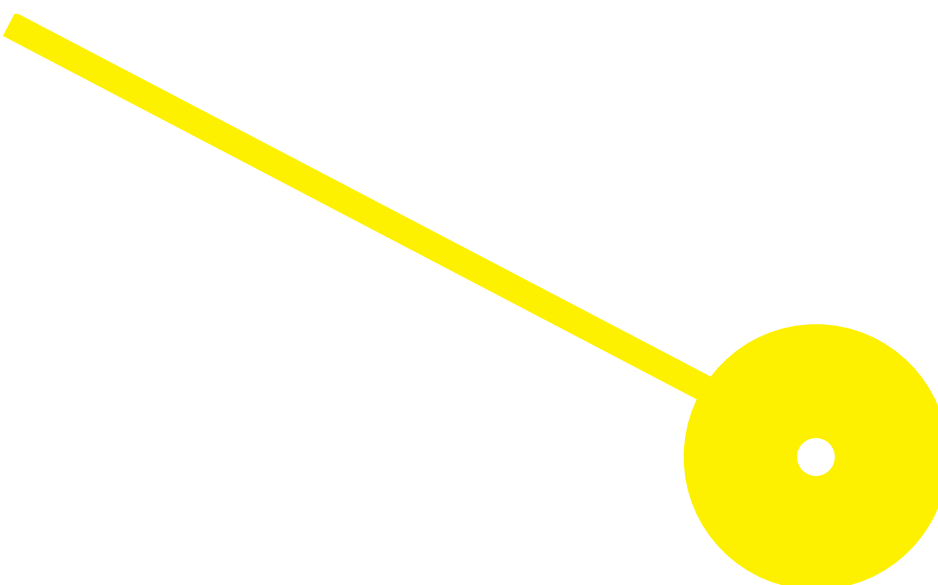
MESTRADO

Mestrado em Terapia Ocupacional

Determinar os valores normativos do desempenho de jovens com idades entre os 12 e 16 anos num jogo de realidade virtual imersiva

Flávia Daniela de Sousa Ribas

09/2023





Determinar os valores normativos do desempenho de jovens com idades entre os 12 e 16 anos num jogo de realidade virtual imersiva

Autor

Flávia Daniela de Sousa Ribas

Orientador(es)

Prof^ª. Doutora. Maria João Trigueiro/ESS P.PORTO

Prof. Doutor. Vítor Simões Silva/ESS P.PORTO

Prof. Doutor. Bruno Vieira de Melo/ESS P.PORTO

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em **Terapia Ocupacional – opção pediatria** pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.

Agradecimentos

Aos meus orientadores, Professora Doutora Maria João Trigueiro, Professor Doutor Vítor Simões e Professor Doutor Bruno Vieira de Melo, por toda a paciência durante este processo, pelas vossas conzelhas e compreensão por alguns deferimentos e pela partilha da vossa sabedoria que me ajudou a concluir mais uma etapa da minha vida académica.

À minha família por sempre me ter apoiado durante este longo percurso, e por sempre me ajudar nos momentos menos bons e me motivarem a continuar e percorrer este desafio até ao fim. Por ouvirem os meus desabaços e reivindicações e me ajudarem a encontrar soluções.

Resumo

Objetivo: Determinar os valores normativos da velocidade e precisão motora em jovens utilizando jogos realidade virtual imersiva. **Métodos:** A amostra total é constituída por 164 jovens do 3º ciclo. Mediu-se o desempenho no jogo de RVI Slinger e usou-se o teste Smooth Pursuit como medida de avaliação. As recolhas envolveram uma única sessão de 10 minutos. Aplicou-se o teste t de amostras independentes para comparar os resultados médios do teste de acordo a faixa etária e sexo. Utilizou-se correlações para verificar a associação entre o nível, o *score* do jogo e os resultados do Smooth-Pursuit. **Resultados:** A média do grupo no jogo e no teste dos 12-13 anos (nível =4,67 +/-1,98; score=33,86 +/-16,30 e Smooth-Pursuit=59,60 +/-28,22) foi inferior à média do grupo dos 14-16 anos (nível =5,36 +/-12,09; score=39,16 +/-17,48 e Smooth-Pursuit = 49,94 +/-28,61). Verificou-se também que o sexo masculino (nível =5,55 +/-1,90; score=40,78 +/-15,79 e Smooth-Pursuit=45,87 +/-16,97) superou o sexo feminino (nível =4,36 +/-2,05; score= 31,34 +/-17,15 e Smooth-Pursuit=66,32 +/-34,87). **Conclusão:** Os resultados mostram a possibilidade de diferenciar a velocidade e precisão motora entre as faixas etárias de 12-13 e 14-16 anos, fornecendo uma base para estabelecer valores normativos.

Palavras-chave: RVI; velocidade e precisão motora, coordenação motora, Slinger, Smooth Pursuit

Abstract

Objective: Determine the normative values for motor speed and accuracy in children using immersive virtual reality games. **Methods:** A total convenience sample of 164 students were recruited. Performance in the RVI Slinger game was measured, and the Smooth Pursuit test was used as an assessment measure. Data collection involved a single 10-minute session with each participant. An independent t-test was applied to compare the average results of Smooth-pursuit based on group age and sex. A correlation was used to examine the association between the slinger game level and score and the Smooth-Pursuit test results. **Results:** Younger children, aged 12-13, (level = 4.67 +/- 1.98, score = 33.86 +/- 16.30, and Smooth Pursuit = 59.60 +/- 28.22) scored lower than older children, aged 14-16 (level = 5.36 +/- 12.09, score = 39.16 +/- 17.48, and Smooth Pursuit = 49.94 +/- 28.61) in the IVR Slinger game. Males (level = 5.55 +/- 1.90, score = 40.78 +/- 15.79, and Smooth Pursuit = 45.87 +/- 16.97) performed better than females (level = 4.36 +/- 2.05, score = 31.34 +/- 17.15, and Smooth Pursuit = 66.32 +/- 34.87) in both the game and test. **Conclusion:** The results show that it is possible to distinguish different values for motor speed and accuracy between the two age groups (12-13 and 14-16), which could serve as a starting point for establishing normative values in this age range.

Keywords: IVR; Motor speed and accuracy; Motor coordination; Slinger; Smooth pursuit

Índice

1. Introdução	1
2. Métodos	4
2.2 Participantes	4
2.3 Instrumentos e Tecnologias	4
2.3.1 Questionários e Instrumentos de avaliação	4
2.3.2 Descrição dos instrumentos de Realidade Virtual	5
2.4 Procedimentos	5
2.5 Análise Estatística	5
3. Resultados	7
4. Discussão	10
5. Conclusão	15
6. Bibliografia	16

1. Introdução

De acordo com a *Occupational Therapy Practice Framework: Domain and Process: Fourth Edition* as competências motoras referem-se à eficácia com que uma pessoa se move ou interage com objetos, incluindo posicionar o corpo, obter e segurar objetos, mover-se a si e aos objetos e manter o desempenho (1).

O domínio das competências motoras é conhecido por ser um fator responsável pelo envolvimento em atividades físicas significativas (como o desporto) e pelo envolvimento em jogos fisicamente ativos (2). Portanto, as competências motoras (no qual se integra a coordenação) desempenham um papel fundamental na construção de um estilo de vida ativo (2). Dominar estas competências também contribui substancialmente para o desenvolvimento cognitivo e social (3) e promove a autoestima (4), competências cognitivas de ordem superior (5), o ajuste psicossocial e desempenho (6).

A oportunidade de utilizar a realidade virtual (RV) na área da saúde está a aumentar à medida que a tecnologia avança e a acessibilidade à RV melhora. A RV oferece uma nova forma de criar um ambiente virtual imersivo que fornece simulações cativantes com tarefas mensuráveis num ambiente controlado e de baixo risco (7). Segundo Burdea & Coiffet (8) a RV pode ser definida como uma interface usuário-computador de última geração, em que envolve a estimulação do sujeito a partir de vários canais sensoriais e a interação, em tempo real, do sujeito com o ambiente, que remete o mesmo para uma sensação de presença nesse mesmo ambiente virtual (8). No entanto, apesar de os avanços nesta área, é importante padronizar a terminologia na literatura emergente aplicada à RV (9). Um dos principais problemas reside na aplicação errónea na literatura do termo realidade virtual, onde este é frequentemente utilizado para descrever tecnologias que não satisfazem plenamente as suas especificações (por exemplo, um videojogo projetado num monitor) (9).

Posto isto, é importante esclarecer a terminologia para distinguir as duas faces da RV, nomeadamente, a realidade virtual imersiva (RVI) e a realidade virtual não imersiva (RVNI) (9). Seguindo, Kozhevnikov & Dhon (10), um ambiente virtual imersivo envolve uma simulação de computador sofisticada de um ambiente em 3D e uma interação entre a pessoa e o computador dentro desse espaço (10, 11). Num sistema de RVI (que normalmente é constituído por uma nova geração de *Head-Mounted Display* ou *CAVE System Automatic Virtual Environment System*), o utilizador é rodeado por uma representação 3D, gerada por um computador, e pode utilizar o seu corpo para uma experiência de interação sensorio-motora mais realista com o ambiente criado

(9). Na RVNI, o ambiente virtual é exibido num monitor normal de computador e a interação utilizador-interface é limitada ao uso de uma rato, joystick ou controlo remoto (9).

A RVI é composta por ambientes interativos projetados por computador que substituem/imitam experiências sensoriais do mundo real, produzindo uma sensação de presença naquele ambiente (12). A RVI permite um controlo rigoroso dos estímulos apresentados, fazendo com que as estratégias terapêuticas possam ter uma apresentação precisa (12). Ao utilizar a RVI de forma correta, as situações criadas podem ser úteis do ponto de vista terapêutico, pelo que de outras forma essas situações dificilmente poderiam ser recriadas na vida real (12). Esta tecnologia permite repetir, manipular e produzir o tratamento de forma imediata, além de reduzir inconsistências no mesmo (12).

Este tipo de tecnologias tem sido cada vez mais estudado, embora ainda não exista um grande corpo de evidência a respeito da utilização da realidade virtual imersiva na saúde, principalmente envolvendo crianças (11). Alguns estudos comparam a intervenção tradicional, nas competências motoras, com a intervenção utilizando a RVI.

Em 2021, um estudo realizado por Ahn (13), verificou os efeitos combinados da RVI e da terapia cognitiva, baseada num jogo de computador, no desenvolvimento da integração visuo-motora em crianças com deficiência intelectual. Foram incluídas no estudo treze crianças com idades entre os 7 e os 13 anos, cujo grupo de controlo foi o grupo de intervenção. A intervenção ocorreu em doze sessões, uma vez por semana, durante quarenta minutos. Foram utilizados jogos de RVI e o jogo de computador CoTras (13). Este tipo de intervenção apresentou resultados significativos quanto aos valores de integração visuo-motora. A comparação da escala do Teste de Desenvolvimento e Perceção Visual, 2ª Edição, mostrou uma melhoria na integração visuo-motora, na relação espacial e na velocidade da perceção visual e perceção visual geral no grupo em estudo (13).

Um outro estudo realizado por Shin et al. (14), teve como objetivo avaliar os efeitos de um programa de treino neurológico convencional e um programa de treino de RVI na coordenação olho-mão em crianças com paralisia cerebral. Neste estudo foram incluídas 16 crianças (9 do sexo masculino e 7 do sexo feminino). Após oito semanas de aplicação dos programas, foram encontradas diferenças significativamente positivas na coordenação óculo manual e na velocidade visuo-motora do grupo que foi submetido à intervenção com RVI em comparação com o grupo que foi exposto à terapia convencional, sendo que o primeiro obteve melhores resultados nas medida pré/pós-intervenção (14).

Além disso, a RVI pode ser utilizada na avaliação e como complemento à avaliação do desempenho motor, fornecendo aos técnicos informações quantitativas sobre o desempenho motor em termos de precisão e velocidade motora (15). Alguns estudos sobre diferentes patologias têm utilizado a RVI para avaliar componentes motores.

Um estudo realizado por Rutkowski (16), no qual participaram quatorze jovens (com idades entre os 14 e 19 anos), teve como objetivo investigar o potencial da utilização do treino com RVI para melhorar a coordenação olho-mão e a velocidade de reação. Os resultados mostraram que o uso do jogo de RVI melhorou a coordenação olho-mão, assim como o tempo de reação (16).

Outro estudo realizado por Moraes et al. (17) teve como objetivo investigar a influência da prática de tarefas em ambientes reais e virtuais, em crianças com perturbação do espectro do autismo, utilizando um protocolo com 10 intervenções. Os resultados reforçaram que a prática em ambiente virtual é mais difícil, mas promove uma estratégia diferente, que permite generalizar as competências treinadas (exatidão e precisão motora) para o ambiente real de forma mais eficaz. Além disso a maioria dos participantes relatou um elevado nível de prazer em jogar os jogos (17).

Um estudo realizado por Levac et al. (18), que tinha como objetivo descrever o uso clínico da RVI por fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais no Canadá, identificar barreiras e facilitadores na utilização, avaliar os fatores que predizem a intenção de utilizar a RVI e determinar as necessidades de aprendizagem dos terapeutas. Foi possível verificar que a RVI apresenta um grande potencial de uso nas terapias (18). Através do questionário utilizado no estudo, foi possível verificar que a RVI pode ser utilizada na intervenção em várias patologias (além de acidente vascular encefálico, lesões cerebrais e paralisia cerebral), podem também ser utilizados em áreas funcionais, como a participação, competências sociais, avaliação de risco no dia a dia, auto-estima, fobias (18), muitas das quais são áreas de atuação da terapia ocupacional.

Considerando o crescente interesse em utilizar a RVI como forma de avaliação, surgiu o interesse em realizar o presente estudo. Este tem como objetivo determinar os valores normativos da velocidade e precisão motora em crianças que frequentam o 3º ciclo do ensino básico por meio de jogos realidade virtual imersiva.

2. Métodos

De modo a cumprir o objetivo de estudo proposto, desenvolveu-se um estudo observacional descritivo. Este tipo de estudo é indicado para descrever os valores normativos obtidos pela amostra de um determinado estudo (19).

2.2 Participantes

Uma amostra composta por 164 alunos (87 do sexo masculino e 77 do sexo feminino), com idades entre 12 e 16 anos, foi selecionada em três escolas de duas cidades portuguesas, escolhidas por conveniência a partir da rede de contatos institucionais dos investigadores.

Foram definidos os seguintes critérios de inclusão: 1) ter idade igual ou superior a 12 anos, devido à idade recomendada para o uso da RVI (20, 21), 2) possuir domínio pleno da língua portuguesa, para se tornar possível a compreensão dos instrumentos. Os critérios de exclusão incluíram 1) ter uma condição de saúde que pudesse afetar sua participação e segurança durante a experiência de realidade virtual.

2.3 Instrumentos e Tecnologias

2.3.1 Questionários e Instrumentos de avaliação

Foi utilizado um questionário sociodemográfico que incluía questões sobre sexo, idade, grau de escolaridade, localidade de residência, uso anterior de RVI e frequência do seu uso.

Além do questionário, foi também aplicado como instrumento de avaliação da velocidade e precisão motora o Smooth-Pursuit Test (E-prime 3.0) (22-24). Neste teste, foram utilizados um computador e um rato. Inicialmente, o teste foi explicado aos participantes (22-24). Usando o cursor do rato os participantes deveriam seguir um ponto vermelho, que aparecia num fundo branco no ecrã do computador. O ponto vermelho movia-se em várias direções, horizontalmente, verticalmente e em círculos (no sentido dos ponteiros do relógio e ao contrário), por esta ordem (25). O objetivo era manter o cursor o mais próximo possível do centro do ponto vermelho, durante toda a duração do teste; os resultados traduzem a distância média, em milímetros, entre o ponto vermelho e o local onde os participantes colocaram o cursor (25, 26). Portanto, neste teste, uma maior pontuação indica um desempenho inferior do participante. Antes de iniciar o teste, os participantes realizaram um trial como treino para o teste. Da amostra total (n=164), 30 participantes foram escolhidos aleatoriamente para realizar esta avaliação.

2.3.2 Descrição dos instrumentos de Realidade Virtual

Neste estudo foi utilizado o jogo “Slinger”, do conjunto de jogos da plataforma de RV *Enhance*, da Virtuleap. O acesso à plataforma foi feito usando os óculos *Meta Oculus Quest 2*, que possuem 6 DOF, o que permite que haja um seguimento dos movimento da cabeça e do corpo em todo o plano de jogo, os óculos possuem também fitas ajustáveis a cada participante, um *fast-switch LCD display* com uma resolução de 1832x1920 e com áudio 3D incorporado diretamente nos óculos e um armazenamento de 128GB (27). As sessões foram realizadas utilizando a sessão *benchmark* do jogo (28).

O jogo foi explicado a todos os participantes, dizendo que estes deveriam segurar uma fisga na mão dominante enquanto, com a outra mão, atiravam bolas para um alvo que surgia aleatoriamente à sua frente. O alvo estava apenas disponível durante alguns segundos, após os quais desaparecia e voltava a aparecer num local diferente durante o jogo. Antes de jogar, os participantes podiam realizar um trial do jogo.

2.4 Procedimentos

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Escola Superior de Saúde do Politécnico do Porto (CE0109C/2022).

Os diretores das escolas selecionadas foram contactados para obter a autorização para o estudo. Após obtenção da anuência das instituições, foi enviado um e-mail com a descrição do estudo e o pedido de colaboração aos pais de todos os alunos que cumpriam os critérios de inclusão. Aos pais que concordaram em participar (n=205) foi enviado um e-mail com o termo do consentimento informado, de acordo com a Declaração de Helsinque (29), bem como um questionário sociodemográfico para preenchimento. Foram recebidas 164 respostas, que constituíram a amostra do estudo.

Depois de reunidas todas as condições, os investigadores agendaram os melhores horários para visitar as instituições.

Cada sessão durou aproximadamente dez minutos. Os participantes estavam sentados durante o jogo, numa sala a sós com os investigadores, de forma a diminuir os estímulos distratores. Após cada jogo, os investigadores verificavam se os participantes se sentiam bem e sem efeitos colaterais.

2.5 Análise Estatística

Foi realizada a análise dos dados utilizando o programa IBM SPSS 29.0 – *Statistical Package for the Social Sciences* (30). Utilizou-se estatística descritiva para caracterizar a amostra, recorrendo-se à frequência absoluta (n) e relativa (%) para caracterizar as variáveis sexo, idade, grau de escolaridade, localidade, uso prévio de RVI, frequência desse uso, e presença de alterações do desenvolvimento (participantes diagnosticados com PHDA e aqueles com medicação prescrita com base numa condição médica). Foram usadas medidas de tendência central – média e desvio padrão (DP) – para a variável idade. A idade foi recodificada numa variável dicotómica, correspondendo 1 ao grupo 12-13 e 2 ao grupo 14-16 anos.

Testou-se a normalidade das variáveis, que cumpriam os pressupostos de uma distribuição normal. O teste t de amostras independentes foi usado para comparar os resultados médios do Smooth Pursuit de acordo com grupo etário e sexo. Utilizaram-se correlações para verificar a associação entre o “nível”, o “score” e os resultados do teste Smooth Pursuit. A variável “nível” representa o nível máximo alcançado pelos participantes no jogo, com valor máximo de 12. A variável “score” representa a pontuação média alcançada pelos participantes no jogo.

Para todas as análises estatísticas, o nível de significância definido foi $\alpha=0,05$ (31).

3. Resultados

A amostra total compreendeu 164 jovens com idades compreendidas entre os 12 e os 16 anos (média 13,35 e DP 1,07), dos quais 77 (46,95%) eram do sexo feminino e 87 (53,05%) do sexo masculino. Destes, 60 (36,59%) frequentavam o 7º ano de escolaridade, 53 (32,32%) o 8º ano e 51 (31,10%) o 9º ano, sendo que 103 (62,80%) deles eram do Grande Porto e 61 (37,20%) de Viseu. Relativamente à experiência de utilização de RV, 57 (34,76%) afirmaram já ter utilizado, sendo que destes, 49 (29,88%) descreveram ter usado uma vez, cinco (3,05%) utilizaram uma ou duas vezes por semana, e três (1,83%) utilizavam três ou mais vezes por semana. Os restantes 107 jovens (65,24%) nunca tinham utilizado este tipo de equipamento. Por fim, sete jovens (4,30%) apresentavam alterações no desenvolvimento e 157 (95,70%) não (Tabela 1).

Tabela 1 Caracterização e distribuição da amostra de acordo com as características sociodemográficas

		Amostra 164 (100.00%)		
		N (%)	Média	DP
Idade	12	45 (27,44%)	13,35	1,07
	13	42 (25,61%)		
	14	57 (34,76%)		
	15	15 (9,14%)		
	16	5 (3,05%)		
Sexo	Sexo feminino	77 (46,95%)		
	Sexo masculino	87 (53,05%)		
Grau de escolaridade	7º	60 (36,59%)		
	8º	53 (32,32%)		
	9º	51 (31,10%)		
Localidade de residência	Grande Porto	103 (62,80%)		
	Viseu	61 (37,20%)		
Uso anterior de RVI	Sim	57 (34,76%)		
	Não	107 (65,24%)		
Frequência do uso	Nunca	107 (65,24%)		
	Algumas	49 (29,88%)		

	vezes	
	1 ou 2	
	vezes por semana	5 (3,05%)
	3 ou mais	
	vezes por semana	3 (1,83%)
Alterações no desenvolvimento	Sim	7 (4,30%)
	Não	157 (95,70%)

Os resultados médios obtidos no desempenho dos jovens no jogo Slinger podem ser encontrados na Tabela 2. Ao analisar os valores da amostra total foi possível conferir que na variável nível o grupo obteve uma pontuação média de 4,99 (+/- 2,06), já na variável score obteve uma média de 36,35 (+/-17,06). No que se refere aos resultados no teste Smooth Pursuit o grupo obteve uma média de 55,41 (+/-28,32).

Ao analisar os dados referentes ao desempenho no Slinger, verificou-se que, quando divididos por faixa etária, o grupo de 12-13 anos adquiriu valores médios de nível atingido e de score de 4,67(+/-1,98), e 33,86 (+/-16,38), respetivamente, inferiores aos do grupo de 14-16 anos (5,36 (+/- 2,09) e 39,16 (+/- 17,48) ($p_{\text{nível}}=0,030$ e $p_{\text{score}}=0,047$). No que se refere ao sexo, verificou-se que o sexo feminino obteve valores de nível e score de 4,36 (+/-2,05) e 31,34 (+/-17,15), respetivamente, inferiores ao sexo masculino 5,55 (+/-1,90) e 40,78 (+/-15,79) ($p_{\text{nível}}=0,001$ e $p_{\text{score}}=0,001$).

Após a análise do teste Smooth Pursuit, relativamente à idade, verificou-se que o desempenho de velocidade e precisão motora eram inferiores no grupo de 12-13 anos (59,60 (+/-28,22)) quando comparado ao grupo de 14-16 anos (49,64 (+/-28,61)), $p_{\text{SmoothPursuit}}=0,364$. Resultados semelhantes são visíveis para o sexo, onde o sexo feminino obteve 66,32 (+/-34,87) e o sexo masculino 45,87 (+/-16,97), $p_{\text{SmoothPursuit}}=0,046$.

Tabela 2 Comparação das médias de acordo com a idade e o sexo e o nível, score e Smooth-Pursuit

	Nível		Score		Smooth-Pursuit		Valor p
					(n=30)		
	média	DP	média	DP	média	DP	
Grupo (N=164)	4,99	2,06	36,35	17,06	55,41	28,32	

Idade [12-13]	4,67	1,98	0,030	33,86	16,30	0,047	59,60	28,22	0,364
[14-16]	5,36	2,09		39,16	17,48		49,94	28,61	
Sexo feminino	4,36	2,05	0,001	31,34	17,15	0,001	66,32	34,87	0,046
Sexo masculino	5,55	1,90		40,78	15,79		45,87	16,97	

A Tabela 3 mostra existir uma correlação negativa entre o desempenho no Smooth Pursuit e no nível ($r = -0,451$; $p = 0,012$) e no score ($r = -0,410$; $p = 0,024$) obtidos no jogo, mostrando que quanto melhor o desempenho no jogo melhor a pontuação obtida no Smooth Pursuit (ou seja, menor a distância entre o ponto no ecrã e a colocação do cursor). Por fim, na tabela 4 estão expostos os dados retirados da plataforma do jogo Slinger, que mostra as médias do jogo por faixa etária.

Tabela 3 Coeficiente de correlação do Smooth-Pursuit, nível e score

Smooth Pursuit		
	Coeficiente de correlação	Valor p
Nível	-0,451	0,012
Score	-0,410	0,024

4. Discussão

O presente estudo teve como objetivo determinar os valores normativos da velocidade e precisão motora em jovens de duas cidades portuguesas, usando um jogo de Realidade Virtual Imersiva. Os resultados permitiram destacar valores diferentes para dois escalões etários (12-13 e 14-16) permitindo perceber que existe uma evolução na velocidade e precisão motora com a idade.

O grupo dos 14-16 anos obteve um melhor desempenho tanto no jogo Slinger como no teste Smooth Pursuit, quando comparado com o grupo dos 12-13 anos.

Estas descobertas correspondem à análise de comparação visual da amostra em massa, retirada do banco de dados do jogo, em que se observou, no jogo em questão, o grupo dos 11-13 anos (n=84) obteve um score médio de 53,35, enquanto que o grupo dos 14-16 anos (n=188) obteve um score médio de 62,27. Por tal, foi possível observar que, tanto na amostra do estudo (n=164) quanto na amostra do banco de dados do jogo (n=272), existe uma diferença significativa entre os 13 e os 14 anos, nos valores do jogo e no teste.

Estes resultados vão de encontro a um estudo conduzido por Simon-Martinez et al.(32), cujo objetivo era investigar as diferenças, relacionadas com a idade, no movimento do membro superior (MS). Neste estudo foi possível verificar que os participantes mais velhos possuem um melhor desempenho motor, ao nível do MS, do que os mais novos. Verificou-se também que durante o desenvolvimento normativo do movimento do membro superior, este fica mais rápido e preciso com a idade, e parece atingir o seu *plateau* por volta dos 11-12 anos de idade (32).

A faixa etária dos 11-16 anos é um período de intensa maturação física e fisiológica, sendo esta mudança mais intensa ocorre entre os 11-12 anos (33). Estas mudanças envolvem um desenvolvimento da musculatura e aumento da força global da criança, tornando-a mais apta para determinadas tarefas, levando também a uma melhoria no seu desempenho motor geral, coordenação e resistência (33). É ao longo desta faixa etária que os jovens geralmente melhoram e aprimoram os seus movimentos e padrões motores, o que facilita o seu desempenho em diversas tarefas motoras (33). Num outro estudo, realizado por Sheehan (34), cujo objetivo era compreender o desenvolvimento motor global numa ampla faixa etária (4-15 anos), foi possível verificar que a idade estava significativamente correlacionada, de forma positiva, com todos os sub-teste motores globais e que a coordenação melhora significativamente com o avançar da idade (34).

Estas mudanças podem explicar as diferenças nos resultados do jogo, uma vez que, ao existir uma melhoria na coordenação motora, conseqüentemente, existe uma maior facilidade no desempenho do jogo, nomeadamente coordenar as duas mãos para conseguir puxar a fisga e acertar no alvo pretendido. Além disso, durante o jogo, os participantes também teriam de recrutar as competências de coordenação oculo manual, ou seja, teriam de conseguir localizar os alvos visualmente e coordenar a visão com as mãos (que contém a fisga) para a posicionar de forma correta de forma a conseguir acertar no alvo pretendido. No estudo de Niechwiej-Szwedo et al. (35), cujo objetivo era caracterizar o padrão de coordenação oculo manual num grupo de crianças com desenvolvimento normativo em idade escolar, foi possível observar que, tal como sucede com a coordenação no global, o padrão de coordenação oculo manual para uma tarefa de apreensão e posicionamento torna-se mais eficaz durante a adolescência, existindo uma evolução com o avançar da idade (35). Ou seja, tendo em conta os resultados dos estudos expostos anteriormente, como as competências motoras (que inclui também a coordenação oculomaneira) melhoram com o avançar da idade, é expectável que o grupo mais velho (14-16) obtenha melhores resultados no jogo motor Slinger comparativamente com o grupo mais novo (12-13). Para além disso, apesar de as mudanças fisiológicas mais intensas existirem por volta dos 11-12 anos (33), as aquisições efetuados aos 13 anos, estarão mais consolidadas do que aquelas realizadas aos 12 anos, daí poder advir a diferença existente entre as duas faixas etárias em estudo. Esta diferença pode também ser justificada pela estabilização mais tardia das competências oculo manuais, que ocorre durante a adolescência. Ou seja, o grupo mais novo pode ter competências oculo manuais menos maduras comparativamente ao grupo mais velho, tendo assim mais dificuldade em conseguir acertar nos alvos.

Ao analisarmos o jogo, além de os jovens terem de automatizar o movimento de puxar a fisga para lançar a bola, teriam também várias escolhas (que seriam os alvos a acertar) o que iria influenciar a sua velocidade de resposta, a conseqüentemente o seu desempenho, pois ao demorarem mais tempo a reagir menos alvos iriam estar disponíveis para acertarem, resultando em piores resultados.

Segundo alguns autores, a velocidade de resposta (que inclui o tempo de reação e o tempo de movimento) melhora rapidamente com a idade, especialmente após os 6 anos,

atingindo um nível ideal aos 16 anos, mantendo essa velocidade durante as próximas cinco décadas (36).

Assim, uma hipótese para justificar a diferença entre estes dois grupos, pode ser o facto de esta velocidade de resposta, estar mais maturada nos mais velhos (14-16 anos), comparativamente aos mais novos (12-13 anos), no entanto seriam necessários mais estudos para aprofundar esta hipótese.

No presente estudo, o sexo masculino teve um desempenho melhor que o sexo feminino. Abbas et al. (37) realizaram um estudo cujo objetivo era estabelecer os dados normativos para o teste BOTMP (*Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency*), na população indiana para crianças em idade escolar, entre os 9^{1/2} anos e os 14^{1/2} anos. Neste estudo foi possível verificar que ao nível da coordenação, destreza e velocidade do membro superior o sexo masculino obteve resultados melhores comparativamente com o sexo feminino (37). Num estudo transversal, realizado por Weedon, et al. (38) cujo objetivo era explorar a distribuição das competências motoras entre jovens com 13-14 anos de uma escola do Reino-Unido, e a extensão da relação desta competência com medidas de saúde e aptidão física entre os sexos, foi possível verificar que o sexo feminino obteve piores resultados comparativamente com o sexo masculino ao nível das competências motoras (38). Estes dados vão de encontro aos estabelecidos no presente estudo, uma vez que ao possuírem melhores competências ao nível da coordenação, destreza e velocidade no membro superior o sexo masculino iria obter melhores resultados no jogo Slinger, que foi o verificado.

Segundo a literatura existente, o sexo feminino, geralmente, apresenta um melhor desempenho em tarefas que exijam mais destreza manual (39-41) e equilíbrio (39-44). Já o sexo masculino possui melhores competências motoras e melhor controlo de objetos (39, 40, 42, 45-47). No jogo Slinger estas últimas competências acabam por ser recrutadas de forma mais direta, comparativamente com as competências de destreza manual, por exemplo. Ao analisar a forma de como os participantes têm de manipular a interface do jogo (joystick), esta está diretamente relacionada com competências de controlo de objetos, ou seja, os participantes têm de ser capazes de conseguir controlar a fisga (joystick) que têm na mão para jogar, o que tendo em conta a literatura, pode ser mais fácil para o sexo masculino do que para o sexo feminino.

Um outro estudo realizado por Smits-Engelsman et al. (47), cujo objetivo era descobrir as diferenças relacionadas com o sexo nos itens da escala MABC-2 (*Movement Assessment Battery for Children 2*), em jovens entre os 3 e 16 anos, foi possível inferir que o sexo masculino teria melhores resultados no item que avalia a pontaria comparativamente com o sexo feminino, o que vai de encontro aos resultados no presente estudo (42, 47). Ou seja, sendo que o sexo masculino pode ter melhor pontaria do que o sexo feminino, é possível que este tenha uma maior facilidade em acertar nos respetivos alvos no jogo Slinger do que o sexo feminino.

Por fim, a análise estatística revelou uma forte correlação entre o nível, o score no jogo Slinger e o Smooth Pursuit. O que significa que aqueles que se destacaram no teste Smooth Pursuit também tiveram um bom desempenho no Slinger.

Como já foi referido anteriormente o Smooth Pursuit avalia a velocidade e precisão motora ao nível do membro superior (23, 24), ao existir uma correlação negativa entre os valores do jogo e os valores do Smooth Pursuit, pode-se inferir que os participantes ao obter um melhor resultado no jogo Slinger podem apresentar uma menor velocidade e melhor precisão motora ao nível do membro superior.

A intervenção da Terapia Ocupacional em crianças e jovens visa promover o envolvimento e participação nas diversas atividades e tarefas do dia a dia (48). Sendo que o papel do terapeuta ocupacional passa por envolver as crianças em ocupações com propósito e significado (49), ao proporcionar este tipo de envolvimento aumenta o sentimento de confiança e melhora as competências da criança e jovem, o que por sua vez auxilia na promoção da autoestima (50). De modo a promover um bom desenvolvimento da criança nas diversas atividades do dia a dia é necessário que exista um desenvolvimento adequado a nível motor, cognitivo e social.

Segundo estudos recentes, uma boa aquisição de competências motoras é um bom preditor de um envolvimento ativo em atividades físicas significativas, o que pode levar à construção de um estilo de vida ativo (2), sendo que este contribui substancialmente para o desenvolvimento cognitivo e social (3).

Por exemplo, um estudo realizado por Engel-Yeger (51), que tinha como objetivo explorar como os indivíduos com suspeita de perturbação do desenvolvimento da coordenação (PDC) vivenciam os impactos da PDC enquanto crianças e adultos e como essas experiências predizem a sua qualidade de vida, mostrou que as restrições na

coordenação motora que foram vivenciadas durante a infância perpetuaram-se durante a idade adulta, e afetam as atividades de vida diária. Foi também possível verificar que as limitações funcionais decorrentes das restrições de coordenação motora, impactam não só o desempenho motor, mas também a percepção que a própria pessoa tem de si mesma, assim como a forma como os outros percebem o seu desempenho (51).

Além disso, foi também possível constatar que os adultos com suspeita de PDC apresentavam menores valores na qualidade de vida em vários domínios, em comparação com o grupo de controlo (51). Estas diferenças foram significativas nos domínios social, psicológico e ambiental, mas não significativa no domínio físico (51). Pode-se sugerir que, embora as dificuldades sejam ao nível motor, o seu impacto negativo é mais pronunciado no domínio emocional e social, assim como na interação com o meio ambiente (51).

Tendo estes dados em mente, pode-se inferir que a coordenação tem um grande impacto no desenvolvimento infantil e conseqüentemente na vida adulta (51). Sendo que a coordenação estabelece a base do desenvolvimento infantil, e influencia o desenvolvimento de competências de nível superior, conseguir perceber de forma clara como esta se desenvolve e evolui durante o desenvolvimento normativo é importante para se conseguir, posteriormente, estabelecer uma base de intervenção da Terapia Ocupacional mais direcionada e eficaz (52).

Ao se utilizar o ambiente virtual para avaliação este é capaz de mimetizar de forma mais real o mundo exterior (12) e alia também a motivação da criança e jovem se envolver em jogos de RVI, comparativamente com atividades tradicionais (7), podendo assim tirar mais partido da avaliação, visto que alguns estudos expõem que a motivação e o uso de atividades significativas melhoram o desempenho das crianças nas terapias e conseqüentemente os resultados (53).

É importante ainda referir que este estudo apresenta algumas limitações. A falta de literatura que ligue diretamente a velocidade e precisão motora a fatores como a idade ou sexo constitui uma barreira na pesquisa e justificação de alguns resultados, aliado a este fator seria benéfico um maior número de recolhas de modo a reunir uma amostra mais representativa da população alvo.

Apesar de o presente estudo ter resultados promissores relativamente aos valores normativos da velocidade e precisão motora dos participantes no jogo de RVI, existe uma necessidade de conduzir estudos futuros sobre este tema.

5. Conclusão

A partir do presente estudo é possível destacar valores diferentes para as duas faixas etárias (12-13 e 14-16) permitindo perceber que existe uma evolução na velocidade e precisão motora com a idade. Contudo, existe uma necessidade de pesquisas adicionais sobre o uso de RVI para avaliar o desempenho dos jovens em jogos desta natureza, assim como o seu desempenho na velocidade e precisão motora para por exemplo, perceber se a evolução é contínua com o avançar da idade ou se estabiliza em algum momento do desenvolvimento motor humano. Além da idade também no sexo foi possível verificar variações nos resultados do jogo, que por sua vez também merece uma análise mais aprofundada em estudos futuros.

Além disto, é também de grande importância padronizar a linguagem e os critérios usados na definição de RVI, pois esta pode ter várias aplicações na saúde tanto como instrumento de avaliação como de intervenção.

Do ponto de vista da Terapia Ocupacional, ao entender como a coordenação se desenvolve com o avançar da idade, durante o desenvolvimento normativo, fornece informação pertinente para se conseguir estabelecer um diagnóstico ou uma intervenção precoce de forma mais rápida e eficaz. O facto de se utilizar os jogos de RVI na avaliação, pode trazer vantagens, pois como já foi explicado anteriormente, a motivação extrínseca da criança é aumentada quando se utiliza este tipo de tecnologias, o que iria facilitar o envolvimento da mesma nas tarefas propostas. Pelo que seria pertinente o desenvolvimento de estudos futuros para melhor compreensão desta abordagem diferenciada da tradicional.

6. Bibliografia

1. AOTA. Occupational Therapy Practice Framework: Domain and Process–Fourth Edition. *Am J Occup Ther.* 2020;74(Supplement_2):87.
2. Dapp LC, Gashaj V, Roebbers CM. Physical activity and motor skills in children: A differentiated approach. *Psychol Sport Exerc.* 2021;54.
3. Gashaj V, Oberer N, Mast FW, Roebbers CM. Individual differences in basic numerical skills: The role of executive functions and motor skills. *J Exp Child Psychol.* 2019;182:187–95.
4. Ericsson IR, Karlsson M. Effects of increased physical activity and motor training on motor skills and self-esteem. An intervention study in school years 1 through 9. *Inter J Sport Psychol.* 2011(41):1–19.
5. van der Fels IM, Te Wierike SC, Hartman E, Elferink–Gemser MT, Smith J, Visscher C. The relationship between motor skills and cognitive skills in 4–16 year old typically developing children: A systematic review. *J Sci Med Sport.* 2015;18(6):697–703.
6. Bart O, Hajami D, Bar–Haim Y. Predicting school adjustment from motor abilities in kindergarten. *Infant Child Dev.* 2007;16(6):597–615.
7. Shen J, Xiang H, Luna J, Grishchenko A, Patterson J, Strouse RV, et al. Virtual Reality–Based Executive Function Rehabilitation System for Children With Traumatic Brain Injury: Design and Usability Study *JMIR Publication.* 2020;8(3).
8. Burdea G, Coiffet P. Virtual Reality Technology Presence (Camb). 2003;12(6):663–4.
9. Fusco A, Tieri G. Challenges and Perspectives for Clinical Applications of Immersive and Non–Immersive Virtual Reality. *J Clin Med.* 2022;11(15).
10. Kozhevnikov M, Dhond RP. Understanding Immersivity: Image Generation and Transformation Processes in 3D Immersive Environments. *Front Psychol.* 2012;3:284.
11. Romero–Ayuso D, Toledano–Gonzalez A, Rodriguez–Martinez MDC, Arroyo–Castillo P, Trivino–Juarez JM, Gonzalez P, et al. Effectiveness of Virtual Reality–Based Interventions for Children and Adolescents with ADHD: A Systematic Review and Meta–Analysis. *Children (Basel).* 2021;8(2).
12. Freeman D, Reeve S, Robinson A, Ehlers A, Clark D, Spanlang B, et al. Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychol Med.* 2017;47(14):2393–400.

13. Ahn SN. Combined Effects of Virtual Reality and Computer Game-Based Cognitive Therapy on the Development of Visual-Motor Integration in Children with Intellectual Disabilities: A Pilot Study. *Occup Ther Int.* 2021;2021:6696779.
14. Shin J-w, Song G-B, Hawangbo G. Effects of conventional neurological treatment and a virtual reality training program on eye-hand coordination in children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(7):2151-4.
15. Gabyzon ME, Engel-Yeger B, Tresser S, Springer S. Using a virtual reality game to assess goal-directed hand movements in children: A pilot feasibility study. *Technol Health Care.* 2016;24(1):11-9.
16. Rutkowski S, Adamczyk M, Pastula A, Gos E, Luque-Moreno C, Rutkowska A. Training Using a Commercial Immersive Virtual Reality System on Hand-Eye Coordination and Reaction Time in Young Musicians: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(3).
17. Moraes Í AP, Lima JA, Silva NM, Simcsik AO, Silveira AC, Menezes LDC, et al. Effect of Longitudinal Practice in Real and Virtual Environments on Motor Performance, Physical Activity and Enjoyment in People with Autism Spectrum Disorder: A Prospective Randomized Crossover Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(22).
18. Levac D, Glegg S, Colquhoun H, Miller P, Noubary F. Virtual Reality and Active Videogame-Based Practice, Learning Needs, and Preferences: A Cross-Canada Survey of Physical Therapists and Occupational Therapists. *Games Health J.* 2017;6(4):217-28.
19. Rosenbaum PR. *Observational Studies.* 2 ed: Springer New York, NY; 2022. 377 p.
20. Biocca F. Will Simulation Sickness Slow Down the Diffusion of Virtual Environment Technology? *Presence (Camb).* 1992;1(3):334-43.
21. Nichols S, Patel H. Health and Safety implications of virtual reality: a review of empirical evidence. *Appl Ergon.* 2002;33(3):251-71.
22. Psychology Software Tools. Smooth Pursuit Test [34551]: PST Product Service & Support; 2020 [Available from: <https://support.pstnet.com/hc/en-us/articles/360045695994-Smooth-Pursuit-Task-34551->
23. Shanidze N, Ghahghaei S, Verghese P. Accuracy of eye position for saccades and smooth pursuit. *J Vis.* 2016;16(15):23.

24. Levin S, Luebke A, Zee DS, Haint TC, Robinson DA, Holzman PS. Smooth Pursuit Eye Movements in Schizophrenics: Quantitative Measurements with the Search-coil Technique. *J Psychiat.* 1988;22(3):195–206.
25. Niehorster DC, Siu WW, Li L. Manual tracking enhances smooth pursuit eye movements. *J Vis.* 2015;15(15):11.
26. Yoshida K, Sakai O, Honda T, Kikuya T, Takeda R, Sawabe A, et al. Effects of Astaxanthin, Lutein, and Zeaxanthin on Eye-Hand Coordination and Smooth-Pursuit Eye Movement after Visual Display Terminal Operation in Healthy Subjects: A Randomized, Double-Blind Placebo-Controlled Intergroup Trial. *Nutrients.* 2023;15(6).
27. Meta. Meta Quest 2021 [Available from: <https://www.meta.com/quest/products/quest-2/tech-specs/>].
28. Brugada-Ramentol V, Bozorgzadeh A, Jalali H. Enhance VR: A Multisensory Approach to Cognitive Training and Monitoring. *Front Digit Health.* 2022;4:916052.
29. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA.* 2013;310(20):2191–4.
30. SPSS Inc. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 29.0: Armonk, NY: IBM Corp; 2022 [
31. Morôco J. *Análise Estatística com Utilização do SPSS.* 3ª ed. Edições Sílabo, Lda 2007.
32. Simon-Martinez C, Dos Santos GL, Jaspers E, Vanderschueren R, Mailleux L, Klingels K, et al. Age-related changes in upper limb motion during typical development. *PLoS One.* 2018;13(6):e0198524.
33. Lane H, Brown T. Convergent validity of two motor skill tests used to assess school-age children. *Scand J Occup Ther.* 2015;22(3):161–72.
34. Sheehan D. A Product-oriented Evaluation of Gross Motor Proficiency with 4 to 15-year-old Canadian Children. *EPS* 2018;9(2).
35. Niechwiej-Szwedo E, Wu S, Nouredanesh M, Tung J, Christian LW. Development of eye-hand coordination in typically developing children and adolescents assessed using a reach-to-grasp sequencing task. *Hum Mov Sci.* 2021;80:102868.
36. Sugden D, Wade M. Movement Development of Young Children: 7 Years to Puberty. In: Press MK, editor. *Typical and Atypical Motor Development* 1ed 2013. p. 170.

37. Abbas J, Tedla JS, Krishnan S. Normative Data for Bruininks–Oseretsky Teste of Motor Proficiency (BOTMP) in Children of 9^{1/2} and 14^{1/2} years: A cross–Sectional Study. *Crit Rev Phys Rehabil* 2011;23(1–4):125–33.
38. Weedon BD, Liu F, Mahmoud W, Metz R, Beunder K, Delextrat A, et al. The relationship of gross upper and lower limb motor competence to measures of health and fitness in adolescents aged 13–14 years. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2018;4(1):e000288.
39. Navarro–Paton R, Arufe–Giraldez V, Sanmiguel–Rodriguez A, Mecias–Calvo M. Differences on Motor Competence in 4–Year–Old Boys and Girls Regarding the Quarter of Birth: Is There a Relative Age Effect? *Children (Basel)*. 2021;8(2).
40. Navarro–Paton R, Lago–Ballesteros J, Arufe–Giraldez V, Sanmiguel–Rodriguez A, Lago–Fuentes C, Mecias–Calvo M. Gender Differences on Motor Competence in 5–Year–Old Preschool Children Regarding Relative Age. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(6).
41. Kita Y, Suzuki K, Hirata S, Sakihara K, Inagaki M, Nakai A. Applicability of the Movement Assessment Battery for Children–Second Edition to Japanese children: A study of the Age Band 2. *Brain Dev*. 2016;38(8):706–13.
42. Valtr L, Psotta R, Abdollahipour R. Gender differences in performance of the Movement Assessment Battery for Children – 2nd edition test in adolescents. *Acta Gymnica*. 2016;46(4):155–61.
43. Koksteyn J, Musalek M, Tufano JJ. Are sex differences in fundamental motor skills uniform throughout the entire preschool period? *PLoS One*. 2017;12(4):e0176556.
44. Coppens E, Laureys F, Mostaert M, D'Hondt E, Deconinck FJA, Lenoir M. Validation of a Motor Competence Assessment Tool for Children and Adolescents (KTK3+) With Normative Values for 6– to 19–Year–Olds. *Front Physiol*. 2021;12:652952.
45. Jelovcan G, Zurc J. Preschool children's results in movement ABC Tests: differences between girls and boys in movement deficit. *Ann Kinesiol*. 2015;7:3–19.
46. Morano M, Bortoli L, Ruiz MC, Campanozzi A, Robazza C. Actual and perceived motor competence: Are children accurate in their perceptions? *PLoS One*. 2020;15(5):e0233190.
47. Smits–Engelsman B, Coetzee D, Valtr L, Verbecque E. Do Girls Have an Advantage Compared to Boys When Their Motor Skills Are Tested Using the Movement Assessment Battery for Children, 2nd Edition? *Children*. 2023;10(7).

48. Novak I, Honan I. Effectiveness of paediatric occupational therapy for children with disabilities: A systematic review. *Aust Occup Ther J.* 2019;66(3):258-73.
49. Ayres AJ. *Sensory integration and learning disorders* Los Angeles, CA: Western Psychological Services 1972.
50. Eggleston M, Watkins W, Frampton C, Hanger N. Coordination difficulties and self-esteem: The views of children, adolescents, and their parents. *Aust Occup Ther J.* 2020;67(5):437-46.
51. Engel-Yeger B. The role of poor motor coordination in predicting adults' health related quality of life. *Res Dev Disabil.* 2020;103:103686.
52. Hunt J, Zwicker J, Godecke E, Raynor A. Assessing children to identify developmental coordination disorder: A survey of occupational therapists in Australia. *Aust Occup Ther J.* 2023;70(4):420-33.
53. Meyns P, Roman de Mettelinge T, van der Spank J, Coussens M, Van Waelvelde H. Motivation in pediatric motor rehabilitation: A systematic search of the literature using the self-determination theory as a conceptual framework. *Dev Neurorehabil.* 2018;21(6):371-90.