



RELAÇÃO ENTRE O PERFIL COGNITIVO E MOTOR EM INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DE DOWN POR MEIO DA EXECUÇÃO DE TAREFA VIRTUAL

Thiago Richelie Pires de Oliveira, Luis Fernando Claro Cintra, Larissa Araujo da Silva, Maria Helena Santos Tezza, Maria Tereza Artero Prado Dantas, Deborah Cristina Gonçalves Luiz Fernani

Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Presidente Prudente, SP. E-mail: richelie@live.com

RESUMO

O objetivo do estudo foi verificar se existe relação entre o perfil cognitivo e motor em indivíduos com Síndrome de Down (SD). Estudo transversal (CAAE:58089622.5.0000.5515), com 27 indivíduos, sendo 15 do Grupo SD com média de idade de 17.5±5.5 anos, e 12 do Grupo Controle, com média de idade de 19.1±5.2 anos, avaliados pelo Mini Exame do Estado Mental (MEEM) e software MoveHero (para analisar o perfil motor), também foi utilizada a Escala de Borg. O grupo SD apresentou pontuação no MEEM estatisticamente significativa quando comparado ao grupo Controle ($p < 0.001$). Comparações post-hoc mostraram que o Grupo SD apresentou um maior EA no MoveHero ($p = 0.008$) e o Grupo SD apresentou um aumento da FC do repouso para o fim da atividade ($p = 0.050$). Deste modo, pode-se concluir que indivíduos com síndrome de down apresentam maior déficit do desempenho motor, sob influência do perfil cognitivo.

Palavras chaves: Síndrome de Down, Realidade Virtual, Desenvolvimento motor.

RELATIONSHIP BETWEEN THE COGNITIVE AND MOTOR PROFILE IN INDIVIDUALS WITH DOWN SYNDROME THROUGH VIRTUAL TASK PERFORMANCE

ABSTRACT

The objective of the study was to verify if there is a relationship between the cognitive and motor profile in individuals with Down Syndrome (DS). Cross-sectional study (CAAE:58089622.5.0000.5515), with 27 individuals, 15 from the SD Group with a mean age of 17.5±5.5 years, and 12 from the Control Group, with a mean age of 19.1±5.2 years, evaluated by the Mini Mental State Examination (MMSE) and MoveHero software (to analyze the motor profile), the Borg Scale was also used. The SD group had a statistically significant MMSE score when compared to the Control group ($p < 0.001$). Post-hoc comparisons showed that the SD Group had a greater EA in MoveHero ($p = 0.008$) and the SD Group had an increase in HR from rest to the end of the activity ($p = 0.050$). Thus, it can be concluded that individuals with down syndrome have a greater motor performance deficit, under the influence of the cognitive profile.

Keywords: Down Syndrome, Virtual Reality, Motor Development.

INTRODUÇÃO

A Síndrome de Down (SD) caracteriza-se por uma mutação genética causada pela triplicação do cromossomo 21 nas células do indivíduo¹. Estima-se que no Brasil há cerca de 270 mil pessoas com SD, sendo 1 em cada 700 nascimentos; e no mundo a estimativa é de 1 em 1 mil nascidos vivos². Essa alteração gera o decréscimo da quantidade total de neurônios no sistema nervoso central e,

posteriormente, uma irregularidade nas transmissões nervosas³, apresentando diversas disfunções perceptomotoras e sensoriais que resultam em um desenvolvimento atípico relacionados a área psicomotora e de aprendizagem⁴, que ocasionam dificuldade de adequação à gravidade e ao meio externo.

Dentre os sinais característicos, está presente a hipermobilidade articular, hipotonia muscular e o déficit sensorial que podem

comprometer o desenvolvimento motor⁵. Além disso, devido a diminuição precoce dos neurônios responsáveis pela comunicação nas áreas cerebrais e menor volume cerebral⁶, apresentam também a deficiência intelectual, podendo afetar diversas áreas como o planejamento, aprendizado, memória e agilidade cognitiva⁷, os quais comprometem diretamente o perfil motor desses indivíduos, interferindo na independência e na funcionalidade das atividades de vida diária^{8,9}.

O desenvolvimento motor interfere no comportamento do indivíduo, sendo influenciado por fatores internos e externos (genética e o ambiente em que vive, respectivamente)¹⁰. Apesar do nível consideravelmente alto de deficiência intelectual, as crianças com síndrome de down têm a possibilidade de alcançar níveis elevados de habilidades motoras que se espera em crianças típicas, contudo, estima-se que o processo possa levar o dobro do tempo para que tais habilidades sejam aperfeiçoadas¹¹.

Deste modo, para alcançar habilidades motoras importantes do desenvolvimento, a fisioterapia pode atuar aprimorando e estimulando o desenvolvimento motor por meio da intervenção precoce, facilitando a aptidão da criança em responder aos estímulos e as necessidades da sua vida, quando bem estimulada precocemente.

A RV quando colocada nessa circunstância, potencializa a intervenção fisioterapêutica, possibilitando tratamentos e se tornando uma alternativa viável para avaliações, por meio de atividades lúdicas e atrativas, promovendo uma participação ativa do indivíduo durante todo o processo avaliativo, favorecendo as percepções e o desenvolvimento das capacidades motoras¹⁴. Essa ferramenta consiste em uma tecnologia não imersiva que proporciona experiências multissensoriais em tempo real¹⁵, possibilitando a inclusão social e propiciando proveitos físicos e cognitivos¹⁶.

Durante os tempos de pandemia do COVID-19, a realidade virtual se torna uma alternativa viável, uma vez que os atendimentos presenciais foram impossibilitados de acontecer, partindo para o uso da telerreabilitação como meio de identificar os comprometimentos e disfunções do indivíduo com SD, desenvolvendo

estratégias para melhorar a eficiência, planejamento e execuções de tratamentos¹⁷.

Frente ao exposto, o atual estudo pretende por meio da telerreabilitação aplicar a realidade virtual, para verificar se há uma relação entre o perfil cognitivo e motor em indivíduos com Síndrome de Down.

MÉTODOS

Aspectos de natureza ética

Este projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) atendendo a resolução 466/12 e Comitê Assessor de Pesquisa Institucional (CAPI) e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa pelo número CAAE:58089622.5.0000.5515. Os participantes inseridos no estudo foram instruídos em relação a todos os procedimentos executados e foi disponibilizado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) concordando em participarem do estudo (foi realizado em formato eletrônico pois não houve contato presencial com os participantes).

Caracterização da amostra

Foram incluídos no estudo 27 indivíduos, selecionados por amostra de conveniência, com o diagnóstico de Síndrome de Down, a partir de 10 anos de idade e de ambos os sexos. Foram excluídos os participantes incapazes de compreender e executar as orientações e comandos específicos da avaliação, indivíduos que não possuíssem dispositivos tecnológicos para execução da avaliação virtual e que não respondessem aos questionários.

Procedimentos específicos

O presente estudo foi efetuado por pesquisadores capacitados e responsáveis pela aplicação dos instrumentos de avaliação por via remota, por meio de formulários do *Google Forms*. A princípio, os pesquisadores entraram em contato com os participantes e seus familiares por uma ligação de vídeo ou áudio em qualquer tipo de aplicativo, onde foram convidados a participar do estudo aqueles que se enquadraram nos critérios de inclusão.

Foram dadas aos participantes e familiares todas as explicações necessárias para a realização da atividade: opção de um ambiente com espaço sem elementos externos que pudessem atrapalhar o momento do jogo, com uma mesa ou suporte para posicionar o computador, cadeira confortável que

proporcionasse segurança e o uso de vestimentas e calçados apropriados.

Mini Exame do Estado Mental

As funções cognitivas foram avaliadas por meio do Mini Exame do Estado Mental (MEEM), sendo um mecanismo rápido e de confiança que tem como objetivo avaliar a concentração, a linguagem, atenção, memória e as capacidades de orientação e construção. A avaliação foi feita por volta de 5 a 10 minutos, possuindo uma pontuação máxima de 30 pontos, onde, um escore abaixo de 27 é um indicativo de deficiência intelectual em crianças com idade acima de 9 anos¹⁹.

Escala de Borg

A percepção do esforço físico foi realizada ao final do exercício e foi feita por meio da Escala de Borg Modificada, a qual caracteriza-se por uma escala visual e categórica com pontuação que varia de 6 a 20, tendo valores maiores correspondendo a níveis mais elevados de cansaço²⁰.

MoveHero

O MoveHero é um jogo que foi utilizado durante a avaliação, sendo uma tarefa de tempo coincidente, apresentando vários círculos que surgiam da parte superior da tela em direção a parte inferior, com um ritmo musical para estimular a participação. O participante era posicionado de frente ao computador com uma distância de 2,0m do mesmo. Quando o jogo se inicia, a webcam capturava os movimentos e uma representação do jogador aparecia na tela do computador como avatar. O jogo tinha como objetivo principal interceptar os círculos no momento em que eles chegassem ao alvo, usando os movimentos dos membros superiores para que os círculos atingissem seu alvo específico na parte inferior da tela.

O jogo possui quatro colunas com alvos paralelos fixos colocados em dois níveis de altura, ele também fornece um feedback sensorial (visual e auditivo). Caso o participante atingisse os círculos corretamente, o jogo apresentava feedback com os círculos mudando a cor do alvo para azul, com estrelas ao redor. Se o participante não alcançasse os círculos corretamente, eles mudavam de cor para vermelho e aparecia a letra X dentro do alvo, acompanhada de um som que indicava erro.

Frequência Cardíaca

Para aferição da Frequência Cardíaca (FC), foi explicado o procedimento ao indivíduo, quando maior de idade e aos responsáveis, quando menores. O procedimento começava mantendo o indivíduo em repouso na cadeira na qual seriam capturados os movimentos, pelo menos, cinco minutos em ambiente tranquilo para diminuir a ansiedade. Era instruído que utilizasse as polpas digitais dos dedos indicador e médio sobre a artéria radial com o polegar delicadamente no dorso do punho do indivíduo, variando a força de compressão até obter-se um impulso máximo. Então era pedido que fizesse a contagem das pulsações durante um minuto cronometrado, antes e após a intervenção.

Análise Estatística

Para a variável independente dos participantes (idade e MEEM), foi utilizado o teste T de Student, e o teste qui-quadrado (sexo) para comparar os grupos SD e Controle. Como variáveis dependentes, para o MoveHero, foram consideradas medidas de erro, definidas como a diferença entre o momento em que a esfera atingiu o alvo (tempo de chegada) e o tempo em que o toque ou gesto foi registrado em milissegundos, sendo as medidas: Erro Absoluto (EA) que demonstra a acurácia do movimento; e Erro Variável (EV) que identifica a precisão do movimento^{18,19}; o percentual de Acertos, representando as bolas atingidas no alvo durante o jogo. Adicionalmente foram consideradas variáveis dependentes as medidas de Frequência Cardíaca (FC) e Borg.

As variáveis dependentes foram apresentadas como média e desvio padrão. Para do MoveHero as medidas foram submetidas à MANOVA com 2 (Grupos: SD e Controle) por 4 (Alvos: A1, A2, A3 e A4). Para as medidas de FC foram submetidas à MANOVA com 2 (Grupos: SD e Controle) por 2 (Momentos: Repouso e Atividade) como teste post-hoc utilizou-se o Diferença Mínima Significativa (LSD). Para o Borg foi realizado o teste qui-quadrado. Os dados do gráfico são representados em média e erro padrão. O pacote estatístico utilizado foi o SPSS, versão 26.0, foram considerados significativos valores de $p < 0,05$.

Para determinar se o perfil cognitivo (MEEM) influencia o desempenho físico e motor (EA, EV, percentual de acertos, FC e Borg), foi realizada a correlação de Pearson considerando os valores de r (positivo ou negativo): 0.7 a 0.9

indica uma correlação forte; 0.5 a 0.7 indica uma correlação moderada; 0.3 a 0.5 indica uma correlação fraca; 0 a 0.3 indica uma correlação desprezível.

RESULTADOS

Foram avaliados 27 participantes, sendo 15 do Grupo SD, 4 do sexo masculino e 11 do sexo feminino, idade 17.5 ± 5.5 anos, e 12 do Grupo Controle, 2 do sexo masculino e 10 do sexo feminino, idade 19.1 ± 5.2 anos, não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos tanto para sexo quanto para idade ($p = 0.443$ e $p = 0.440$ respectivamente). O grupo SD apresentou pontuação no MEEM de 16.1 ± 4.1 que foi estatisticamente significativa quando

comparado ao grupo Controle 28.5 ± 1.5 ($p < 0.001$).

Atividade no Software MoveHero

Erro Absoluto - Acurácia (EA), Erro Variável - Precisão (EV) e percentual de Acertos

Para o EA (Figura 1), EV (Figura 2) e percentual de Acertos (Figura 3), não foram encontrados efeitos principais e nem interação entre os fatores. Comparações post-hoc mostraram que o Grupo SD apresentou um maior EA ($M = 1999$ ms) do que o Grupo Controle ($M = 765$ ms; $p = 0.008$) no Alvo 4.

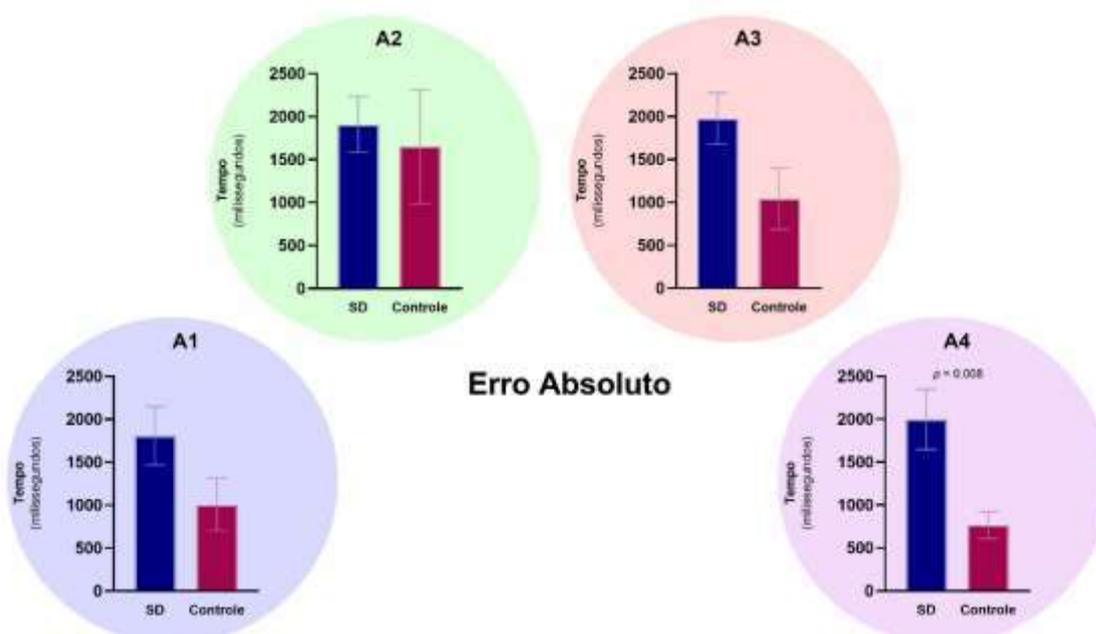


Figura 1. Representação de média e erro padrão do Erro Absoluto (EA) de ambos os grupos (SD e Controle) e todos os alvos (A1, A2, A3 e A4).

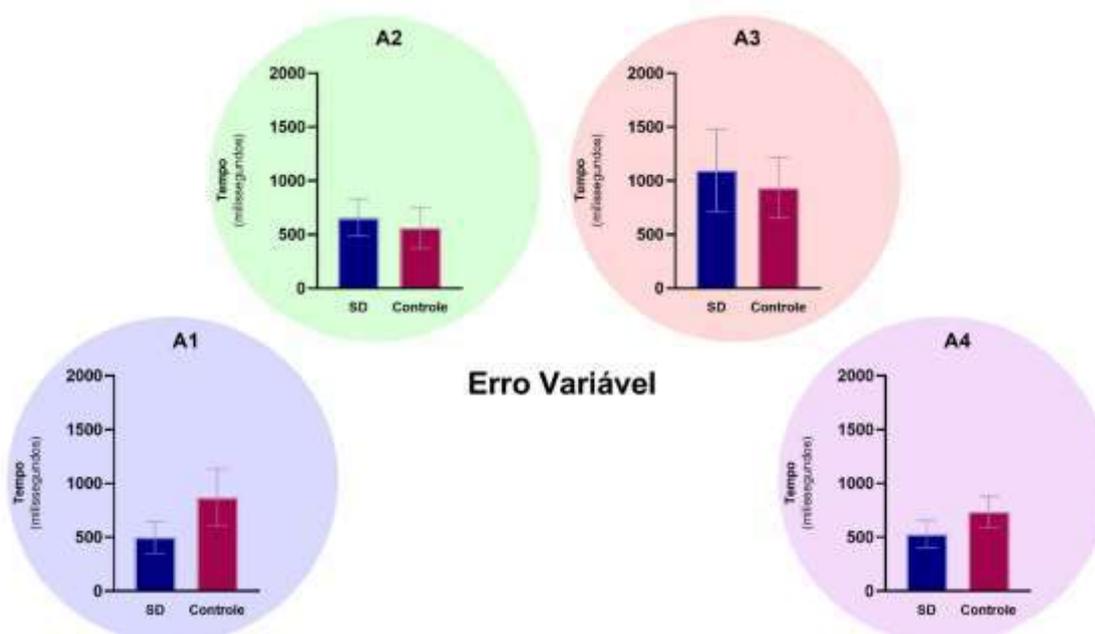


Figura 2. Representação de média e erro padrão do Erro Variável (EV) de ambos os grupos (SD e Controle) e todos os alvos (A1, A2, A3 e A4).

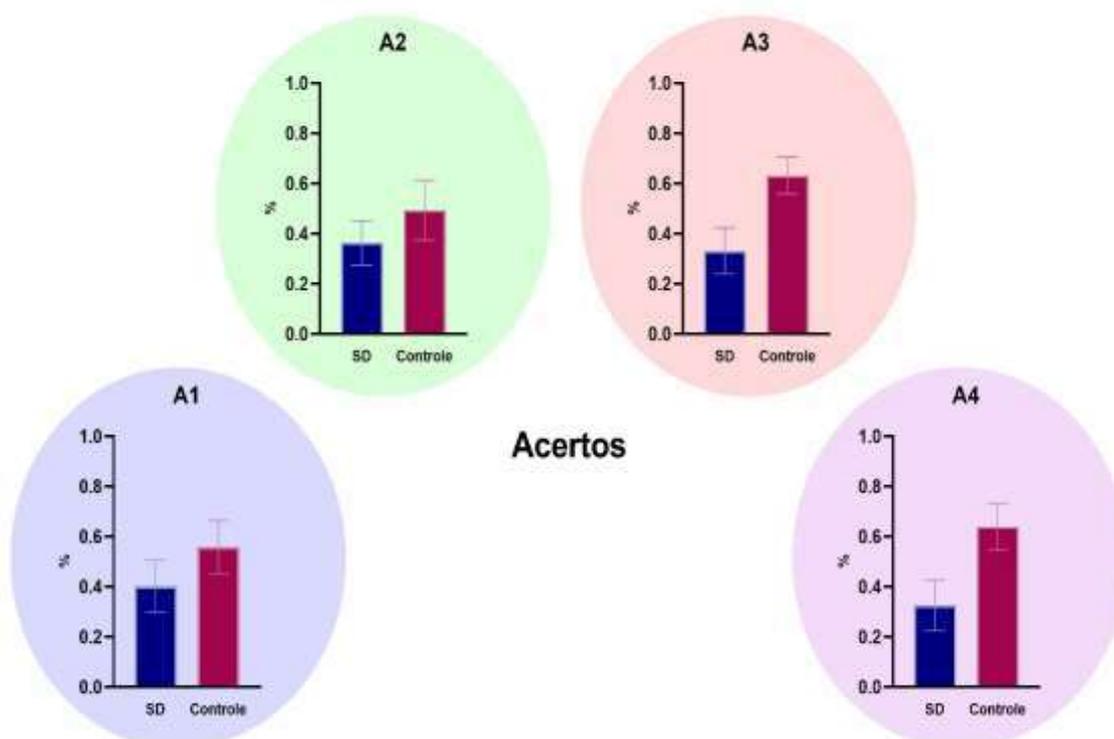


Figura 3. Representação de média e erro padrão do percentual de Acertos de ambos os grupos (SD e Controle) e todos os alvos (A1, A2, A3 e A4).

Borg e Frequência Cardíaca (FC)

Considerando a FC (Figura 4), não foram encontrados efeitos principais e nem interação entre os fatores. Comparações post-hoc mostraram que o Grupo SD apresentou um aumento da FC do repouso ($M = 81.2$ bpm) para o

fim da atividade ($M = 86.7$ bpm; $p = 0.050$), esta diferença não ocorreu no Grupo Controle. Por sua vez para o Borg não foram encontradas diferenças entre os grupos ($p = 0.443$).

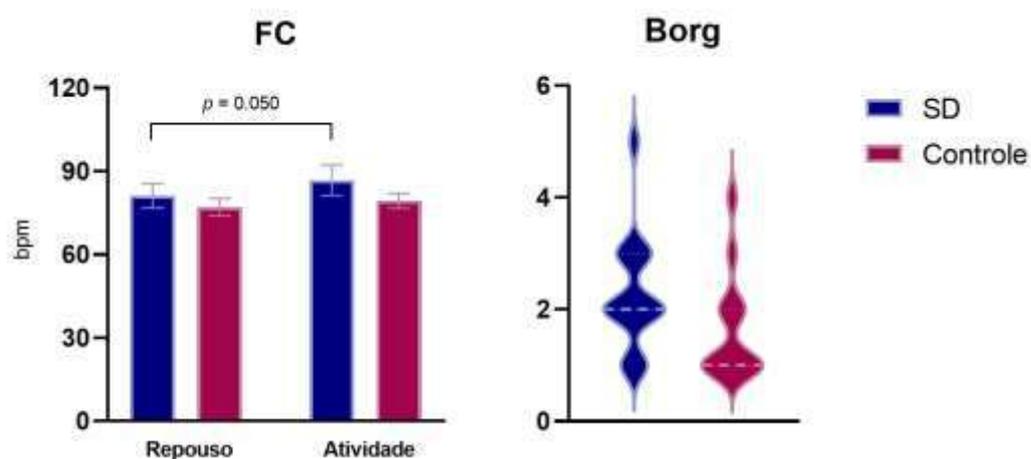


Figura 4. Representação de média e erro padrão da Frequência Cardíaca (FC) de ambos os grupos (SD e Controle) e ambos os momentos (Repouso e Atividade) e Valores de medianas e quartis do Borg (nas figuras em violino) e média e erro padrão (nas linhas centrais dos violinos).

Correlações

Foi realizada uma correlação entre a pontuação total do MEEM e o EA em cada um dos alvos, sendo evidenciado correlação em que a menor pontuação do MEEM refletiu um maior EA no Alvo 4 (Grupo SD – direita lateral),

indicando que nesta população o perfil cognitivo influenciou no desempenho motor durante a tarefa.

Tabela 1. Correlação de pearson MEEM e erro absoluto (EA).

EA					
Correlação de Pearson		A1	A2	A3	A4
Pontuação MEEM	r	-.234	-.057	-.337	-.472*
	p	.272	.791	.108	.023

Legenda: EA= Erro Absoluto, A1= Alvo 1, A2= Alvo 2, A3= Alvo 3, A4= Alvo 4, MEEM= Mini Exame do Estado Mental.

Por sua vez para o EV (Tabela 2), percentual de Acertos (Tabela 3), FC e Borg (Tabela 4) não foi evidenciada correlação, indicando que nestas variáveis o perfil cognitivo

não influenciou no desempenho físico e motor durante a tarefa.

Tabela 2. Correlação de pearson MEEM e erro variável (EV).

EV					
Correlação de Pearson		A1	A2	A3	A4
Pontuação MEEM	r	.260	-.165	.100	.267
	p	.222	.440	.641	.219

Legenda: EA= Erro Absoluto, A1= Alvo 1, A2= Alvo 2, A3= Alvo 3, A4= Alvo 4, MEEM= Mini Exame do Estado Mental.

Tabela 3. Correlação de pearson MEEM e percentual de Acertos.

		% Acertos			
Correlação de Pearson		A1	A2	A3	A4
Pontuação	r	.158	.017	.285	.345
MEEM	p	.450	.935	.167	.092

Legenda: EA= Erro Absoluto, A1= Alvo 1, A2= Alvo 2, A3= Alvo 3, A4= Alvo 4, MEEM= Mini Exame do Estado Mental.

Tabela 4. Correlação de pearson MEEM e Frequência Cardíaca (FC) e Borg.

		Borg e FC		
Correlação de Pearson		FC repouso	FC atividade	Borg
Pontuação	r	-.166	-.214	-.358
MEEM	p	.407	.284	.066

Legenda: EA= Erro Absoluto, A1= Alvo 1, A2= Alvo 2, A3= Alvo 3, A4= Alvo 4, MEEM= Mini Exame do Estado Mental.

DISCUSSÃO

Foram avaliados 27 participantes, sendo 15 do Grupo SD com média de idade de 17.5±5.5 anos, e 12 do Grupo Controle, com média de idade de 19.1±5.2 anos. O grupo SD apresentou pontuação no MEEM estatisticamente significativo quando comparado ao grupo Controle ($p < 0.001$). Este fato está relacionado aos indivíduos com SD apresentar deficiência intelectual devido a diminuição precoce dos neurônios responsáveis pela comunicação nas áreas cerebrais e um menor volume cerebral.

Ao avaliar o desempenho motor com o software MoveHero, não foram encontrados efeitos principais e nem interação entre os fatores (EA, EV e Acertos), porém o Grupo SD apresentou um maior EA quando comparado ao GC. Segundo Guth (1990)¹⁸ e Kim *et al.* (2000)¹⁹, o EA demonstra a acurácia do movimento, ou seja, os indivíduos com SD foram menos acurados quando comparados ao GC.

A partir disso, foi evidenciado que de acordo com o objetivo proposto do presente estudo, há uma correlação entre perfil cognitivo e desempenho motor, indicando que nesta população o perfil cognitivo influenciou no desempenho motor durante a tarefa.

No estudo de Westendorp *et al* (2011)²⁰, o autor comparou habilidades motoras de 156 crianças com deficiência intelectual e 255 crianças com desenvolvimento típico, com idade

entre 7 e 12 anos. Neste estudo, as crianças com deficiência intelectual apresentaram menores habilidades motoras quando comparadas às crianças típicas. O que corrobora com o presente estudo, já que a menor pontuação do MEEM refletiu um maior EA.

Ademais, neste mesmo estudo²⁰, os pesquisadores demonstraram que as maiores dificuldades desta população estão relacionadas com a realização de movimentos coordenados entre os lados do corpo e das extremidades superiores e inferiores, com maior tempo de reação²¹, o que pode explicar o maior EA no Alvo 4 do software.

Em relação a frequência cardíaca, o Grupo SD apresentou um aumento do repouso para o fim da atividade. O MoveHero é um jogo que além de promover benefícios no desempenho motor, melhora também níveis de atividade física²².

Em um estudo anterior que correlaciona FC de repouso com a atividade de um jogo virtual, também foi evidenciado uma diferença estatística significativa²³.

Nesse sentido, esse trabalho conclui que indivíduos com síndrome de down apresentam maior déficit do desempenho motor, sob influência do perfil cognitivo, uma vez que esta população, quando comparada com habilidades de indivíduos típicos demonstram que ao executar movimentos coordenados entre os dois

lados do corpo manifestam uma dificuldade maior, necessitando de um maior tempo de reação durante a execução da tarefa virtual.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver qualquer potencial conflito de interesse que possa interferir na imparcialidade deste trabalho científico.

REFERÊNCIAS

1. Castro-Piñero J, Carbonell-Baeza A, Martinez-Gomez D, Gómez-Martínez S, Cabanas-Sánchez V, Santiago C, et al. Follow-up in healthy schoolchildren and in adolescents with down syndrome: psycho-environmental and genetic determinants of physical activity and its impact on fitness, cardiovascular diseases, inflammatory biomarkers and mental health; the UP&DOWN Study. *BMC Public Health*. 2014 dez;14(1):400. doi: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-400>
2. Ministério da Saúde (Brasil). Diretrizes de atenção à pessoa com Síndrome de Down. Brasília: Ministério da Saúde; 2013 [citado 2021 set 19]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/saude-da-pessoa-com-deficiencia/publicacoes/diretrizes-de-atencao-a-pessoa-com-sindrome-de-down.pdf/view>
3. Kim HI, Kim SW, Kim J, Jeon HR, Jung DW. Motor and Cognitive Developmental Profiles in Children With Down Syndrome. *Ann Rehabil Med*. 2017 feb 28 ;41(1):97-103. doi: <https://doi.org/10.5535/arm.2017.41.1.97>
4. Lorenzo SM de, Braccialli LMP, Araújo R de CT. Realidade Virtual como Intervenção na Síndrome de Down: uma Perspectiva de Ação na Interface Saúde e Educação. *Rev bras educ espec*. 2015 abr/jun ;21:259-74. doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-65382115000200007>
5. Álvarez NG, Mortecinos AV, Rodríguez VZ, Fontanilla ML, Vásquez MM, Pavez-Adasme G, et al. Effect of an intervention based on virtual reality on motor development and postural control in children with Down Syndrome. *Revista chilena de pediatria*. 2018 aug 8;89(6);747-52.
6. Hamburg S, Lowe B, Startin CM, Padilla C, Coppus A, Silverman W, et al. Assessing general cognitive and adaptive abilities in adults with Down syndrome: a systematic review. *Journal of neurodevelopmental disorders* 2019 aug 30;11(1):1-16. doi: <https://doi.org/10.1186/s11689-019-9279-8>
7. Roubertoux PL, Baril N, Cau P, Scajola C, Ghata A, Bartoli C, et al. Differential brain, cognitive and motor profiles associated with partial trisomy. modeling Down syndrome in mice. *Behavior genetics* 2017 feb 15;47(3):305-22. doi: <https://doi.org/10.1007/s10519-017-9835-5>
8. Mancini M C, Silva PC, Gonçalves SC, Martins SM . Comparação do desempenho funcional de crianças portadoras de síndrome de Down e crianças com desenvolvimento normal aos 2 e 5 anos de idade. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 2003 jun;61:409-15. doi: <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2003000300016>
9. De Mello Monteiro CB, Silva TD da, Abreu LC de, Fregni F, Araújo LV de, Ferreira FHIB, et al. Short-term motor learning through non-immersive virtual reality task in individuals with down syndrome. *BMC neurology*. 2017 apr 14;17(1):1-8. doi: <https://doi.org/10.1186/s12883-017-0852-z>
10. Rodrigues D, Avigo EL, Leite MMV, Bussolin RA, Barela JA. Desenvolvimento motor e crescimento somático de crianças com diferentes contextos no ensino infantil. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2013 set;19:49-56. doi: <https://doi.org/10.1590/S1980-65742013000700008>
11. Bonomo LMM, Rosseti CB. Aspectos percepto-motores e cognitivos do desenvolvimento de crianças com Síndrome de Down. *Journal of Human Growth and Development*. 2010 ago;20(3):723-34. doi: <https://doi.org/10.7322/jhgd.19980>
12. Gois IKF, Santos Júnior FFU. Estimulação precoce em crianças com síndrome de Down. *Fisioterapia Brasil*. 2018;19(5). doi: <https://doi.org/10.33233/fb.v19i5.1463>
13. Dias P, Silva R, Amorim P, Laíns J, Roque E, Pereira ISF, et al. Using Virtual Reality to Increase

- Motivation in Poststroke Rehabilitation. *IEEE Computer Graphics and Applications*. 2019 jan/feb;39(1):64-70. doi: <https://doi.org/10.1109/MCG.2018.2875630>
14. Mello BCC, Ramalho TF. Uso da realidade virtual no tratamento fisioterapêutico de indivíduos com Síndrome de Down. *Revista Neurociências*. 2019 mar;23(1):143-9. doi: <https://doi.org/10.34024/rnc.2015.v23.8057>
15. Pavão SL, Arnoni JLB, Oliveira AKC de, Rocha NACF. Impact of a virtual reality- based intervention on motor performance and balance of a child with cerebral palsy: a case study. *Rev paul pediatr*. 2014 out/dez;32:389-94. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-05822014000400016>
16. Lopes JBP, Duarte NAC, Lazzari RD, Oliveira CS. Virtual reality in the rehabilitation process for individuals with cerebral palsy and Down syndrome: A systematic review. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2020 out;24(4):479-83. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.06.006>
17. Szturm T, Imran Z, Pooyania S, Kanitkar A, Mahana B. Evaluation of a Game Based Tele Rehabilitation Platform for In-Home Therapy of Hand-Arm Function Post Stroke: Feasibility Study. *PM&R*. 2021 jan;13(1):45-54. doi: <https://doi.org/10.1002/pmjr.12354>
18. Guth D. Estatísticas de Economia de Espaço: Uma Introdução ao Erro Constante, Erro Variável e Erro Absoluto. *Peabody J. Educ*. 1990;67:110-20. doi: <https://doi.org/10.1080/01619569009538684>
19. Kim J, Chung S, Tennant LK, Singer RN, Janelle CM. Minimizando o erro na medição do erro: um método proposto para o cálculo do erro em uma tarefa motora bidimensional. *Perceba. Mot. Esqui*. 2000;90:253-61. doi: <https://doi.org/10.2466/pms.2000.90.1.253>
20. Westendorp M, Houwen S, Hartman E, Visscher C. Are gross motor skills and sports participation related in children with intellectual disabilities? *Res Dev Disabil*. 2011;32(3):1147-53. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.01.009>
21. Kaiser ML, Schoemaker MM, Albaret JM, Geuze RH. What is the evidence of impaired motor skills and motor control among children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)? Systematic review of the literature. *Res Dev Disabil*. 2015;36:338-57. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.09.023>
22. Martins FPA, Massetti T, Crocetta TB, Lopes PB, da Silva AA, Figueiredo EF, et al. Análise do Desempenho Motor em Indivíduos com Paralisia Cerebral Usando uma Tarefa de Realidade Virtual Não Imersiva- Um Estudo Piloto. *Neuropsiquiatria. Dis. Tratar*. 2019;15:417-28. doi: <https://doi.org/10.2147/NDT.S184510>
23. Barbosa CDP. Análise da resposta da frequência cardíaca de adultos jovens saudáveis durante performance de um jogo de realidade virtual de imersão [dissertação]. São Carlos: Departamento de Terapia Ocupacional, Universidade Federal de São Carlos; 2013. 71 f.
24. Ferreira HDB, Araújo SAL, Cardoso TRM, Figueiredo RC, Camargo LB, Fileni CHP, et al. Análise da frequência cardíaca em pessoas com síndrome de down praticantes de exercício físico: uma revisão sistemática. *Revista CPAQV*. 2021; 13(1):1-11. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Guanis-Vilela-Junior/publication/348326605_ANALISE_DA_FREQUENCIA_CARDIACA_EM_PESSOAS_COM_SINDROME_DE_DOWN_PRATICANTES_DE_EXERCICIO_FISICO_UMA_REVISAO_SISTEMATICA_An-Analysis-of-Heart-Rate-in-People-with-Down-Syndrome-Who-Are-Practitioners-of-P/links/5ff8282892851c13fef7fa73/ANALISE-DA-FREQUENCIA-CARDIACA-EM-PESSOAS-COM-SINDROME-DE-DOWN-PRATICANTES-DE-EXERCICIO-FISICO-UMA-REVISAO-SISTEMATICA-An-Analysis-of-Heart-Rate-in-People-with-Down-Syndrome-Who-Are-Practitioners-of-P.pdf
25. Mancini MC, Paixão ML, Silva TT, Magalhães LC, Barbosa VM. Comparação das habilidades motoras de crianças prematuras e crianças nascidas a termo. *Fisioterapia E Pesquisa*. 2000 jan/dez;7(1-2):1-40.
26. Ouvrier RA, Goldsmith RF, Ouvrier S, Williams IC. The Value of the Mini-Mental State Examination in Childhood: A Preliminary Study. *Journal of Child Neurology*. 1993 apr;8(2):145-8.

doi:

<https://doi.org/10.1177/088307389300800206>