

Luva para simulação de restrição de movimentos e forças de preensão manual: contribuição para o design de Tecnologias Assistivas para idosos

Lima, Rebeca Rodrigues Barbosa^{*1}; Ezeugo, Alice V.²; Sartório, Taís Sanches³; Moraes, Mariana Brunatti de⁴; Julio, Maisa da Silva⁵; Medola, Fausto O.⁶; Pasquarella, Luis C.⁷

1 – Departamento de Design - Laboratório de Ergonomia e Interfaces, Unesp, rebeca-rodrigues.lima@unesp.br

2 – Departamento de Design - Laboratório de Ergonomia e Interfaces, Unesp, alice.ezeugo@unesp.br

3 – Departamento de Design - Laboratório de Ergonomia e Interfaces, Unesp, tais.sanches@unesp.br

4 – Departamento de Design - Laboratório de Ergonomia e Interfaces, Unesp, mariana.brunatti@unesp.br

5 – Departamento de Design - Laboratório de Ergonomia e Interfaces, Unesp, ms.julio@unesp.br

6 – Departamento de Design - Laboratório de Ergonomia e Interfaces, Unesp, fausto.medola@unesp.br

7 – Departamento de Design - Laboratório de Ergonomia e Interfaces, Unesp, luis.paschoarelli@unesp.br

* -Correspondência: Av. Eng. Luiz E. C. Coube, 14-01, Campus da Unesp, Bauru, São Paulo, Brasil, 17033-360.

DOI 10.52050/9788579177163-04

RESUMO

O processo de envelhecimento pode levar a dificuldades em atividades cotidianas de preensão manual (p.e. alimentação), resultantes de limitações físicas e cognitivas. No desenvolvimento de tecnologias assistivas que buscam solucionar esse problema, designers precisam ter uma compreensão das implicações funcionais de tais dificuldades; e a simulação da atividade com luvas adaptadas surge como alternativa de experiência de uso. O objetivo deste estudo foi verificar a eficácia de uma luva adaptada, quanto à restrição das forças de preensão manual, por meio de um dinamômetro Jamar. O método, de natureza aplicada, abordagem transversal e experimental, envolveu variáveis independentes (com e sem luva) e variável dependente (força de preensão em kgf). Os resultados indicam que o emprego da luva diminuiu significativamente ($p \leq 0,05$) a força de preensão, confirmando seu potencial como instrumento de simulação de atividades.

Palavras-chave: envelhecimento, atividades manuais, atividade simulada, tecnologia assistiva.

ABSTRACT

The ageing process can lead to difficulties in daily hand-grip activities (e.g. eating), resulting from physical and cognitive limitations. In developing assistive technologies that seek to solve this problem, designers need to have an understanding of the functional implications of such difficulties, and simulating the activity with adapted gloves has emerged as an alternative user experience. This study aimed to verify the effectiveness of an adapted glove in restricting handgrip forces using a Jamar dynamometer. The method, of an applied nature, cross-sectional and experimental approach, involved independent variables (with and without the glove) and a dependent variable (grip strength in kgf). The results indicate that the use of the glove reduced significantly ($p \leq 0.05$) grip strength, confirming its potential as an activity simulation tool.

Keywords: ageing, manual activities, simulated activity, assistive technology.

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento pode estar associado a condições que impactam a independência e qualidade de vida. Entre essas condições destaca-se a sarcopenia, caracterizada pela perda de massa muscular e fragilidade dos indivíduos. A sarcopenia pode afetar diferentes habilidades, entre as quais se destaca a diminuição da Força de Preensão Manual (FPM). De fato, tal situação é considerada um fenótipo que abrange outros quatro componentes: perda de peso, fadiga, diminuição de atividades físicas e redução da velocidade (LENARDT et al. 2016).

Medola (2020) corrobora essa ideia, ao enfatizar que esse conjunto de modificações fisiológicas levam à necessidade do desenvolvimento de tecnologias assistivas, as quais possibilitam que seus usuários possam realizar suas atividades com autonomia e de forma satisfatória.

Além de sua expressiva importância na reabilitação das pessoas com necessidades especiais, a tecnologia assistiva surge para solucionar esse tipo de problema, baseando-se no uso de métodos que buscam proporcionar artefatos que melhorem a qualidade de vida e as habilidades funcionais dos idosos e outras pessoas com deficiência, promovendo a inclusão (GARCIA e VIEIRA 2018).

No âmbito do Design Inclusivo, gerar personas e atividades simuladas como forma de compreender as demandas dos usuários é um procedimento fundamental, pois evidencia suas reais necessidades, evitando a geração de ideias e conceitos que não os representam verdadeiramente (MEDOLA, 2020).

A avaliação simulada de restrição da força de preensão é necessária pois auxilia no processo de empatia ao desenvolver um produto, sensibilizando os

designers com as dificuldades enfrentadas pelos usuários (JULIO *et al.*, 2024). De acordo com Hutton e Maguire (2021), a simulação da redução de capacidades pode contribuir positivamente para a compreensão sobre as diferentes necessidades dos usuários, além de levantar discussões sobre como integrar acessibilidade, adaptabilidade e inclusão nos projetos.

Os dinamômetros de força de preensão manual são simples de utilizar e contribuem efetivamente para a análise de função da mão. No entanto, o protocolo de utilização deve ser desenvolvido cuidadosamente.

O dinamômetro Jamar é reconhecido como um instrumento padrão de força de preensão manual que apresenta bom índice de confiabilidade e desempenho, influenciando na evidência de pesquisas científicas (FIGUEIREDO *et al.* 2007). Desta forma, considerando a importância da atividade simulada, o emprego de dinamômetro (instrumento padrão ouro) pode se tornar um importante parâmetro para se avaliar a eficácia de uma luva para simulação de restrição (LSR), visto que possibilita a medição da força aplicada; e permite compará-la com a condição natural de preensão. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar, através da quantificação da força de preensão como um dos indicadores da função manual, uma LSR de movimentos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Características do estudo e aspectos éticos

O presente estudo foi fundamentado em raciocínio indutivo e experimental, de natureza aplicada, com abordagem quantitativa e transversal. As variáveis independentes envolvem a realização das atividades com e sem LSR; e as variáveis dependentes referem-se à medição de força de preensão manual em kgf (Quilograma- força).

Tendo em consideração a participação de seres humanos, foram aplicados todos os cuidados éticos, como a submissão e aprovação do projeto de pesquisa pelo “Comitê de Ética em Pesquisa” da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design da UNESP (CAAE - 80331424.3.0000.5663 / Parecer - 7.379.646); e aplicação de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

2.2 Amostragem

A estratégia aplicada para o presente estudo é de amostragem não probabilística, ou seja, de conveniência intencional. Como critérios de inclusão, foram definidos a participação de jovens adultos (entre 18 e 30 anos), com plena capacidade física e cognitiva. E como critérios de exclusão: apresentar relato de

alguma restrição visual; relato de dificuldades de controle motor ou habilidade manual. Portanto, participaram do estudo 11 pessoas do gênero masculino e 19 do gênero feminino.

2.3 Objeto de estudo

O objeto de estudo trata-se de um LSR (Figura 1), desenvolvida por Julio *et al.* (2024), que simula a restrição e a perda da força de preensão manual, representando as dificuldades enfrentadas por indivíduos com mobilidade e coordenação motora reduzidas. A parte externa da LSR é constituída por uma luva modelo tatex branca, 46% algodão e 48% poliéster, com antiderrapante na face dorsal e acabamento em overloque. A LSR possui o fecho punhal ajustável com um velcro, que se adapta ao punho do participante. A parte interna da LSR foi elaborada com uma luva de borracha de tamanho afinado e possui cinco hastes compostas por hastes plásticas de 7mm, fixadas no dorso da luva na região desde o punho até as pontas dos dedos, de forma a promover uma resistência ao movimento de flexão dos dedos. A resistência ao movimento de preensão das mãos, proporcionada pela rigidez das hastes plásticas, impõe ao usuário o desafio de força e destreza na manipulação de objetos.

Figura 1 - Luvas de Simulação de Restrição



Fonte: Autores (2025)

2.4 Instrumentos de pesquisa

Para a coleta da variável dependente (força) foi utilizado o dinamômetro “Jamar Plus Hand Evaluation” (Figura 2), fornecido pela Patterson Medical Supply, número de série 2016100076, versão 2015, então considerado instrumento padrão ouro para estudos dessa natureza (NIKODELIS *et al.*, 2021).

Figura 2 - Dinamômetro Jamar



Fonte: Autores (2025)

2.5 Procedimentos de coleta e análise de dados

Os procedimentos de coleta foram realizados na Sala de Experimentos do Laboratório de Ergonomia e Interfaces da Unesp, com a ambientação adequada, incluindo controles de iluminação (NBR ISO/CIE 8995-1); de ruído (NBR 10152) e de temperatura ambiental (NBR 16401-2), reduzindo qualquer interferência externa. Antes do início das atividades, os participantes foram recebidos individualmente e apresentados ao TCLE e ao cadastro de identificação. A coleta de dados se deu com o participante sentado com a postura ereta, cotovelo dobrado em 90°, antebraço em posição neutra e punho entre 0° e 30° de extensão, conforme protocolo padrão para a utilização do dinamômetro. O participante foi instruído através do comando verbal e da demonstração visual. Foi solicitado que realizasse a preensão manual com força máxima com a mão dominante sem a LSR (Figura 3) na pega do dinamômetro Jamar. A coleta de dados com o dinamômetro Jamar foi repetida por três vezes. Após um intervalo de aproximadamente três minutos, durante o qual os participantes foram realizar outras atividades que não exigiam força de preensão, o procedimento

foi realizado novamente, com a LSR (Figura 4). Para os dois casos, a análise dos dados baseou-se na média dos três resultados.

Para a análise estatística de comparação entre as condições com e sem LSR, a partir da variável dependente FPM (em kgf), utilizou-se o software JASP (versão 0.19.3.0) para a aplicação de um teste de hipóteses. Inicialmente aplicou-se um teste de *Shapiro-Wilk*, seguindo os pressupostos de Mishra *et al.* (2019). Considerando que não houve atendimento ao pressuposto de normalidade ($p \leq 0,001$), foi aplicado o teste não paramétrico de *Wilcoxon*.

Figura 3 - Atividade com o dinamômetro Jamar sem LSR



Fonte: Autores (2025)

Figura 4 - Atividade com o dinamômetro Jamar com LSR

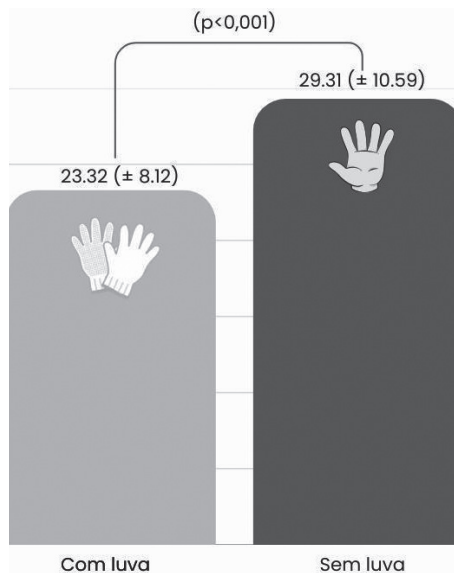


Fonte: Autores (2025)

3. RESULTADOS

Os resultados (Figura 5) apontam que, sem a LSR, a força de preensão palmar apresentou um valor médio de 29,31 kgf (d.p. 10,59 kgf); e com a LSR, o valor médio foi 23,32 kgf (d.p. 8,12 kgf), caracterizando uma redução de aproximadamente 20%; e o teste Wilcoxon apresentou diferença significativa ($p < 0,001$) para essa comparação, indicando que a luva cumpriu com o propósito de simular a redução de força de preensão manual.

Figura 5 - Resultados da força de preensão (em kgf), obtidos com e sem a LSR



Fonte: Autores (2025)

4. DISCUSSÃO

Designers, engenheiros, arquitetos e profissionais da área de reabilitação e outras áreas que atuam no desenvolvimento de tecnologias assistivas devem buscar compreender o impacto de dificuldades funcionais no desempenho de atividades diárias. Uma alternativa para que esses profissionais aumentem a compreensão e empatia com a realidade desses usuários é simular as condições de uso. Nesse sentido, o presente estudo avalia uma LSR desenvolvida com o propósito de simular possíveis dificuldades nas atividades de manipulação de instrumentos manuais decorrentes do processo de envelhecimento. Os resultados apontam que a LSR impõe uma diminuição de 20% na força de preensão manual, representando assim uma alternativa viável para a simulação de limitações da função manual decorrentes do processo de envelhecimento.

Essa simulação é relevante por permitir a reprodução, de forma controlada, de desafios enfrentados por usuários com comprometimentos motores, sem a necessidade de envolvimento direto dos mesmos (pelo menos, em algumas etapas do projeto em que não se tem o contato direto com os usuários reais).

A mesma LSR já havia sido estudada por Julio et al. (2024), utilizando um Dinamômetro SAEHAN de Mão Digital DHD-1 SH1001, considerado um instrumento confiável para esse tipo de avaliação (REIS e ARANTES, 2011). Os resultados apontaram uma redução de aproximadamente 19% de transmissão de força, o que corrobora com os resultados do presente estudo.

Luvas para simular a redução das capacidades funcionais de pessoas com artrite (O'BRIEN et al., 2014), foram utilizadas para a abertura de embalagens de medicamento; e os resultados apontaram uma redução na força de preensão dos usuários; bem como da destreza, amplitude de movimento e a sensibilidade tátil. Esses autores indicam que essas luvas permitem compreender as dificuldades normalmente experimentadas por indivíduos com dificuldades de preensão, mesmo na interação com produtos de consumo cotidiano.

Por outro lado, Bonfim et al. (2016) investigaram a influência do uso de uma luva com restrição de movimento, na transmissão da força de torque, durante a simulação de abertura de embalagens com tampas de rosca, utilizando uma luva desenvolvida pela Universidade de Cambridge (Cambridge Simulation Gloves), e encontraram que as forças de preensão (torque) exercidas com a luva, foram maiores que a força exercida sem a luva, apesar de não serem significativas ($p < 0,05$). Considerando que as forças de torque exigem maior movimento do punho, os autores apontam que o uso da luva não interferiu nos movimentos dessa articulação, mas restringiram os movimentos dos dedos, o que é preconizado pelo fabricante da referida luva.

De modo geral, observa-se que a LSR pode ser útil em diferentes contextos, contribuindo para simular a interação manual com diferentes designs de interface, auxiliando profissionais na avaliação e adaptação de objetos de uso diário com foco na usabilidade e acessibilidade, antecipando a compreensão sobre as dificuldades que alguns grupos de usuários podem enfrentar.

Além disso, a LSR pode ser aplicada no contexto educacional, por exemplo em cursos de design, terapia ocupacional ou fisioterapia, como recurso didático para sensibilizar estudantes sobre as limitações motoras enfrentadas por parte da população. A LSR permite que pessoas sem limitações físicas experimentem situações simuladas de dificuldade funcional em atividades diárias; e promove uma abordagem mais empática e prática, levando ao desenvolvimento de soluções mais inclusivas. Apesar de ser uma ferramenta útil no processo de desenvolvimento de produtos, a simulação de limitações manuais, por meio

da LSR, não substitui a importância de testar soluções de tecnologia assistiva diretamente com os usuários finais.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo avaliou, por meio de medidas de FPM, o efeito do uso de uma LSR na força de preensão palmar, discutindo sua potencial contribuição para o desenvolvimento de tecnologias assistivas.

Os achados indicam a funcionalidade da LSR na tarefa de simular a redução de força de preensão manual, demonstrando que pode ser um instrumento útil em P&D de tecnologias assistivas e em estudos que buscam compreender as limitações que idosos e pessoas com deficiência podem enfrentar na realização de atividades manuais, particularmente aquelas de maior exigência de força. Apesar da metodologia ser de abordagem experimental, estabelecendo como critério para as amostragens jovens adultos sem restrições motoras, manuais ou visuais, recomenda-se para futuros estudos a avaliação com diferentes faixas etárias e contextos funcionais, expandindo seu aproveitamento como ferramenta de intervenção na criação de produtos assistivos.

A promoção da independência e qualidade de vida para pessoas com incapacidades, mobilidade reduzida e deficiências é um dos objetivos da tecnologia assistiva, e a colaboração interdisciplinar entre áreas como o Design, Engenharias e Terapia Ocupacional, entre outros, é fundamental para desenvolver soluções efetivas e que promovam a inclusão.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi desenvolvido com apoio do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processos: 308121/2022-8; 407473/2021- 1/Projeto 14279).

REFERÊNCIAS

- BONFIM, G. H. C.; SILVA, D. C.; ALVES, A. L.; MERINO, G. S. A. D.; MEDOLA, F. O.; PASCHOARELLI, L. C. Hand movement restriction at the opening of child-resistant packaging: case study. *Product: Management & Development*, v. 14, n. 2, p. 141 - 151, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4322/pmd.2016.012>
- FIGUEIREDO, I. M.; SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C.; SILVA, F. C. M.; SOUZA, M. A. P. Teste de força de preensão utilizando o dinamômetro Jamar. *Acta Fisiátrica*, v. 14, n. 2, p. 104-110, 2007. DOI: <https://doi.org/10.5935/0104-7795.20070002>
- NAIARA GARCIA, E.; DUDEQUE PIANOVSKI VIEIRA, A. M. Desafios contemporâneos: o uso da tecnologia assistiva como instrumento facilitador da aprendizagem. *Linguagens, Educação E Sociedade*, v. 40, p. 269-294, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26694/les.v1i40.7654>

HUTTON, K.; MAGUIRE, M. How 'Empathetic modelling' positively influences Architects' empathy, informing their Inclusive Design - Thinking. *Ergonomics & Human Factors* 2021, 2021. Disponível em: https://publications.ergonomics.org.uk/uploads/07_63.pdf.

JULIO, M.; FERREIRA CARDIM, A. B.; AKINA KOGATI, K.; GOMES FAVORETTO, A.; DA SILVA SANTANA CASTRO, C.; PASCHOARELLI, L. C.; ORSI MEDOLA, F. Impressão 3D e arquivos de acesso aberto em tecnologia assistiva: avaliação de uso de adaptadores de cabo de talher. *Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento*, v. 29, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.22456/2316-2171.143063>

LENARDT, M. H.; LOURENÇO, T. M.; BETIOLLI, S. E.; BINOTTO, M. A.; SÉTLIK, C. M.; BARBIERO, M. M. A. Handgrip strength in older adults and driving aptitude. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 76, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0729pt>

MEDOLA, F. O. Design de Produtos Assistivos para Idosos. *Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento*, v. 25, p. 14-23, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22456/2316-2171.118155>

MISHRA, P.; PANDEY, C.; SINGH, U.; GUPTA, A.; SAHU, C.; KESHRI, A. Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, v. 22, n. 1, 67-72, 2019. DOI: https://doi.org/10.4103/aca.ACA_157_18

NIKODELIS, Thomas; SAVVOULIDIS, Stratos; ATHANASAKIS, Petros; CHALITSIOS, Christos; LOIZIDIS, Theodoros. Comparative Study of Validity and Reliability of Two Handgrip Dynamometers: K-Force Grip and Jamar. *Biomechanics*, v. 1, n. 1, p. 73-82, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/biomechanics1010006>

O'BRIEN, M.; FAUSSET, C. B.; MANN, E. L.; HARRINGTON, C. N. Using Impairment Simulation Tools to Demonstrate Age-Related Challenges in Everyday Tasks and Promote Universal Design. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, v. 58, n. 1, p. 2402-2405. DOI: <https://doi.org/10.1177/1541931214581600>

REIS, M. M.; ARANTES, P. M. M. Medida da força de preensão manual – validade e confiabilidade do dinamômetro saehan. *Fisioterapia e Pesquisa*, v.18, n.2, p. 176-81, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1809-29502011000200013>.