

Levantamento de projetos de dispositivos de facilitação para escrita manual utilizando manufatura aditiva

Valadão, Júlia Romão¹; Sime, Mariana Midori^{2*}

1 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFES, julia.valadao@edu.ufes.br

2 – Departamento de Terapia Ocupacional, UFES, mariana.sime@ufes.br

* Correspondência: Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento de Terapia Ocupacional. Av. Maruípe, 1486 - Maruípe, Vitória, Espírito Santo, Brasil, 29047-185..

DOI 10.52050/9788579177132-14

RESUMO

A escrita manual (EM) marca uma forma de expressão essencial no meio acadêmico e na comprovação de identidade, contudo, pode ser comprometida por limitações físicas ou cognitivas, exigindo adaptações. O estudo realizou um levantamento de dados de desenvolvimento de dispositivos facilitadores da escrita manual, disponíveis para reprodução através de manufatura aditiva. A pesquisa documental foi conduzida em sites/fóruns sobre projetos de adaptações, registrando materiais e modelo em planilha Excel para análise. Foram selecionados 10 dispositivos de formatos variados. Espera-se que os dados organizados auxiliem terapeutas ocupacionais na indicação de recursos adequados, especialmente para estudantes com dificuldades na escrita.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva, Escrita manual, Manufatura Aditiva.

ABSTRACT

Handwriting is an essential form of expression in academia and for identity verification. However, it can be compromised by physical or cognitive limitations, requiring adaptations. This study collected data on the development of handwriting-facilitating devices available for reproduction through additive manufacturing. Documentary research was conducted on websites and forums dedicated to adaptation projects, recording materials and models in an Excel spreadsheet for analysis. Ten devices of varying formats were selected. The organized data are expected to assist occupational therapists in recommending appropriate resources, especially for students with writing difficulties.

Keywords: *Assistive Technology; Handwriting; Additive Manufacturing.*

1. INTRODUÇÃO

O ato de escrever marca uma evolução da espécie humana, pois através da escrita o ser humano passou a transcrever seus pensamentos e repassar o conhecimento para as futuras gerações (BUCHWEITZ, 2021). Apesar de, na era digital atual, a escrita ser realizada de forma digital, através de computadores, tablets e smartphones, a escrita manual ainda se faz presente principalmente no período escolar e na realização de comprovação de atividades financeiras como comprovação da identidade, uma vez que cada escrita é única como uma digital (MUTAI et al., 2022).

Sob a ótica cognitiva e funcional, para realização da atividade da escrita manual é importante haver uma série de fatores convergindo para que de fato ela ocorra. Assim, ela demanda uma coordenação motora fina, integração bilateral e viso-motora, planejamento motor, manipulação, propriocepção, percepção visual, atenção sustentada, consciência sensorial e uma pinça eficiente para a preensão no instrumento da escrita, além de força para o texto fique legível (FEDER; MAJNEMER, 2007). Segundo a ótica funcional e anatômica, Napier (1956) classificou o movimento realizado para realizar a escrita como uma preensão de precisão, configurando a escrita como uma tarefa complexa, em que é necessário haver um planejamento motor fino para que ela seja de fato executada.

No entanto, durante a vida, alguns obstáculos podem levar à interrupção ou não realização desta atividade, seja por declínios cognitivos ou por limitações na condição física (BUCHWEITZ, 2021), tais como perda de força, deformidades articulares, doenças reumatológicas, transtornos de desenvolvimento da coordenação motora ou doenças degenerativas como a Doença de Parkinson (ROSENBLUM et al., 2022; HEN-HERBST; ROSENBLUM, 2022; PRUNTY, 2016; HABERFEHLNER et al., 2011).

Nesse sentido, a Terapia Ocupacional através do uso de recursos de Tecnologia Assistiva (TA), principalmente órteses e adaptações, objetiva proporcionar a retomada dessa atividade significativa, promovendo independência e participação social (PAULA; BALEOTTI, 2011). Dado que a maior parte das demandas da adaptação da escrita surgem na fase dos primeiros anos escolares, é essencial haver este trabalho interdisciplinar entre Terapeutas Ocupacionais e Professores a fim de alcançar a inclusão escolar (RETTINGER et al., 2024). Com isso, no contexto da Educação Inclusiva, a Tecnologia Assistiva (TA) proporciona uma nova forma de pensar o fazer nas atividades, a partir da adaptação dos dispositivos (VIANA, 2015).

A Manufatura Aditiva (MA) ou Impressão 3D, surge no final dos anos 1980 com a possibilidade de criação de modelos físicos de produtos (prototipagem), através da utilização de softwares como o CAD. Com isso, a MA pode ser definida como um processo de fabricação por meio da adição sucessiva de material na forma de camada, tendo como finalidade uma representação geométrica 3D (VOLPATO, 2017). Dessa forma, a produção através da MA/Impressão tridimensional ocorre através da fusão ou depósito de materiais, como o plástico, metal, cerâmica, pós, líquidos ou até mesmo células vivas, para a produção de um objeto 3D (VENTOLA, 2014).

Assim esta forma de trabalho começou a ser amplamente explorada por design por conta da sua liberdade geométrica de construção de estrutura física em 3D. Sendo assim, a MA uma técnica que permite inúmeras possibilidades, especialmente no desenvolvimento de dispositivos de tecnologia assistiva (TA), por sua praticidade de ser customizada e modificada de acordo com os gostos do usuário (MARINHO et al., 2020; McDONALD et al., 2016).

Existem diversos modelos de dispositivos/facilitadores para escrita manual produzidos no mercado, seja para adquirir através da compra ou para produção através da manufatura aditiva (impressão tridimensional), esses modelos devem ser analisados a partir do tamanho, peso, forma, estrutura e estética que vão influenciar diretamente na adesão ao seu uso (KERMAVNAR et al., 2021).

Na internet há inúmeros fóruns e sites que disponibilizam projetos em formato *open source*, prontos para a impressão, o que facilita o acesso à tecnologia. Diante dos benefícios funcionais e da diversidade de opções de facilitadores para escrita manual, é interessante verificar quais são eles e as principais informações e características, para que possam auxiliar terapeutas ocupacionais na escolha e definição do dispositivo que melhor atende a demanda do sujeito.

Assim, o objetivo deste estudo foi realizar um levantamento de projetos de desenvolvimento de dispositivos facilitadores da escrita manual, disponíveis para reprodução, através da manufatura aditiva.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa documental cuja temática foi delimitada através da questão norteadora: “Quais adaptações/facilitadores da escrita manual estão disponíveis para reprodução?”.

A busca foi realizada em fóruns de discussão e sites nacionais e internacionais que se destinam a reunir projetos para produção por meio da MA, no período de Setembro de 2024 a Março de 2025, utilizando os seguintes descritores: “Escrita manual”, “Suporte para caneta”, “Dispositivo”, “Preensão” e “Adaptação” nos idiomas português e inglês.

Os critérios de inclusão foram propostas de facilitadores que continham imagens do projeto e/ou do dispositivo pronto, a sua forma de utilização e características. Já os critérios de exclusão, foram dispositivos que, apesar de descritos para atenderem ao objetivo de escrita manual, não correspondiam a essa ação e projetos repetidos ou muito semelhantes.

Para ampliar o escopo de resultados, ao encontrar um dispositivo que respondia aos critérios de inclusão, também foram analisadas as sugestões de outros projetos, presentes na mesma página.

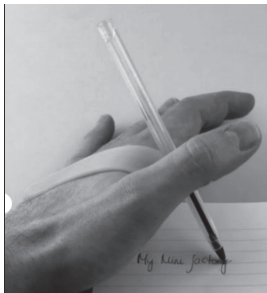
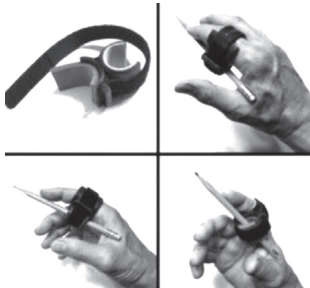
Após selecionados foram registradas, em planilha no software Excel, as seguintes informações: nome dado ao dispositivo, os links para acesso e fotos e descrição da característica do dispositivo.

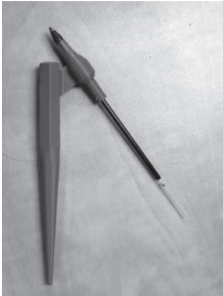
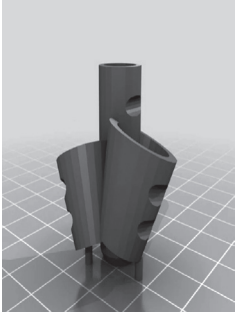
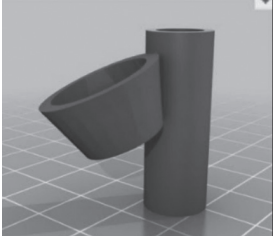
A análise dos dados buscou categorizar os dispositivos por tipo de preensão ou forma de fixação na mão do usuário.

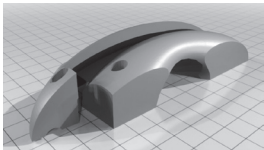
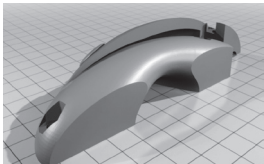
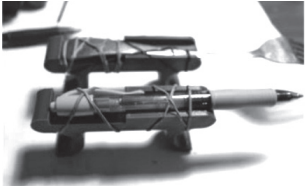
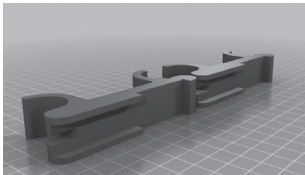
3. RESULTADOS

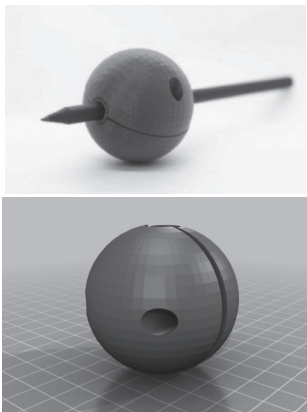
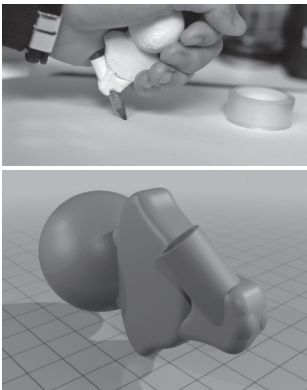
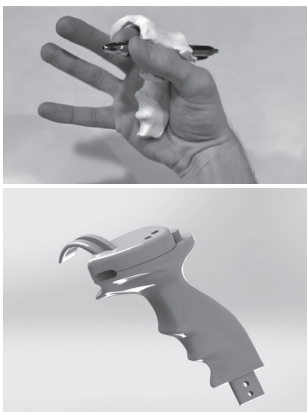
Ao total foram encontrados 10 dispositivos que se propõem a facilitar/adaptar a escrita manual. A Tabela 1 apresenta os dados de cada, incluindo fotos.

Tabela 01 - Dispositivos selecionados a partir de fóruns/sites não comerciais

Código e nome do dispositivo	Site do projeto	Imagem
D1 - Pen Holder for hand support	https://www.myminifactory.com/object/3d-print-pen-holder-for-hand-support-5484	
D2- Writing Aid Cuff	https://br.pinterest.com/pin/866168940812870899/	

Código e nome do dispositivo	Site do projeto	Imagem
D3- Bic pen offset holder	https://www.thingiverse.com/thing:5523622	
D4 - Writing Posture correction for children	https://www.thingiverse.com/thing:3203268	 
D5 - Pencil Grip	https://www.thingiverse.com/thing:2550367	 

Código e nome do dispositivo	Site do projeto	Imagem
D6- Ladybug Adaptive Pen	https://www.thingiverse.com/thing:6967184	  
D7- Adaptive Silverware Handles	https://www.thingiverse.com/thing:1079951	  

Código e nome do dispositivo	Site do projeto	Imagem
D8- Grip Ball 50mm	https://www.thingiverse.com/thing:5140955	
D9-Experimental writing aid for	https://www.thingiverse.com/thing:6917643	
D10 - Pen Holder	https://grabcad.com/library/pen-holder-to-help-those-with-disabilities-write	

O principal material utilizado foi o filamento de termoplástico, sendo o Políácido Láctico (PLA) o mais citado. Como complementação, alguns projetos acrescentaram elástico, emborrachado de Etileno-Vinil-Acetato (EVA) e velcro.

Pode-se verificar que as propostas de adaptações são variadas em formatos e formas de uso. A Tabela 02 apresenta uma categorização dos dispositivos encontrados, de acordo com as suas características.

Tabela 02 - Categorização Dos tipos de adaptação

Característica das Adaptações	Descrição	Dispositivos
Engrossar o instrumento de escrita	Utilização de adaptação para aumentar a espessura da caneta/lápis.	D8
Apoio palmar	Utilização da palma da mão como suporte.	D3, D9, D10
Ausência de prensão dos dedos	O instrumento é segurado sem aplicar pressão digital	D1, D6 e D7
Encaixe nos dedos	O instrumento é apoiado sobre os dedos.	D2, D4 e D5

4. DISCUSSÃO

A diversidade dos modelos encontrados demonstra a gama de condições de saúde que levam a dificuldade na escrita manual e demandam diferentes dispositivos que levam em consideração não apenas a funcionalidade, mas também a ergonomia e a estética. Diante disso, observa-se como a MA, por sua característica de produção possibilita a criação de diversos modelos projetados com exclusividade para o sujeito, respeitando suas características anatômicas e a estética desejada, além da durabilidade do projeto (KERMAVNAR et al., 2021).

Com isso, pode ser observado nos presentes dispositivos a composição de um material predominante, o filamento de polímero termoplástico em Ácido Poliático (PLA do inglês *Polylactic Acid*). O PLA é um material biodegradável e é considerado muito rígido e resistente, tem pouca flexibilidade e baixa resistência à tração, o que acarreta em dificuldade ao estabelecer dispositivos que demandem encaixes mais complexos (WALCHER, 2018; DRUMRIGHT, 2000). Contudo, o PLA apresenta diversas vantagens como a sustentabilidade e a biocompatibilidade, que previne efeitos tóxicos e carcinogênicos, sendo assim, o material mais utilizado (ATHANASIOU, 1996).

Nos 10 projetos encontrados em fóruns/sites, foi possível observar diferentes propostas e dentre elas dispositivos personalizados para indivíduos com demandas únicas com relatos na descrição sobre o processo de idealização e confecção.

Diante da diversidade de dispositivos apresentada, foi elaborada uma categorização para os tipos de dispositivos de escrita manual.

A primeira categoria foi demarcada por um dispositivo (D8) que tinha como proposta aumentar o diâmetro do instrumento de escrita (caneta/lápis), permitindo a realização de uma preensão com os dedos estendidos. Logo a destreza fina necessária para realizar o movimento de pinça e substituída por dedos estendidos possibilitando uma maior atuação de articulações maiores como o punho e cotovelo, com isso, este dispositivo não permite que haja ausência total de força e preensão, uma vez que ele apenas dispensa a utilização da destreza fina (SIME, 2012; PARDINI JR., 2006, p. 18). Logo, este dispositivo poderia ser recomendado para crianças que ainda estão no processo de amadurecimento da escrita, ou pessoas com menos força muscular em dedos.

Já a segunda categoria tem como característica dispositivos (D3, D9 e D10) que demandam a utilização da palma da mão para estabilizar ou dar apoio ao instrumento de escrita, sendo assim o arco palmar se mantém, permitindo que ocorra a estabilização durante a preensão, mesmo com limitações motoras distais (SANGOLE; LEVIN, 2009; SANGOLE; LEVIN, 2008). Com isso, essas adaptações exigem menos força de preensão, sem o uso da pinça trípode, utilizando articulações maiores como o punho e cotovelo e em alguns casos o ombro. Dessa forma, indivíduos que sofrem com falta de força e mobilidade nos dedos poderiam utilizar essa adaptação.

A terceira categoria é caracterizada por adaptações que não precisam de nenhuma preensão dos dedos (D1, D6 e D7), sendo somente encaixados na palma da mão ou dedos, utilizando articulações maiores como punho, cotovelo e ombro para realizar a atividade da escrita, com ausência total do movimento de pinça trípode. Logo, o movimento é realizado por essas articulações maiores ao realizar o deslizamento do dispositivo, podendo ser recomendado para casos mais graves onde há ausência de força para a manutenção da preensão para escrita (PARDINI JR., 2006, p. 18).

Na quarta categoria de “Encaixe dos dedos”, os dispositivos confeccionados (D2, D4 e D5) tem como objetivo estimular o uso da pinça trípode, entretanto, não demanda força para manter esta posição. Assim o dispositivo é utilizado como “ponte” para que a força e precisão para realização da pinça sejam mantidas, sendo que o indivíduo que vai utilizá-la precisa realizar a flexão e extensão dos dedos com menor dificuldade (SIME, 2012; PARDINI JR., 2006, p. 18).

Durante a coleta de dados foi possível observar a confecção de dispositivos personalizados através da descrição e características marcantes.

Diante disso, no dispositivo D6 é possível perceber a presença de padrões de uma joaninha, neste caso em específico o professor reconheceu a preferência de seu aluno por insetos e tentou reproduzir um dispositivo que tivesse as características de um joaninha e apelidou o dispositivo com o nome de uma

personagem de desenho famosa. Essa percepção do professor fomenta a maior adesão ao uso do dispositivo, uma vez que as preferências do sujeito se tornam parte do processo de adaptação e coloca em prática a educação inclusiva através do uso da TA (KERMAVNAR et al., 2021; VIANA, 2015).

Já no dispositivo D10 é relatado que ele foi confeccionado por um jovem, para sua avó para que ela pudesse voltar a escrever cartas para os seus netos, uma vez em que ela sofreu um acidente vascular encefálico e não conseguia mais realizar esta atividade.

Assim, esses relatos na descrição dos dispositivos, reforçam a diversidade e também refletem as múltiplas demandas presentes tanto no contexto escolar, quanto no contexto da vida do adulto e do idoso, considerando diferentes condições de saúde que impactam diretamente na realização da escrita manual, como apontado por Rosenblum et al. (2022) e por Hen-Herbst e Rosenblum (2022).

Neste contexto, a Manufatura Aditiva demonstrou ser um recurso versátil em sua forma de confecção uma vez que permite a realização de diversos projetos personalizados o que garante uma maior diversidade para os usuários. Além disso, através da utilização do PLA, este recurso ainda apresenta durabilidade e biocompatibilidade (ATHANASIOU, 1996).

Entretanto, observa-se que, embora muitos dispositivos estejam disponíveis em plataformas abertas, ainda há desafios relacionados à clareza das informações sobre materiais, processos de montagem e instruções de uso. Essa limitação pode impactar a correta confecção e utilização dos dispositivos e, conseqüentemente, seus benefícios funcionais.

Assim, torna-se relevante o papel dos terapeutas ocupacionais como o profissional capacitado para realizar a prescrição dos dispositivos, além de ser um profissional essencial no processo de planejamento e confecção desses dispositivos (RETTINGER et al., 2024).

5. CONCLUSÕES

Os dispositivos encontrados no estudo demonstraram que por meio da MA é possível ter diferentes projetos personalizados com um mesmo objetivo: proporcionar o retorno de uma atividade significativa e complexa como a escrita manual. A diversidade de modelos analisados demonstra não apenas a variedade de condições de saúde e fases de vida, mas como o design individualizado promove autonomia e participação social ao pensar nas singularidades de cada indivíduo. Com isso, descrições como os dispositivos D6 e D10 ilustram como o uso singular da TA pode resgatar atividades significativas e fortalecer vínculos sociais.

Contudo, alguns desafios ainda permanecem relacionados à falta de acessibilidade das impressoras 3D, à falta de capacitação dos profissionais para compreender o processo de planejamento e confecção das adaptações. Além disso, é essencial haver estudos que comprovem a eficácia dos dispositivos, a fim de afirmar que eles de fato facilitam a atividade da escrita manual no cotidiano, bem como a perspectiva de satisfação do usuário. Diante disso, destaca-se a atuação do terapeuta ocupacional na prescrição e desenvolvimento desses dispositivos, bem como a atuação interdisciplinar com profissionais da educação a fim de promover uma educação mais inclusiva, buscando promover políticas públicas que favoreçam o acesso universal a essas tecnologias.

Conclui-se, portanto, que o avanço no uso da MA associada à atuação interdisciplinar é fundamental para consolidar práticas inclusivas e eficazes. Investimentos em pesquisas futuras sobre ergonomia, usabilidade e impacto funcional são indispensáveis para o aprimoramento desses recursos, contribuindo para a promoção da autonomia e da participação social de crianças, adultos e idosos.

Considera-se pertinente que futuros estudos avancem na análise ergonômica desses dispositivos, bem como em estudos de usabilidade e impacto na funcionalidade e na participação social dos indivíduos.

REFERÊNCIAS

- ATHANASIOU, K. A.; NIEDERAUER, G. G.; AGRAWAL, C. M. Sterilization, toxicity, biocompatibility and clinical applications of polylactic acid/polyglycolic acid copolymers. *Biomaterials*, Oxford, v. 17, n. 2, p. 93–102, jan. 1996.
- BUCHWEITZ, A. A Neurobiologia da leitura e escrita. In: BUCHWEITZ, A. *Relatório Nacional de Alfabetização - Baseada em Evidências (RENABE)*. Brasília, DF: Ministério da Educação – MEC, 2021. p. 69–95.
- DRUMRIGHT, R. E.; GRUBER, P. R.; HENTON, D. E. Polylactic acid technology. *Advanced Materials*, Weinheim, v. 12, n. 23, p. 1841–1846, dez. 2000.
- FEDER, K. P.; MAJNEMER, A. Handwriting development, competency, and intervention. *Developmental Medicine & Child Neurology*, v. 49, n. 4, p. 312–317, 2007.
- HABERFEHLNER, H.; VISSER, B.; DAFFERTSHOFER, A.; VAN ROSSUM, M. A.; ROORDA, L. D.; VAN DER LEEDEN, M.; DEKKER, J.; HOEKSMAN, A. F. Handwriting difficulties in juvenile idiopathic arthritis: a pilot study. *Clinical and Experimental Rheumatology*, v. 29, n. 5, p. 887–893, 2011.
- HEN-HERBST, L.; ROSENBLUM, S. Handwriting and Motor-Related Daily Performance among Adolescents with Dysgraphia and Their Impact on Physical Health-Related Quality of Life. *Children (Basel)*, v. 9, n. 10, p. 1437, 2022.

KERMAVNAR, T.; SHANNON, A.; O'SULLIVAN, L. W. The application of additive manufacturing / 3D printing in ergonomic aspects of product design: A systematic review. *Applied Ergonomics*, v. 97, p. 103528, 2021.

MARINHO, F. D.; SANTOS, P. M.; NARDI, S. M. T.; SIME, M. M.; COUTINHO, G. C. Uso de órtese impressa em 3D e tratamento terapêutico ocupacional na rizartrose. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, v. 28, n. 4, p. 1151–1164, 2020.

McDONALD, S. et al. Uncovering challenges and opportunities for 3D printing assistive technology with physical therapists. In: *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ASSETS '16*, Reno, NV, USA, 23–26 Out. 2016. New York: ACM, 2016. p. 131–139.

MUTAI, H.; SATO, M.; KITAHARA, T.; HAMADA, A.; OZAWA, K.; NOJI, A.; SUGIMOTO, S.; IWANAMI, J.; SAGARI, A. Effects of occupational therapy on improvements in the handwriting ability of the adult non-dominant hand: An exploratory randomised controlled trial. *Australian Occupational Therapy Journal*, v. 69, n. 1, p. 15–24, 2022.

NAPIER, J. R. The prehensile movements of the human hand. *The Journal of Bone and Joint Surgery British*, v. 38-B, n. 4, p. 902–913, 1956. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.38B4.902>.

PARDINI JR., A. G. Anatomia funcional. In: FREITAS, P. P. (ed.). *Reabilitação da mão*. São Paulo: Atheneu, 2006. p. 1–18.

PAULA, M. A. F.; BALEOTTI, L. R. Inclusão escolar do aluno com deficiência física: contribuições da Terapia Ocupacional. *Cadernos de Terapia Ocupacional da UFSCar*, São Carlos, v. 19, n. 1, p. 53–69, jan./abr. 2011.

PRUNTY, M.; BARNETT, A. L.; WILMUT, K.; PLUMB, M. Visual perceptual and handwriting skills in children with Developmental Coordination Disorder. *Human Movement Science*, v. 49, p. 54–65, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.06.003>.

RETTINGER, L. et al. Evaluating the experiences of occupational therapists and children using the SensoGrip pressure-sensitive pen in a handwriting intervention: multimethods study. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, [S. l.], v. 11, e 51116, 7 mar. 2024.

ROSENBLUM, S.; MEYER, S.; RICHARDSON, A.; HASSIN-BAER, S. Patients' Self-Report and Handwriting Performance Features as Indicators for Suspected Mild Cognitive Impairment in Parkinson's Disease. *Sensors*, v. 22, n. 2, p. 569, 2022. <https://doi.org/10.3390/s22020569>.

SANGOLE, A. P.; LEVIN, M. F. Arches of the hand in reach to grasp. *Journal of Biomechanics*, Oxford, v. 41, n. 4, p. 829–837, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2007.11.006>.

SANGOLE, A. P.; LEVIN, M. F. Motor strategies underlying the control of hand posture. *Experimental Brain Research*, Berlin, v. 193, p. 611–627, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00221-008-1486-6>.

SIME, M. M. *Preensão para escrita manual em universitários: diferentes tipos e sua relação com teste de destreza fina*. Dissertação (Mestrado em Terapia Ocupacional) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

VIANA, M. L. A atuação da Terapia Ocupacional no uso da tecnologia assistiva no contexto da educação inclusiva. *ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS - Campus Porto Alegre*, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 93–107, jul./dez. 2015.

VENTOLA, C, L. Medical Applications for 3D Printing: Current and Projected Uses. *P&T*. v. 39, n. 10, p. 704-711, Outubro, 2014.

VOLPATO, N. *Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D*. São Paulo: Blucher, 2017.

WALCHER, G.P. *O uso da impressora 3D na saúde: revisão integrativa*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Terapia Ocupacional) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.