



ISSN 2447-6102



Article

ANÁLISE DA USABILIDADE EM DISPOSITIVOS MÉDICOS PRODUZIDOS EM MANUFATURA ADITIVA. ESTUDO DE CASO: SACA-LÂMINA.

ANALYSIS OF USABILITY IN MEDICAL DEVICES PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING. CASE STUDY: SCALPEL HOLDER.

Atique, M. ^{1,*}, Garcia, E.V. ² and Santos, A.C. ³.

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade de Ciência e Tecnologia em Engenharia – FCTE, Universidade de Brasília; mateus.atique70@gmail.com

² Faculdade de Ciência e Tecnologia em Engenharia – FCTE, Universidade de Brasília; evgarcia@unb.br

³ Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília; andreasantos@unb.br

* Correspondence: mateus.atique70@gmail.com

Received: 30/05/2025; Accepted: 03/06/2025; Published: 10/06/2025

Resumo: Este estudo investiga a usabilidade de dispositivos médicos fabricados por Manufatura Aditiva, com foco na aceitação e segurança por parte dos profissionais da saúde. Considerando a crescente adoção dessa tecnologia na Indústria 4.0, os autores destacam a necessidade de padrões rigorosos para garantir a eficácia e segurança dos produtos. A pesquisa baseia-se na norma ISO/IEC 62366-1:2021, que define usabilidade como a capacidade de um dispositivo de ser usado de forma eficaz, eficiente e satisfatória. O Projeto PROTeMA surge para testar dispositivos em ambientes reais, reduzindo riscos de acidentes com materiais perfurocortantes. O estudo foi realizado no Centro Cirúrgico do HUB-UnB, aplicando questionários e entrevistas para avaliar a experiência dos usuários com um saca-lâmina impresso em 3D. A análise foi conduzida utilizando métodos de UX (experiência do usuário) e a métrica System Usability Scale (SUS). Os resultados indicaram uma pontuação média de usabilidade de 49,48, classificada como "pobre" na escala SUS. No entanto, os profissionais consideraram o dispositivo útil e seguro, embora alguns apontassem dificuldades no manuseio inicial. Fatores como idade e tempo de experiência tiveram impacto significativo na facilidade de uso. Os desafios enfrentados incluíram conciliar a rotina do hospital com a coleta de dados e resistência inicial dos profissionais. Apesar disso, a pesquisa reforça que a Manufatura Aditiva pode inovar na saúde, tornando dispositivos mais acessíveis e customizados.

Palavras-chave: Manufatura Aditiva, Usabilidade, Segurança no Trabalho e Dispositivos Médicos.

Abstract: This study investigates the usability of medical devices manufactured by Additive Manufacturing, focusing on acceptance and safety by healthcare professionals. Considering the growing adoption of this technology in Industry 4.0, the authors highlight the need for rigorous standards to ensure the effectiveness and safety of products. The research is based on the ISO/IEC 62366-1:2021 standard, which defines usability as the ability of a device to be used effectively, efficiently, and satisfactorily. The PROTeMA Project was developed to test devices in real-world environments, reducing the risks of accidents involving sharps materials. The study was carried out at the Surgical Center of HUB-UnB, applying questionnaires and interviews to evaluate users' experience with a 3D-printed scalpel holder. The analysis was conducted using UX (user experience) methods and the System Usability Scale (SUS) metric.



The results indicated an average usability score of 49.48, classified as “poor” on the SUS scale. However, professionals considered the device useful and safe, although some pointed out initial handling difficulties. Factors such as age and years of experience have a significant impact on ease of use. Challenges included reconciling hospital routines with data collection and initial resistance from professionals. Despite this, the research reinforces that Additive Manufacturing can innovate in healthcare, making devices more accessible and customizable.

Keywords: Additive Manufacturing, Usability, Occupational Safety and Medical Devices

1. Introdução

As tecnologias desenvolvidas para a Indústria 4.0 têm trazido uma revolução única para o desenvolvimento e a produção de novos produtos, sobretudo na área da saúde. Diversas soluções estão sendo construídas diariamente para diferentes propósitos e necessidades, e a Manufatura Aditiva desempenha um papel importante ao permitir que novos produtos sejam desenvolvidos com foco na resolução de problemas específicos.

Volpato (2017) descreve a Manufatura Aditiva (MA), também conhecida como impressão 3D, como um processo de fabricação que, por meio da adição contínua de material em camadas, constrói a figura desenhada em 3D. Isso é possível graças ao uso de sistemas CAD (*computer-aided design*), que permitem o desenho do produto em 3D e sua fabricação por meio da MA.

Com a evolução da produção de dispositivos para a área médica, surgiram questões sobre a segurança dos usuários desses dispositivos. Dentro de um contexto mais específico, técnicos da área da saúde que atuam diariamente no Centro Cirúrgico estão cada vez mais vulneráveis a possíveis acidentes durante a manipulação de diversos equipamentos, como bisturis, agulhas, ampolas, entre outros.

Para o desenvolvimento de novos produtos na área médica, padrões rigorosos devem ser seguidos, devido à necessidade de garantir boas práticas de produção, usabilidade e segurança (GREBIN, 2018). Para isso, além dos padrões exigidos por diversos órgãos de vigilância em saúde, outro aspecto necessário a ser avaliado é a usabilidade desses dispositivos pelos usuários. Sendo assim, a ISO/IEC 62366-1:2021 define usabilidade como a “característica da interface de usuário que facilita o uso e assim estabelece a eficácia, eficiência e a satisfação do usuário no ambiente de uso pretendido”.

Com o objetivo de permitir que os produtos desenvolvidos em Manufatura Aditiva possam ser testados em ambientes reais, nasce o Projeto PROTeMA: Inovações para Proteção em Segurança no Trabalho via Manufatura Aditiva, com a finalidade de combinar os métodos de manufatura aditiva com a preocupação com a segurança dos trabalhadores da área da saúde, permitindo que estes atuem com risco reduzido de acidentes com materiais perfurocortantes (SANTOS, 2024).

Com a evolução da Manufatura Aditiva, diversos produtos começaram a ser fabricados, principalmente para resolver problemas de baixa a alta complexidade em diferentes contextos. Durante a pandemia da Covid-19 (SARS-CoV-2), houve uma alta demanda por equipamentos de proteção individual (EPI) e outros suprimentos médicos. Santos et al. (2022) realizaram um estudo sobre o desenvolvimento e a produção de *face shields*, que foram utilizados em diversos centros de saúde do Distrito Federal. Além disso, Platek et al. (2021) descreveram a variedade de equipamentos médicos fabricados por meio dessa tecnologia, como *swabs* nasais, *face shields* e máscaras faciais.

A partir da definição de usabilidade, descrita pela ISO/IEC 62366-1:2021, diversos elementos podem ser analisados para avaliar a aplicação da usabilidade nos produtos. Falcão e Soares (2013) destacam três aspectos fundamentais da usabilidade: eficácia, eficiência e satisfação. Como por exemplo, a análise de bisturi com design ergonômico reduz a fadiga na utilização e aumenta uma precisão no corte.

Uma das formas de avaliar a usabilidade é por meio da aplicação do *System Usability Scale (SUS)* desenvolvido por Brooke (1996). O presente questionário tem como objetivo de avaliar produtos ou serviços de maneira simples (BANGOR *et al.*, 2008). A aplicação deste questionário permite que haja uma visão sobre aquele produto ou serviço, de forma a permitir que qualquer avaliação seja de maneira fácil de coletar, possuindo boa confiabilidade e uma referência do escore obtido, permitindo uma análise analógica e qualitativa.

A partir disso, o presente trabalho busca responder à seguinte pergunta: "O saca-lâmina desenvolvido em Manufatura Aditiva possui usabilidade universal e é aceito pelos trabalhadores da saúde?"

2. Materiais e Métodos

Para a realização desta pesquisa, foram estabelecidas etapas que integram o escopo do projeto PROTeMA, além da submissão do projeto ao Comitê de Ética, registrado sob o número de CAAE 81616324.2.0000.0030. Isso reforça que os procedimentos operacionais e as diretrizes metodológicas já estão em andamento e devidamente estruturados. Destaca-se o caráter iterativo do estudo, a versão inicial dos questionários de usabilidade já foi definida e aprovada pelo Comitê de Ética, permitindo que a primeira coleta ocorra ainda neste ano.

2.1 Planejamento da Pesquisa

O planejamento da pesquisa foi cuidadosamente estruturado devido à necessidade de rigor metodológico em projetos na área da saúde. Antes do início das atividades, foi realizado o alinhamento entre o projeto e o Hospital Universitário de Brasília (HUB-UnB).

Foram elaborados três questionários:

1. Questionário sobre dados demográficos, que tem como objetivo o levantamento de dados sobre profissão, idade, profissão e demais informações que possam nos permitir entender a situação atual dos participantes;
2. Questionário sobre percepção da qualidade, tem como objetivo entender como os participantes visualização e entendem o dispositivo antes de usá-lo;
3. Questionário baseado na *System Usability Scale (SUS)* e design universal, após o uso do dispositivo os participantes irá responder sobre a sua percepção pós uso.

Para realizar o cálculo do SUS, foi utilizado a seguinte fórmula:

1. Para as perguntas ímpares (1, 3 e 5) o valor da resposta menos 1;
2. Para as perguntas pares (2 e 4) 5 menos o valor da resposta.
3. Após os cálculos de cada pergunta, o total é multiplicado por 5.

No contexto do SUS aplicado, foi realizado uma modificação do questionário, de 10 perguntas para 5 perguntas, seguindo a mesma lógica proposta por Brooke (1996) que introduziu o questionário completo com 10 perguntas e

trouxe também toda a lógica de cálculo. Todas as perguntas foram respondidas, por meio da escala *likert*, que são graduadas de 1 a 5, permitindo a correta análise dos dados.

Para o presente estudo as perguntas utilizadas no questionário SUS foram:

1. Eu usaria o saca-lâmina.
2. O saca-lâmina é rápido de usar.
3. Eu gostaria que outros profissionais de saúde em um centro cirúrgico usassem o saca-lâmina.
4. Eu consigo usar corretamente o saca-lâmina sem treinamento.
5. Depois do treinamento, eu tive alguma dificuldade em usar o saca-lâmina.

Além dos questionários, foram realizadas entrevistas semiestruturadas, permitindo análise individual e coleta de informações detalhadas sobre o contexto de uso dos dispositivos médicos, alinhadas à ISO 62366-1:2021.

2.2 Instrumentação

A coleta de dados utilizou três questionários e uma entrevista semiestruturada. A elaboração seguiu a premissa da ISO/IEC 62366, que destaca a necessidade de alinhamento dos produtos de saúde com características, necessidades e preferências dos usuários.

2.3 Amostra

A amostra foi composta por profissionais do Centro Cirúrgico do HUB-UnB — técnicos de enfermagem, enfermeiros, anestesistas e cirurgiões — com no mínimo 30 participantes.

2.4 Execução em Campo

A execução em campo teve início após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde da Universidade de Brasília. Antes da aplicação dos questionários, os participantes receberam treinamento sobre o dispositivo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Após uma semana de uso dos dispositivos, realizaram-se entrevistas semiestruturadas com duração máxima de 15 minutos. As entrevistas ocorreram em três turnos distintos para atender às rotinas do Centro Cirúrgico.

2.5 Análise dos Dados

A tabulação dos dados e análises estatísticas foram realizadas em linguagem R, versão 4.4.2. Alguns dados foram omitidos devido às questões de confidencialidade de pesquisa e dados pessoais foram mantidos em sigilo. A análise de dados utilizou uma abordagem mista, que misturou os métodos quantitativos e qualitativos, para permitir o estudo de usabilidade formativa do saca-lâmina utilizado. A etapa quantitativa foi realizada primeiro, para permitir o levantamento dos dados e a etapa qualitativa foi usada para buscar melhor entendimento dos resultados quantitativos encontrados.

A análise descrita teve como objetivo principal, uma análise mais geral dos dados, permitindo uma organização e descrição dos aspectos importantes dos dados coletados, sendo apenas observados ou comparados com outros elementos já conhecidos (REIS, *et al.*, 2002). Essa análise permitiu que a partir dos dados quantitativos fosse possível uma caracterização da amostra e identificação de padrões gerais dos participantes da pesquisa. Por outro lado, a análise

não-paramétrica possui uma vantagem que está relacionado aos dados não estarem normalizados ou quando estamos trabalhando com dados em escala ordinal (FIRMINO, 2015). Para tal, a utilização do teste de qui-quadrado permite entender se há alguma variação significativa ($p > 0,05$) entre as amostras em diferentes categorias, conforme descrito por FIRMINO (2015). Além do teste qui-quadrado, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, que tem como objetivo de entender se as amostras dos questionários vieram da mesma população, permitindo uma análise para a construção de cenários dentro do estudo (FIRMINO, 2015).

3. Resultados

A partir da metodologia utilizada, foram identificados 36 participantes do questionário 1, 48 participantes no questionário 2 e 32 participantes no questionário 3, gerando ao total 116 participantes que responderam os três questionários. Após aplicar os critérios de exclusão, foram selecionados 28 participantes, que responderam todos os três questionários. Sendo assim, ao final da coleta da pesquisa, foram obtidas 29 participações (87,5%). As características dos participantes estão disponíveis no Quadro 1.

Quadro 1. Características demográfica dos pesquisados, a partir das respostas do questionário 1.

Faixas de Idade	
18 a 29 (2)	40 a 49 (6)
30 a 39 (15)	Mais 50 (6)
Gênero	
Feminino (21)	Masculino (8)
Função/Formação	
Técnico de Enfermagem (19)	Anestesista (2)
Enfermeiro (7)	Cirurgião (1)
Maior grau de escolaridade na saúde	
Ensino Técnico (8)	Especialista (7)
Ensino Superior (11)	Mestre (2)
Tempo de atuação em ambiente cirúrgico (em anos)	
De 1 a 5 (6)	De 11 a 15 (6)
De 6 a 10 (6)	mais de 15 (10)

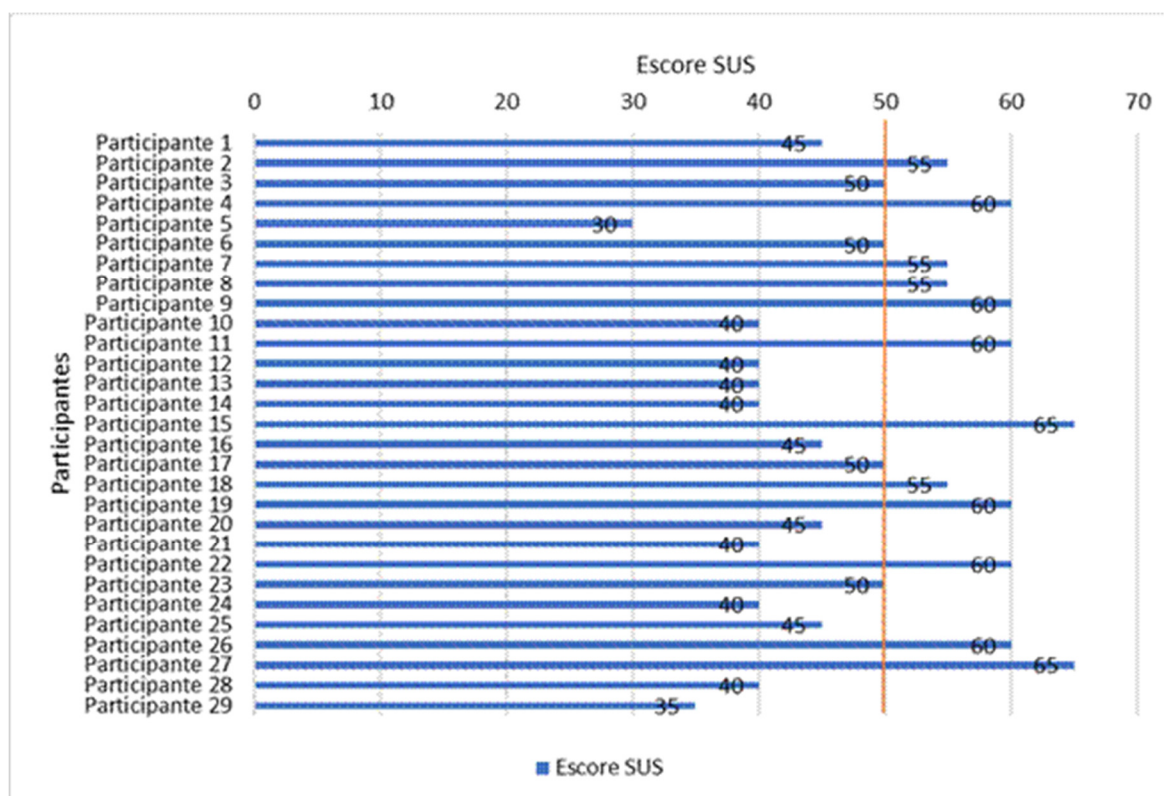
Lateralidade das mãos	
Destro (27)	Canhoto (2)
Você apresenta algum problema nas mãos?	
Não (28)	Sim (1)
Você apresenta algum problema de visão?	
Não (22)	Sim (7)

Fonte: autor (2025).

Como apresentado no Quadro 1, do total de 29 profissionais da área da saúde, 72,4% dos participantes são do sexo feminino e 51,72% possuem idade entre 30 e 39 anos. Do total dos profissionais, 65,52% são Técnicos de Enfermagem, 37,93% possuem, pelo menos, o Ensino Superior completo. Além disso, foram perguntados sobre o tempo de atuação no ambiente cirúrgico, os quais 34,48% já atuam mais de 15 anos neste contexto. A maioria dos entrevistados possuem como mão dominante a direita (93,1%) e 75,86% não possuem nenhum problema de visão. Todos os 29 participantes (100%) declaram não possuírem problemas nas mãos.

A partir dos dados obtidos pelos questionários respondidos pelos profissionais de saúde participante da pesquisa, foi calculado do escore SUS, que apresenta como cada participante respondeu o questionário. Esse escore está apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1. Escore SUS. Dados obtidos pela média calculada das respostas. A linha laranja representa o valor médio obtido pelas respostas.



Fonte: autor (2025).

O valor médio obtido no escore SUS foi de 49,48 pontos, o que demonstra que o dispositivo está próximo de uma boa usabilidade. Outro resultado apontado, com a utilização do teste de Kruskal-Wallis, o qual é um teste não-paramétrico, foi identificado que as variáveis de idade, função, escolaridade, tempo de atuação e gênero apresentam uma baixa correção, não sendo estatisticamente significantes, com $p\text{-valor}=0,4906$; $p\text{-valor}=0,5552$; $p\text{-valor}=0,5742$; $p\text{-valor}=0,2689$; $p\text{-valor}=0,5175$; respectivamente.

Partindo dos valores apresentados pelo teste de Kruskal-Wallis, foram realizado análise de efeito dessas variáveis a cada pergunta do SUS, com objetivo de identificar como cada variável independente impacta ou não as variáveis dependentes. Os efeitos significativos ($p < 0,05$) estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2. Influência das características sobre as médias.

Efeito	Pergunta do Questionário	p-valor
Tempo de Atuação	Eu consigo usar corretamente o saca-lâmina sem treinamento.	0,01304
	Depois do treinamento eu tive alguma dificuldade em usar o saca-lâmina	0,04173
Idade	Eu consigo usar corretamente o saca-lâmina sem treinamento.	0,03636

Fonte: autor (2025).

Os dados apresentados demonstram que os fatores como Tempo de Atuação e Idade possuíram uma correlação aos dados apresentados, o que pode ser explicado devido a experiência dos entrevistados. demonstrando como com o passar do tempo de atuação as percepções sobre a necessidade de outros profissionais utilizarem, a necessidade de usar o dispositivo e sobre as percepções negativas ficam muito em voga, reforçando que o tempo de atuação impactou positivamente nessas percepções e permite entender que há um nível de maturidade que deve ser alcançado dentro do Centro Cirúrgico. Entretanto, os demais fatores não apresentaram uma correlação, e isso pode ser explicado devido ao fato que outros elementos não impactam significante ($p < 0,05$) na percepção deles.

4. Discussão

A aplicação dos questionários aos profissionais de saúde do Centro Cirúrgico do HUB-UNB permitiu a realização da primeira rodada de avaliação do dispositivo em estudo. Os resultados indicaram que 50% dos participantes classificaram o dispositivo como "pobre", atribuindo uma pontuação média de 49,48. No estudo do saca-lâmina, o dispositivo foi avaliado como "pobre" ou "grande problema significativo de usabilidade", conforme apresentado por Bangor *et al.* (2008), o que é contrário ao que os próprios participantes apresentaram no questionário e nas interações, além disso, até pelo próprio questionário de expectativa todos os usuários alegam a necessidade de ter o dispositivo e que acreditam que seja fácil de utilizar.

A utilização dos questionários de qualidade percebida e do *System Usability Scale* (SUS) possibilitou à equipe do projeto compreender a percepção inicial dos usuários sobre o novo dispositivo e sua experiência após a utilização. Esse tipo de informação é essencial para identificar possíveis resistências iniciais e avaliar a usabilidade do dispositivo em contexto real, fornecendo insumos valiosos para aprimoramentos futuros.

O questionário SUS, por sua estrutura de perguntas contraditórias, contribui para minimizar vieses na avaliação da usabilidade. No presente estudo, foi utilizada uma versão reduzida do SUS, com 5 perguntas ao invés dos 10 padrões, facilitando a obtenção de respostas. Entretanto, essa redução exigiu modificações nos cálculos dos escores. Os fatores demográficos (idade, gênero, função, escolaridade e tempo de atuação na área) não apresentaram impacto significativo no escore do SUS. No entanto, uma relação estatisticamente significativa ($p < 0,05$) foi observada entre tempo de atuação/idade e duas questões específicas: "Após o treinamento, tive dificuldade em usar o saca-lâmina" e "Consigo usar corretamente o saca-lâmina sem treinamento". Esses achados sugerem que profissionais com mais tempo de experiência podem enfrentar maior dificuldade na aceitação e utilização de novos dispositivos, o que pode estar relacionado à curva de aprendizagem.

Os resultados do SUS também indicaram que a confiança no dispositivo foi um fator positivo. A questão sobre a utilização do saca-lâmina por outros profissionais do centro cirúrgico apresentou a média mais alta entre as respostas, reforçando a percepção de segurança no manuseio da lâmina. Por outro lado, a questão referente à dificuldade após o treinamento obteve a menor média, demonstrando que o dispositivo é intuitivo e de fácil uso.

Além das perguntas objetivas, foram incluídas duas perguntas dissertativas no questionário para capturar percepções subjetivas dos usuários. Apenas dois comentários foram registrados, ambos sugerindo a inclusão de informações adicionais sobre o correto encaixe do bisturi no dispositivo e sobre uma possível rotulação nas caixas, complementando a visão sobre como os usuários podem ter dificuldade em utilizar um dispositivo sem o devido treinamento.

As respostas recebidas nas perguntas abertas permitiram um entendimento maior também sobre como cada usuário também está percebendo o uso do produto e principalmente as relações entre as perguntas objetivas e dissertativas, o que favoreceu uma visão holística dos usuários em relação ao produto. Isso, permite que a equipe de projetistas do projeto, possam refletir sobre esses aspectos apresentados e continuar no aprimoramento do produto com este olhar.

Durante o processo de coleta de dados, alguns desafios foram identificados, como a dificuldade em conciliar a rotina do Centro Cirúrgico com a execução das entrevistas. Obstáculos como a realização de cirurgias complexas e a falta de apoio de alguns líderes dificultaram o engajamento da equipe. Esses fatores evidenciaram a necessidade de um alinhamento mais eficiente entre a equipe do projeto e a equipe do hospital para garantir maior adesão e participação nas próximas etapas de avaliação.

No decorrer do processo de entrevistas, alguns obstáculos apareceram, como uma dificuldade em alinhar a rotina do Centro Cirúrgico com as necessidades das entrevistas, por diversos motivos, como cirurgias importantes e complexas, falta de apoio de alguns líderes dentro do Centro Cirúrgico, que dificultava o aumento do engajamento da equipe entre outros. Esses obstáculos trouxeram uma visão da necessidade de melhor alinhamento entre a equipe do projeto com a

equipe do hospital e principalmente, uma maior necessidade de acompanhamento de toda a equipe presencialmente, favorecendo que todos os envolvidos estejam alinhados com o projeto e com a pesquisa.

O aumento da segurança do trabalhador, principalmente na área da saúde, tem o papel fundamental de mitigar os acidentes destes, principalmente com materiais perfurocortantes, que possibilitam além do acidente em si, a transmissão de doenças. Com isso, pesquisas para desenvolvimento de novos dispositivos que sejam de fácil utilização e que sejam baratos, permitem que hospitais do Sistema Único de Saúde (SUS) e demais instituições que compõem o sistema de saúde do Brasil, possam oferecer aos seus profissionais dispositivos que atuam como mais uma barreira contra acidentes.

Em suma, os resultados obtidos fornecem informações valiosas sobre a percepção dos usuários com o dispositivo, demonstrando uma boa aceitação e facilidade no uso, ao mesmo tempo, que apontam uma necessidade de ajustes e melhorias pontuais. Além disso, permitiu que novas tecnologias de manufatura entrem no mundo da saúde e permitiu que os profissionais da área pudessem trazer suas dificuldades, contribuições e necessidades de melhorias do presente dispositivo bem como, de novos dispositivos.

Financiamento: Esta pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), por meio do Edital X Learning.

Agradecimentos: Agradecemos o apoio do Laboratório Aberto de Brasília (LAB).

Conflitos de Interesse Os autores declaram que não tem nenhum conflito de interesse.

Referências

1. BANGOR, A.; KORTUM, P. T.; MILLER, J. T. **An empirical evaluation of the system usability scale**. International Journal of Human-Computer Interaction, v. 24, n. 6, p. 574–594, ago. 2008.
2. BITKINA, O. V.; KIM, H. K.; PARK, J. **Usability and user experience of medical devices: An overview of the current state, analysis methodologies, and future challenges**. International Journal of Industrial Ergonomics. Elsevier B.V., 1 mar. 2020.
3. BROOKE, J. **SUS: a “quick and dirty” usability scale**. Usability evaluation in industry. London: Taylor & Francis, 1996. p. 189-194.
4. CLARA, A.; DE MIRANDA, A. **Avaliação Inicial da Usabilidade de um Dispositivo Médico: Foco em Certificação e Melhoria de Testes**. [s.l: s.n.].
5. FIRMINO, Maria José de Almeida Caetano de Sousa. **Testes de hipóteses: uma abordagem não paramétrica**. Dissertação (Mestrado em Estatística e Investigação Operacional) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/18146/1/ulfc113805_tm_Maria_Jose_Firmino.pdf.
6. GREBIN, S. Z. et al. **Analytical strategy for assessment of usability of medical devices from the user’s perspective: A study of hemodialysis patients**. Cadernos de Saúde Pública, v. 34, n. 8, 2018.
7. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 62366-1:2021 – Medical devices – Part 1: Application of usability engineering to medical devices**. Genebra: ISO, 2021.
8. PARK, J. et al. **Developing elements of user experience for mobile phones and services: Survey, interview, and observation approaches**. Human Factors and Ergonomics In Manufacturing, jul. 2013.

9. PLATEK, M.; KOWALSKI, K.; LASKOWSKI, J. **Additive manufacturing technologies in production of parts for industrial applications**. Procedia CIRP, v. 99, p. 213–218, 2021.
10. REIS, E.A.; REIS I.A. **Análise Descritiva de Dados**. Relatório Técnico do Departamento de Estatística da UFMG. Disponível em: www.est.ufmg.br, 2002.
11. SANTOS, A. C. dos; OLIVEIRA, A. C. A. de; ALVES, T. C.; BORGES, J. V. Q. S.; CAIO, L. B. A. **The design and production by additive manufacturing: case of face shields / O projeto e a produção por manufatura aditiva: caso dos protetores faciais**. Brazilian Journal of Development, v. 8, p. 25095–25110, abr. 2022.
12. SOARES FALCÃO, C.; MARCIO SOARES, M. **Usabilidade de Produtos de Consumo: uma análise dos conceitos, métodos e aplicações**. Estudos em Design | Revista (online), v. 21, p. 01 – 26, 2013.
13. VOLPATO, N. **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D**. São Paulo: Editora Blucher, 2017