

TESTAGEM DO SOFTWARE CAIXA E BLOCOS VIRTUAL PARA AVALIAÇÃO DA DESTREZA MANUAL EM CRIANÇAS ENTRE 6 E 12 ANOS

Elysa Pupo de Moraes Santos (IC) e Silvana Maria Blascovi de Assis (Orientador)

Apoio: PIBIC Mackpesquisa

RESUMO

A destreza manual é uma capacidade motora a ser desenvolvida, que consiste na capacidade de realizar, de maneira bem orientada, os movimentos das mãos e dos braços, que ocorrem por meio da preensão colocada pelo indivíduo em contato com o objeto (LIMA, 1997). O desenvolvimento dessa habilidade durante a infância é de extrema importância para a criança, para que ela consiga realizar atividades de manipulação motora fina.

Diferentes tipos de testes têm sido criados para avaliar essa habilidade motora, dentre eles o Teste Caixa e Blocos (TCB). Para este estudo, utilizaremos o TCB Virtual (TCBV) que conta com o sensor Leap Motion Controller (LMC) com o objetivo de avaliar a destreza manual além de comprovar se é possível seguir o mesmo protocolo do TCB tradicional para o TCBV na avaliação do desempenho da destreza manual de crianças. Também tem como intuito verificar quais as vantagens e desvantagens dessa forma de avaliação e quais são as principais dificuldades para o uso de um software associado a um dispositivo de leitura corporal (LMC).

Palavras-chave: Teste Caixa e Blocos Virtual; Leap Motion Controller; Destreza Manual.

ABSTRACT

Manual dexterity is a motor ability to be developed, which consists of the ability to perform, in a well-oriented way, the movements of the hands and arms, which occur through the grip placed by the individual in contact with the object (LIMA, 1997). The development of this skill during childhood is extremely important for the child, so that he can perform fine motor manipulation activities.

Different types of tests have been created to assess this motor skill, including the Box and Block Test (TCB). For this study, we will use the Virtual TCB (TCBV) that has the Leap Motion Controller (LMC) sensor in order to evaluate the manual dexterity in addition to verifying if it is possible to follow the same protocol of the traditional TCB for the TCBV in the performance evaluation of children's manual dexterity. It also aims to verify the advantages and disadvantages of this form of evaluation and what are the main difficulties for using software associated with a body reading device (CML).

Keywords: Test Box and Virtual Blocks; Leap Motion Controller; Manual dexterity.

INTRODUÇÃO

A habilidade motora é uma das questões que devem ser trabalhadas e estimuladas desde a infância do indivíduo, por meio de brincadeiras e atividades que podem ser realizadas tanto em casa, quanto na escola. Dentre essas capacidades motoras a serem desenvolvidas, está a destreza manual, a qual é caracterizada pela capacidade de realizar, de maneira bem orientada, os movimentos das mãos e dos braços, que ocorrem por meio da preensão colocada pelo indivíduo em contato com o objeto (LIMA, 1997).

Sendo assim, a destreza é o acúmulo de experiências na área dos movimentos e ações, a qual tende a ser aprimorada de acordo com a idade. Logo, o desenvolvimento dessa habilidade na infância é de suma importância para a criança, para que a mesma consiga realizar atividades de manipulação motora fina, como por exemplo, escrever, colorir, recortar, amarrar os sapatos, brincar, manusear objetos e realizar atividades diárias.

No decorrer dos anos, testes têm sido desenvolvidos para que essa variável possa ser avaliada, relacionando-a com a habilidade da mão em realizar movimentos e manipular objetos. Alguns testes foram desenvolvidos e são referidos na literatura nacional e estrangeira, tais como: Tapping Test; Minnesota Manual Dexterity Test; Minnesota Rate of Manipulation; Test Pegboard e Box and Block Test (PINTO, 2003).

Entre os testes de avaliação da função manual que vêm sendo utilizados no Brasil, pode-se destacar o Teste Caixa e Blocos (TCB) (Figura 2), considerado um teste fácil e de rápida administração. Em seu formato original, o TCB é constituído por uma caixa de madeira, com uma divisória no meio e por 150 blocos de madeira (MATHIOWETZ *et al.*, 1985; MENDES *et al.*, 2001). Em 2020, uma equipe composta por profissionais da área da saúde e da computação desenvolveu um software com o TCB virtual, disponibilizado para estudos e registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). A versão do TCB virtual (TCBV) (Figura 3), associada ao uso de um sensor denominado Leap Motion Controller (LMC) (Figura 4), que captura os movimentos das mãos do indivíduo, poderá ser utilizada como instrumento de avaliação para diferentes populações, porém, são necessários estudos que descrevam sua aplicação e as facilidades e/ou dificuldades de aplicação.

O presente estudo tem como objetivo principal, a caracterização do desempenho de destreza manual pelo Teste Caixa e Blocos Virtual (TCBV) para crianças na faixa etária de 6 a 11 anos. Como objetivos específicos foram propostos: Testar a versão virtual do TCB e realizar ajustes técnicos necessários para as avaliações; Realizar um estudo piloto para definir o melhor protocolo para avaliação; Estabelecer parâmetros para as faixas etárias e comparar o desempenho em função da idade para meninos e meninas; Apontar e discutir as vantagens e

desvantagens desse modelo de avaliação virtual; Avaliar a experiência de uso do App através de um questionário de usabilidade.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

A destreza manual se divide em duas importantes categorias: a destreza fina e a destreza global. Na destreza fina, encontra-se a habilidade do indivíduo em manipular objetos utilizando a parte distal dos dedos e engloba movimentos rápidos e de precisão ao manipular instrumentos pequenos entre os dedos. Por outro lado, a destreza global exige movimentos mais integrais para o manejo dos objetos, já que esses são habitualmente maiores (DESROSIERS *et al.*, 1997).

O TCB é considerado um teste simples e de fácil aplicação e tem como objetivo avaliar e quantificar a destreza manual grossa e habilidades de um indivíduo, quantificando a medida de tempo e resistência na realização do teste (GUIMARÃES; BLASCOVI-ASSIS, 2012).

O TCB é composto por uma caixa de madeira (Figura 1), com um comprimento de 53,7 cm e uma divisória central vertical também de madeira, porém mais alta que as bordas da caixa medindo 15,2 cm, o que a separa em dois compartimentos com as mesmas dimensões. Os lados compridos da caixa possuem as seguintes medidas: 53,7 cm por 8,5 cm e são pregados a 1cm de espessura da base; já as extremidades mais curtas contam com 7,5 cm por 25,4 cm e são fixadas na parte superior do fundo. Além disso, os 150 blocos de madeira em formato de cubos nas cores primárias (azul, vermelho e amarelo), são divididos em 50 blocos de cada cor, medindo 2,5 cm de cada lado também fazem parte da composição do jogo (MATHIOWETZ *et al.*, 1985).

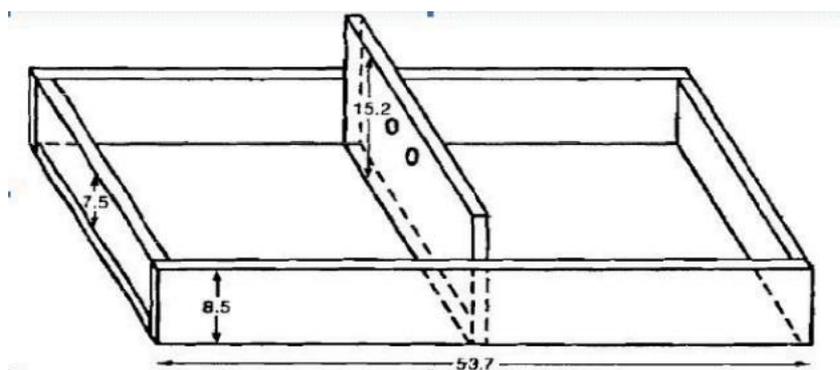


Figura 1. Caixa de madeira do Teste Caixa e Blocos

O TCB foi validado e padronizado por Mathiowetz e colaboradores (1985). No Brasil, foi validado para a população típica entre 15 e 59 anos e para pacientes com esclerose múltipla entre 15 e 86 anos (Mendes *et al.*, 2001). TURCO; CYMROT; BLASCOVI-ASSIS (2018), estabeleceram os parâmetros para crianças e adolescentes brasileiros entre 7 e 14 anos e

ainda neste estudo, não foram encontradas diferença em relação ao desempenho entre o sexo feminino e masculino na faixa etária de 7-10 anos, tanto em mão dominante (MD), quanto em mão não dominante (MND).

Em busca realizada em bases de dados indexadas foram encontrados três estudos com relato do uso do TCBV. O teste no modelo virtual abrange dois cenários, o primeiro focado em auxiliar o usuário a se familiarizar com a realidade virtual e o segundo, visando a avaliação autônoma da destreza manual (ONÃ *et al.* 2020). O estudo de Cho *et al.* (2016) utilizou um dispositivo de realidade virtual não imersivo, envolvendo uma câmera com sensor de profundidade. Outros estudos desenvolveram um TCBV utilizando um headset imersivo com tecnologia de rastreamento das mãos (ONÃ *et al.* 2020 e GIESER *et al.*, 2016) utilizando dispositivo como o sensor LMC (GIESER *et al.*, 2016), visando avaliar a destreza manual unilateral.

O LMC é um dispositivo pequeno e portátil que detecta com precisão todas as articulações da mão e dedos (AFYOUNI *et al.*, 2017), sendo possível usá-lo conectado diretamente ao computador. Esse dispositivo permite mensurar o desempenho motor, o tempo de reação, a coordenação bimanual, bem como a sequência de movimentos realizados com as mãos e dedos (KINTSCHNER; CORREA; BLASCOVI-ASSIS, 2018). Ele é composto por sensores infravermelhos que são capazes de rastrear de forma precisa os movimentos das mãos e dos dedos dos usuários. Na parte superior, o dispositivo é feito de vidro fumê, contendo dois (2) sensores de imagens e LEDs, os quais trabalham em conjunto para realizarem o rastreo, sendo que o seu alcance de visualização está 60cm acima e ao redor do aparelho (DEUTNER *et al.*, 2021).

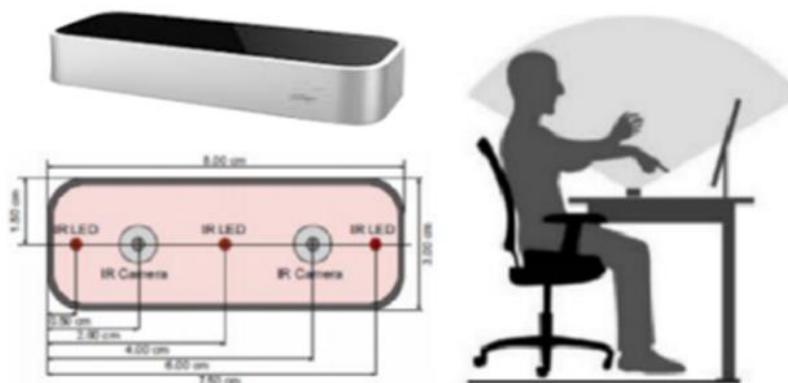


Figura 4: Leap Motion Controller

Os ambientes virtuais (AV), podem oferecer aos seus usuários informações sensoriais multimodais complexas, sendo utilizados para diferentes tipos de treinamento, como militar; de cirurgias; consciência espacial; simulações de entretenimento e mais recentemente como

um método de intervenção terapêutica para fobias. AV interativos podem contribuir para a melhor ativação de áreas cerebrais durante o treinamento, proporcionando feedback que pode catalisar mudanças neuroplásticas, a fim de aperfeiçoar a função. Além disso, simulações de RV quando em interface com robôs, rastreamento de movimentos e sistemas de luvas de detecção, podem oferecer um ambiente mais envolvente e motivador, principalmente para crianças, no qual o movimento do membro produzido no mundo real pelo indivíduo, é replicado e exibido no mundo virtual. (ALMA et al. 2009).

Neste estudo será utilizado o TCBV, associado ao Leap Motion Controller (LMC), o qual é um recurso tecnológico de interação em ambientes de realidade virtual e de relativo baixo custo, usado em programas de reabilitação motora de membros superiores por sua capacidade de capturar movimentos mais finos das mãos e dedos (TARAKCI et al., 2019; WU et al., 2018).



Figura 2: Teste Caixa e Bloco Tradicional

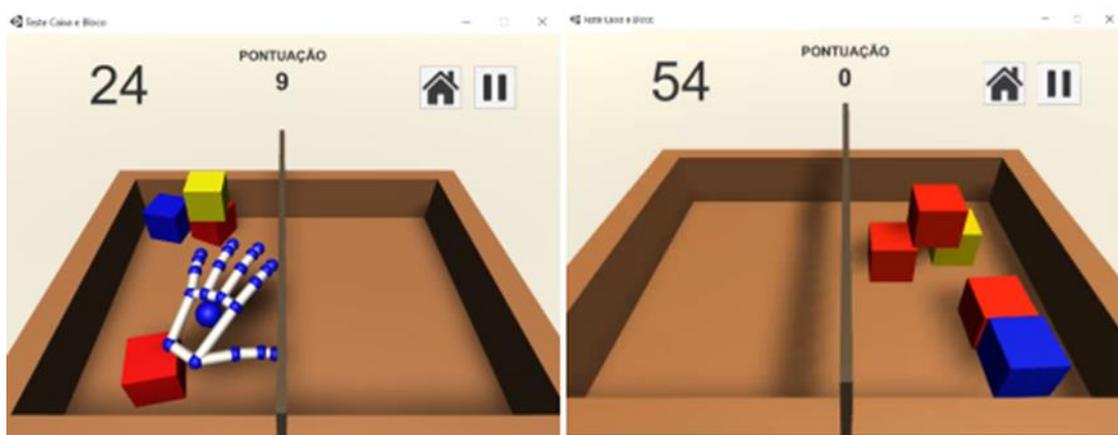


Figura 3: Teste Caixa e Bloco Virtual

2. METODOLOGIA

Esse estudo teve natureza exploratória, descritiva, comparativa e transversal com análise quantitativa para estabelecimento de melhor desempenho por faixa etária. O Leap Motion Controller (LMC) é um recurso tecnológico de interação em ambientes de Realidade Virtual e de relativo baixo custo, usado em programas de reabilitação motora de membros superiores por sua capacidade de capturar movimentos mais finos das mãos e dedos (TARAKCI *et al.*, 2019; WU *et al.*, 2018).

O LMC é um dispositivo pequeno e portátil que detecta com precisão todas as articulações das mãos e dedos (AFYOUNI *et al.*, 2017), sendo possível usá-lo conectado diretamente ao computador. Esse dispositivo permite mensurar o desempenho motor, o tempo de reação, a coordenação bimanual, bem como a sequência de movimentos realizados com as mãos e dedos (KINTSCHNER; CORRÊA; BLASCOVI-ASSIS, 2018).

3.1 Participantes:

Participaram do estudo 30 crianças com idade entre seis (6) e doze (12) anos incompletos, de ambos os sexos e que frequentavam regularmente escola pública ou particular, sendo esses os critérios de inclusão. A amostra foi caracterizada por conveniência e os participantes foram recrutados na rede de conhecidos dos pesquisadores. Foram critérios de exclusão crianças que apresentassem alguma disfunção ortopédica ou neurológica, que compromettesse o sistema motor e impedisse o desempenho dos membros superiores.

3.2. Procedimentos Éticos:

O projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Presbiteriana Mackenzie (ou outro comitê). O Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) necessitava ser assinado ou rubricado pelos participantes, após as devidas explicações sobre a pesquisa, assim como, os responsáveis legais deveriam assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) autorizando a participação do jovem no estudo.

3.3. Local:

Os dados foram coletados por uma amostra de conveniência e os participantes foram recrutados da rede de contatos dos pesquisadores.

3.4 Procedimentos para Coleta de Dados:

Coleta de dados:

As avaliações ocorreram individualmente e tiveram duração de aproximadamente 15 minutos. A sequência estabelecida para coleta de dados foi:

a) Preenchimento dos dados de identificação, como idade, sexo, escola pública ou particular. Em seguida, foi lido o Termo de assentimento para obtenção da autorização da

criança para participar do estudo. Foram explicados todos os passos, esclarecendo os benefícios e riscos. Como riscos, considera-se que a criança possa ficar entediada e/ou cansada com o jogo, não querendo prosseguir. Da mesma maneira, foi esclarecido que ela teria o direito de retirar-se a qualquer momento, sem prejuízo algum. O benefício com a participação seria experimentar um jogo virtual e conhecer seu desempenho referente à destreza manual, além de contribuir para a ampliação do conhecimento sobre o tema.

b) Teste para definição de lateralidade: antes da execução do TCBV realizou-se um teste para definição da dominância lateral dos participantes. Sendo a preferência manual, avaliada pelo Teste de Negrine, que consiste na simulação de três atividades: escrever o nome ou fazer um determinado desenho no espaço, simular o arremesso de uma pedra o mais longe possível e simular que está se penteando. Registrou-se, posteriormente, o segmento utilizado para a realização da tarefa, sendo considerado como membro dominante aquele que executa, pelo menos, duas das três tarefas propostas (NEGRINE, 1986).

c) Realização do TCBV: O método proposto para o TCBV, seguiu as mesmas recomendações e protocolos do teste original citar Matchiovetz (1985) e Mendes (2001).

Para isso, foi necessário garantir um ambiente silencioso, com o examinando sentado numa cadeira adequada à sua altura. O notebook substituiu a caixa de madeira do teste original e foi posicionado horizontalmente à frente do avaliado, para que o mesmo tivesse visão total da área e dos equipamentos em questão.

O leap motion controller (LMC) foi acoplado ao notebook e posicionado sobre a mesa, horizontalmente, na frente do avaliado. Antes de iniciarmos o teste, cada criança teve cinco (5) minutos de adaptação, para conhecer o funcionamento do software e verificar se o mesmo estava apto para fazer a leitura do movimento das mãos.

Quando a criança acessou o jogo, na tela inicial (Figura4) do TCBV foi apresentado as opções de seleção tanto referente às mãos “Mão direita” ou “Mão esquerda”, quanto às opções de “Ajuda”, “Iniciar” e “Treinamento”.



Figura 4: Tela Inicial do TCBV

Ao iniciar o teste, a tela do jogo com a caixa de madeira e os blocos virtuais, que foram modelados com o Unity 3D, apareciam para o usuário. Quando o mesmo posicionava suas mãos sobre o LMC, com uma certa distância, a mão virtual surgia na tela e se movia de acordo com os movimentos da criança. A tela também contava com um cronômetro com tempo regressivo, no qual cada participante tinha apenas sessenta (60) segundos para transferir o máximo de blocos que conseguisse de um lado da caixa para o outro. Quando a opção “Treinamento” era selecionada, o indivíduo visualizava o mesmo cenário anteriormente citado, porém, o cronômetro não contava com a contagem regressiva.

O teste era iniciado, obrigatoriamente, pela mão dominante, orientando o avaliado: "Quero ver com que rapidez você consegue pegar um bloco virtual de cada vez e transportá-lo até o outro compartimento da caixa virtual e soltá-lo". O aplicativo do teste fez uma demonstração antes de iniciar a contagem e foi permitido que o avaliado experimentasse o equipamento uma vez antes de iniciar a avaliação.

O examinador orientava quanto à velocidade de trabalho: “Quando eu avisar pode começar. Lembre-se: trabalhe sempre o mais rápido que conseguir”. A tarefa era interrompida quando a contagem regressiva feita pelo software chegava ao tempo zero.

O teste era repetido com a mão não dominante, seguindo as mesmas orientações. O resultado do teste foi expressado por um escore que indicava o número de blocos transportados de um compartimento para o outro por minuto (BL/MIN).

Ao final do teste, o questionário de satisfação System Usability Scale (SUS) foi aplicado, contendo 10 perguntas simples, as quais foram avaliadas em uma escala de um (1) a cinco (5) pelo usuário, sendo 1 “Discordo totalmente” e 5 “Concordo totalmente”. Além disso, foi

dada uma devolutiva ao participante, dizendo-se quantos blocos ele conseguiu transferir durante o teste e o examinador se colocou à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas.

O SUS foi criado em 1986, por Brooke, com o objetivo de avaliar software, websites, aplicações e qualquer outro tipo de interface. O SUS ajuda a avaliar a efetividade, ou seja, se os usuários conseguem completar seus objetivos; a eficiência, em relação ao esforço e os recursos que são necessários para isso e a satisfação, referente à experiência da utilização do software.

Materiais:

Os materiais a serem utilizados nas avaliações já estão disponíveis e foram financiados pelo MackPesquisa, órgão de fomento da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

O estudo contou com uma amostra de 30 crianças, das quais 14 se enquadraram no grupo de 6, 7 ou 8 anos, enquanto as outras 16 pertenciam ao grupo de 9, 10 ou 11 anos. Em relação ao sexo, o estudo contou com 19 crianças do sexo feminino e 11 crianças do sexo masculino.

Após a finalização das coletas, os dados foram tabulados em planilhas do Excel, separando conforme idade, o sexo e os desempenhos nas três tentativas tanto para mão dominante, quanto para mão não dominante. Em seguida, essas planilhas foram submetidas à uma avaliação estatística.

Os resultados, apontam que ao nível de significância de 5%, não houve diferença quando observamos o melhor desempenho na MD (Gráfico 1 e 2), em função da faixa etária ($p= 0,619$), assim como em função do sexo ($p= 0,875$). Da mesma forma, os resultados obtidos em relação a MND (Gráfico 3 e 4 respectivamente), não demonstraram diferença em relação a faixa etária ($p= 0,052$) e ao sexo ($p= 0,307$).



Gráfico 1: Melhor desempenho com a MD por faixa etária

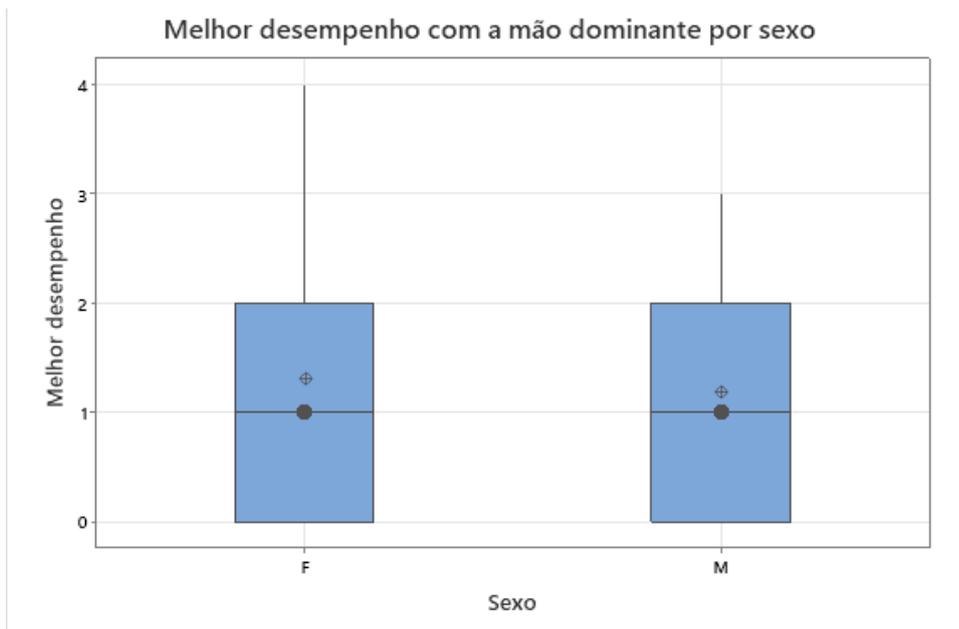


Gráfico 2: Melhor desempenho com a MD por sexo

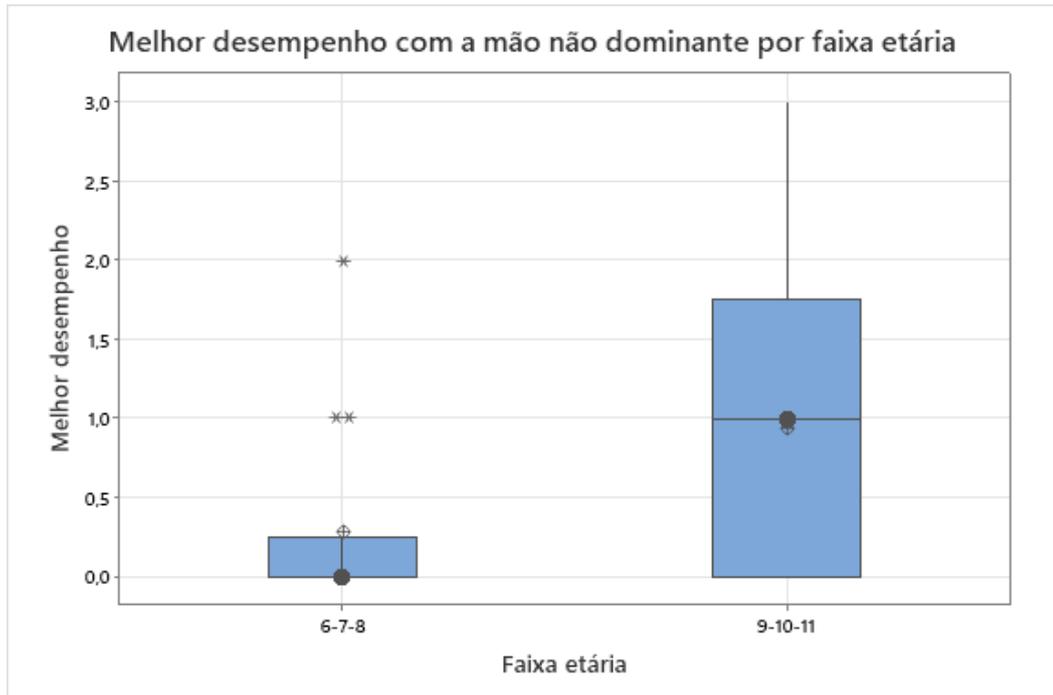


Gráfico 3: Melhor desempenho com a MND por faixa etária

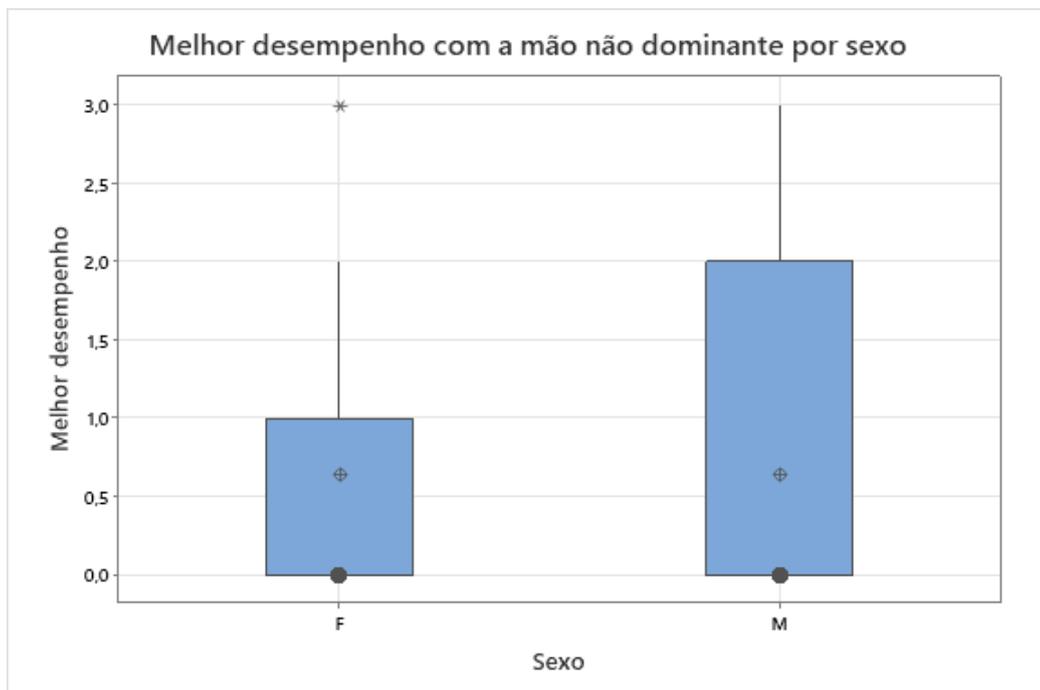


Gráfico 4: Melhor desempenho com a MND por sexo

Entretanto, apesar dos resultados não demonstrarem nenhuma diferença significativa, é possível observamos no Gráfico 3 (MND segundo a faixa etária), que o nível descritivo (0,052) está muito próximo do nível de significância (0,05), ou seja, há uma tendência detectada de que crianças de 9, 10 ou 11 anos possam ter melhores resultados com a mão não dominante que as de 6, 7 ou 8 anos. Esse achado pode ser confirmado também pelo gráfico de dispersão

(Gráfico 5), o qual mostra uma relação linear crescente entre a idade e a MND ($p = 0,020$). Sendo assim, aconselha-se que sejam realizadas pesquisas futuras com maior tamanho de amostra de modo a confirmar ou não a tendência detectada.

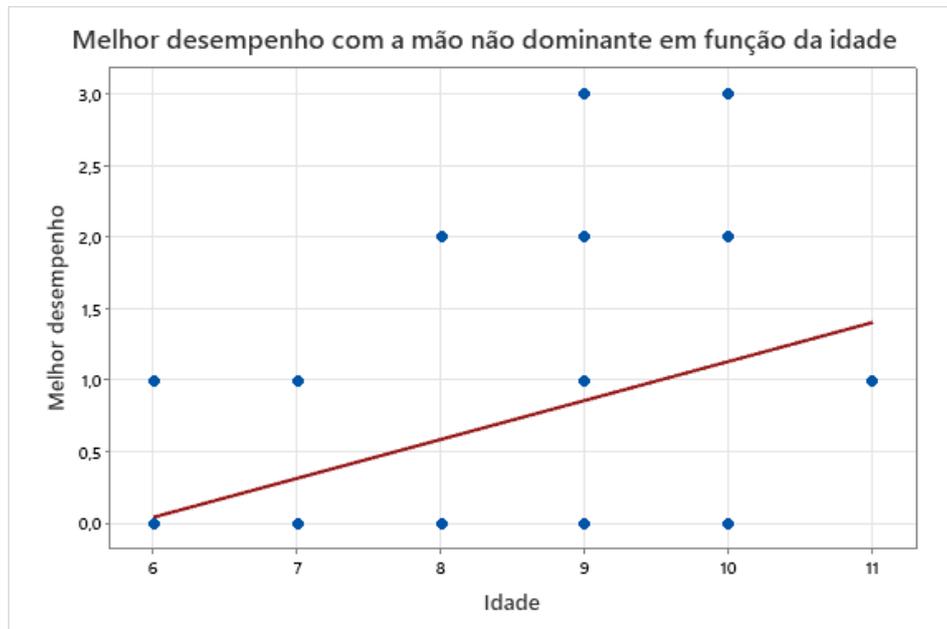
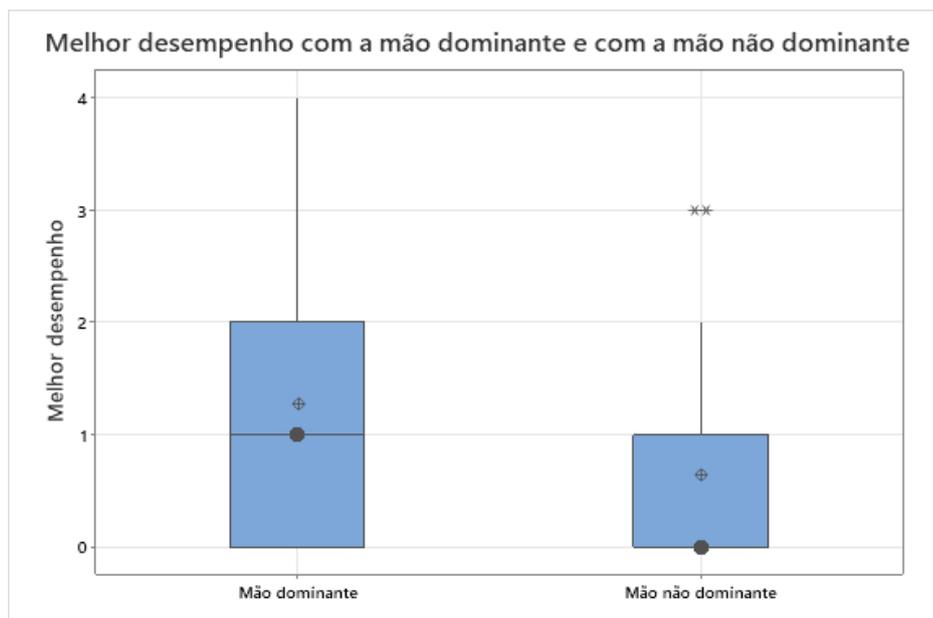


Gráfico 5.

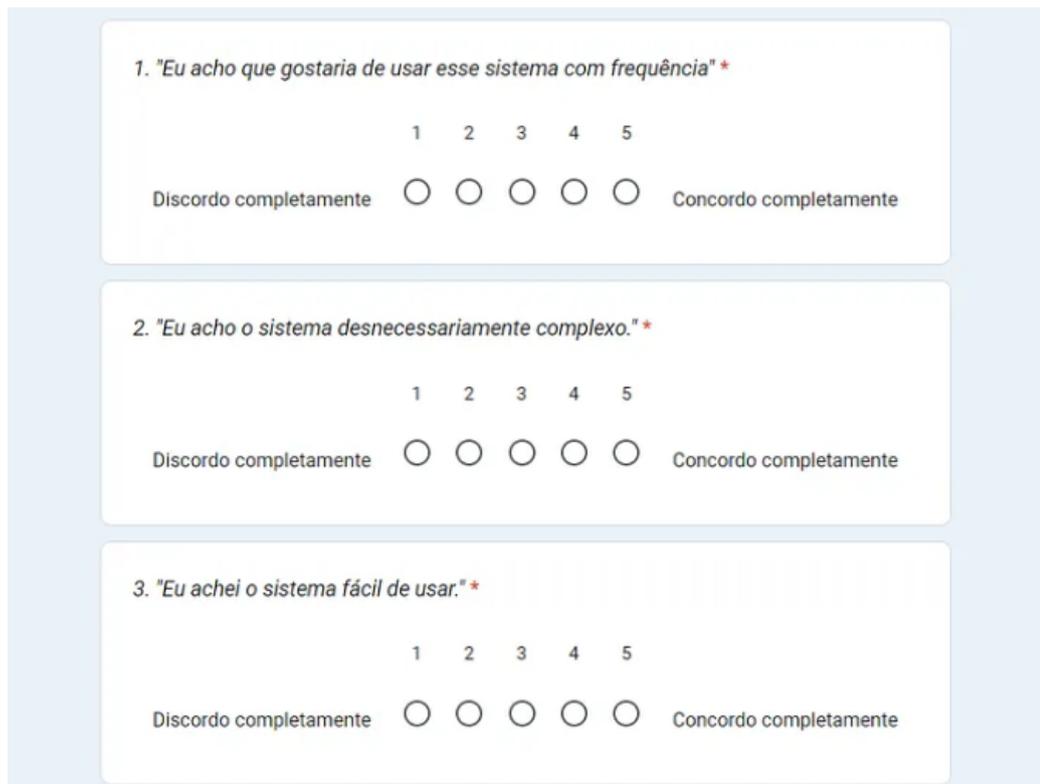
Em contrapartida, quando comparamos o melhor desempenho entre MD e MND, a mão dominante, acaba apresentando melhores resultados (1,27 contra 0,63) ($p = 0,022$), o que já era um resultado esperado.



Segundo Zestas, ON *et al.* é esperado que os resultados obtidos no TCBV sejam menores do que o TCB tradicional. Porém, quando comparamos esses valores da literatura, com os encontrados neste estudo, notamos uma grande discrepância, uma vez que, o número

máximo foi de 4 blocos transferidos em 1 minuto pela MD e 3 blocos com a MND. Já quando comparamos esses dados com os resultados do TCB tradicional, obtidos por Turco *et al.*, a diferença se torna ainda maior, sendo que a média de blocos transportados ficou entre 60-79 para MD e 58-75 para MND.

Em relação ao questionário de usabilidade aplicado (System Usability Scale), sabemos que seu método ajuda a avaliar a eficácia, eficiência e satisfação, através de 10 perguntas, que podem ser pontuadas de 1 a 5, segundo a imagem abaixo.



1. "Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência" *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

2. "Eu acho o sistema desnecessariamente complexo." *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

3. "Eu achei o sistema fácil de usar." *

1 2 3 4 5

Discordo completamente Concordo completamente

Imagem do formulário com perguntas do SUS

A pontuação pode variar de 0 a 100, no entanto, a média esperada é de 68 pontos, para ser considerada uma boa usabilidade. Neste estudo a pontuação ficou abaixo da média, com um resultado de 35 pontos, o que nos mostra que a usabilidade do teste para o público dessa faixa etária não é o mais recomendado. Em contrapartida, vale ressaltar que esse tipo de questionário não é indicado para crianças, uma vez que as perguntas que compõem o formulário são mais complexas para participantes com idades tão novas. Apesar disso, a maioria dos participantes realizariam o teste novamente e também indicariam para seus colegas.

Se tratando da observação qualitativa da coleta de dados, dentre os 30 participantes, sete (7) crianças zeraram o jogo, não conseguindo transportar nenhum bloco; outras sete (7) crianças conseguiram mover apenas um (1) bloco e os outros dezesseis (16) participantes moveram

dois (2) ou mais blocos. Durante o teste, foi notado que muitas crianças demonstraram sentimento de desânimo e desistência, por mais que no início o TCBV tenha lhes chamado a atenção, por sua configuração virtual, sendo necessário incentivá-las um pouco mais, para que concluíssem o jogo. Além disso, alguns participantes se queixaram, pois no meio do teste começaram a sentir dores nos braços, devido à posição adotada para que o leap motion conseguisse fazer a leitura das mãos, o que lhes gerou cansaço e sensação de “peso” do membro.

Outro ponto que se destaca, é que houve um sentimento de competição entre os participantes, pois enquanto uma criança jogava, o restante que estava presente ficava observando e tentavam superar o resultado obtido pelo colega anteriormente, o que no fim acabava servindo como uma motivação entre eles.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos achados encontrados, concluímos que o TCBV apresenta uma motivação maior, por permitir uma interação com a realidade virtual, o que atrai as crianças. No entanto, o software apresenta algumas inconsistências, dificultando o teste e fazendo com que os jogadores ficassem desmotivados, portanto, há uma necessidade de adaptá-lo para que os participantes tenham melhores desempenhos. Dessa forma, não indicamos o teste caixa e blocos virtual para as crianças de 6 a 11 anos, uma vez que os resultados obtidos não tiveram tanto sucesso.

REFERÊNCIAS

AFYOUNI, I. *et al.* Motion-Based Serious Games for Hand Assistive Rehabilitation. In Proceedings of the 22nd International Conference on Intelligent User Interfaces Companion (IUI '17 Companion). ACM, New York, NY, USA, p. 133-136, 2017.

BARROS, Myrela. Guia atualizado de como utilizar a escala SUS (System Usability Scale) no seu produto, 2022. Disponível em: <https://brasil.uxdesign.cc/guia-atualizado-de-como-utilizar-a-escala-sus-system-usability-scale-no-seu-produto-ab773f29c522>. Acesso em: 16 de agosto de 2023.

CHO S, Kim WS, Paik NJ, Bang H. Upper-limb function assessment using VBBTs for stroke patients. *IEEE Comput Graph Appl.* 2016;36(1):70–78. doi: 10.1109/MCG.2015.2. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].

DA FONSECA, Vítor. Desenvolvimento Psicomotor e Aprendizagem. [Porto Alegre RS]: Grupo A, 2011. 9788536314020. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#!/books/9788536314020/>.

DEUTNER, Daniela A. *et al.* Desenvolvimento de uma aplicação virtual do teste caixa e blocos controlados por sensor leap motion. São Paulo, Brasil. 2021. Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/items/7330e8ea-8759-4eb4-9964-832c661649f9>.

EVERARD, G. *et al.* (2022). Concurrent validity of an immersive virtual reality version of the Box and Block Test to assess manual dexterity among patients with stroke. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 19(1), 7. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12984-022-00981-0>.

FLEISHMAN, E. A.; ELLISON, G. D. A factor analysis of fine manipulative tests. *J. Appl. Psychol.*, v. 46, n. 2, p. 96- 105, 1962.

GIESER SN, GENTRY C, LEPAGE J, MAKEDON F, editors. Comparing objective and subjective metrics between physical and virtual tasks. *Virtual, augmented and mixed reality; 2016 2016//; Cham: Springer International Publishing.*

GUIMARÃES, Renata BLASCOVI-ASSIS, Silvana Maria. Uso do teste caixa e blocos na avaliação de destreza manual em crianças e jovens com síndrome de Down. *Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo* 23.1 (2012): 98-106.

KINTSCHNER, N. R.; CORREA, A. G. D; BLASCOVI-ASSIS, S. M. Realidade virtual controlada por sensores de detecção de movimentos das mãos aplicada aos transtornos do desenvolvimento. In: Cibelle Albuquerque de la Higuera Amato; Decio Brunoni; Paulo Sérgio Boggio. (Org.). *Distúrbios do Desenvolvimento: Estudos Interdisciplinares*. 1ed.São Paulo: Editora Memnon, p. 443-454.

MATHIOWETZ, V.; VOLLAND, G.; KASHMAN, N.; WEBER, K. Adult norms for the Box and Block Test of manual dexterity. *Am. J. Occup. Ther.*, v. 39, n. 6, p. 386- 391, 1985.

MERIANAS, Alma S *et al.* "Virtual reality to maximize function for hand and arm rehabilitation: exploration of neural mechanisms." *Studies in health technology and informatics* vol. 145 (2009): 109-25.

NEGRINE, A. Educação psicomotora: a lateralidade e a orientação espacial. Porto Alegre: Palloti, 1986.

ONÁ ED, JARDON A, CUESTA-GOMEZ A, SANCHEZ-HERRERA-BAEZA P, Cano-de-la-Cuerda R, Balaguer C. Validity of a fully-immersive vr-based version of the box and blocks test for upper limb function assessment in Parkinson's Disease. *Sensors (Basel)*. 2020;20(10). [PMC free article] [PubMed]

PINTO, M. Aptidão Física, Destreza Manual e Sensibilidade Proprioceptiva Manual do Idoso – Estudo em praticantes e não praticantes de atividade física. Dissertação (Especialização de Atividade Física para Terceira Idade) – Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, p. 175. 2003.

TARAKCI, E. *et al.* Leap Motion Controller–based training for upper extremity rehabilitation in children and adolescents with physical disabilities: A randomized controlled trial. *Journal of Hand Therapy*. p.1-8, 2019.

TURCO, B. P. B. D. A.; CYMROT, R.; BLASCOVI-ASSIS, S. M. Caracterização do desempenho de destreza manual pelo teste caixa e blocos em crianças e adolescentes brasileiros. *Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo*, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 164-169, 2018. DOI: 10.11606/issn.2238-6149.v29i2p164-169. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rto/article/view/146002>.

WU, Y. T. *et al.* "Evaluation of leap motion control for hand rehabilitation in burn patients: An experience in the dust explosion disaster in Formosa Fun Coast." *Burns: journal of the International Society for Burn Injuries*, 2018.

Zestas, ON *et al.* O Teste de Caixa e Bloco de Visão Computacional na Avaliação de Reabilitação. *Conferência Panhelênica de Eletrônica e Telecomunicações (PACET)* (pp. 1-4). IEEE. 2022. Disponível em: <<https://www.pacet-conf.gr/Files/PACET2022paper7190.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2023.

Contatos: elysapuposantos@gmail.com e e-mail orientador