

DESENVOLVIMENTO DE UM LARINGOSCÓPIO DE BAIXO CUSTO: UMA ABORDAGEM CENTRADA NO USUÁRIO

DEVELOPMENT OF A LOW-COST LARYNGOSCOPE: A USER-CENTERED APPROACH

Eugenio Andrés Diaz Merino^{1*}

Diogo Pontes Costa¹

César Nunes Giracca¹

Giselle Schmidt Andrés Diaz Merino²

*Autor para correspondência: eugenio.merino@ufsc.br

Resumo: No processo de *design* de produtos para a área médico-hospitalar, o uso das tecnologias para criação e materialização dos produtos tem exercido papel relevante, possibilitando maior agilidade, maior precisão e diminuição de custos. A intubação visa assegurar livre acesso traqueal, atenuar o risco de aspiração de conteúdo gástrico, facilitar ventilação sob pressão positiva e manter a oxigenação adequada, sendo um procedimento que exige precisão e agilidade. Para isso, é utilizado um equipamento denominado de laringoscópio, com diferentes tecnologias e custos. Um fato que demandou atenção a esse produto foi a Sars-CoV-2 (Covid-19), que, pelo alto risco de contaminação dos profissionais da saúde, requer cuidados adicionais e o maior isolamento possível dos agentes contaminantes. Nesse sentido, laringoscópios com microcâmeras apresentam-se como uma solução viável, porém têm custo elevado e problemas de compatibilidade entre as câmeras e equipamentos. Com base nessa problemática, desenvolver um laringoscópio considerando o risco de contaminação, o baixo custo, a visualização em *smartphones* ou similares, bem como a compatibilidade com os sistemas operacionais, foi o objetivo central desta pesquisa. O processo de desenvolvimento apoiou-se no *Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos*, cuja sistemática se centra no ser humano, definindo aspectos básicos que nortearam o processo, entre eles ergonomia, segurança, conforto, baixo custo e compatibilidade de sistemas. Além disso, usaram-se recursos dos sistemas Computer Aided Design (CAD)/Computer Aided Manufacturing (CAM) que propiciaram maior agilidade nos ajustes e alterações do projeto. O protótipo foi materializado por impressão tridimensional e atendeu às especificações determinadas pelos profissionais da saúde, possibilitando um procedimento seguro, confortável e preciso e baixo custo.

¹ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis (SC), Brasil.

² Universidade Estadual de Santa Catarina (Udesc) – Florianópolis (SC), Brasil.

Palavras-chave: laringoscópio; impressão tridimensional; *design* centrado no usuário.

Abstract: In the process of product design for the medical-hospital area, the use of technologies to create and materialize products has played an important role, enabling greater agility, higher precision, and cost reduction. Intubation aims to ensure free tracheal access, mitigate the risk of aspiration of gastric contents, facilitate ventilation under positive pressure, and maintain adequate oxygenation, which is a procedure that requires precision and agility. For this, a device called laryngoscope is used, which presents different technologies and costs. A fact that has demanded attention to this product is Sars-CoV-2 (COVID-19), which, due to the high risk of contamination by health professionals, requires additional care and the greatest possible isolation of contaminants. Then, laryngoscopes with microcameras are presented as a viable solution, but they have high cost and compatibility problems between cameras and devices. Based on this problem, developing a laryngoscope considering the risk of contamination, low cost, viewing on smartphones or similar, as well as compatibility with operating systems, was the main objective of this research. The development process was supported by the *Guide of Orientation on Development of Projects (Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos – GODP)*, whose system is centered on the human being, defining all basic aspects that guided the process. In addition, Computer Aided Design (CAD)/ Computer Aided Manufacturing (CAM) systems resources were used, so greater agility in the adjustments and changes of the project could be achieved. The prototype was materialized in tridimensional printing and met the specifications determined by health professionals, enabling a safe, comfortable, and precise procedure, as well as low cost in its manufacture.

Keywords: laryngoscope; tridimensional printing; user-centered design.

INTRODUÇÃO

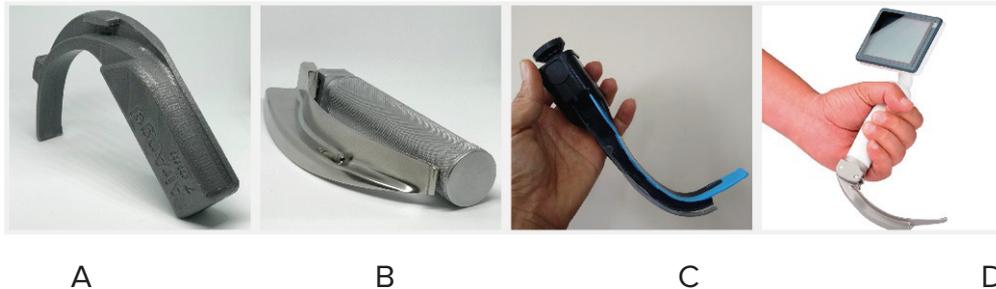
Nos centros cirúrgicos, a intubação visa assegurar livre acesso traqueal, atenuar o risco de aspiração de conteúdo gástrico, facilitar a aspiração traqueal, auxiliar a ventilação sob pressão positiva e manter a oxigenação adequada, sendo um procedimento que exige precisão e agilidade (ANDRADE *et al.*, 2018; GONZÁLEZ *et al.*, 2018). Algumas dificuldades são encontradas durante a intubação, em razão das variações congênicas da anatomia da cavidade bucal, das vias aéreas superiores de cada indivíduo, entre outros aspectos (MATSUMOTO *et al.*, 2007; GÓMEZ-RÍOS *et al.*, 2016).

Assim, utiliza-se um equipamento denominado de laringoscópio, mediante o qual é possível facilitar o manejo da via aérea (Figura 1), apoiando-se nele o tubo que será usado para auxiliar na ventilação do paciente. Para essa finalidade, existe uma série de equipamentos, com diferentes tecnologias e custos, os quais podem ser de observação direta e/ou de observação auxiliada por microcâmeras. Estas últimas podem ter suas imagens projetadas em monitores e telas de *smartphones*, *tablets* etc. (TALLO *et al.*, 2011; COSTA, 2016; GÓMEZ-RÍOS *et al.*, 2016). Um aspecto que demandou atenção a esse procedimento foi a Sars-CoV-2 (Covid-19), que, pelo alto risco de contaminação dos profissionais de saúde, requer cuidados adicionais aos procedimentos padrão e o maior isolamento possível dos agentes contaminantes atmosféricos presentes no ambiente de trabalho na forma de aerossóis (LUO *et al.*, 2020; MENG *et al.*, 2020; ORSER *et al.*, 2020).

Nesse sentido, laringoscópios comerciais de diferentes modelos, materiais, dimensionamentos e recursos tecnológicos (Figura 1), com a possibilidade da inserção de

microcâmeras conectadas a *smartphones*, *tablets* ou similares, apresentam-se como uma solução viável, porém têm custo elevado e dificuldades na compatibilidade entre as câmeras e os equipamentos, sobretudo aqueles com sistemas operacionais Android e iOS, os quais são amplamente utilizados.

Figura 1 – Modelos comerciais



Fonte: Acervo do Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (2020)

Haja vista essa problemática, o Hospital Universitário (HU) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) solicitou o desenvolvimento de um laringoscópio de baixo custo, materializado por impressão tridimensional (3D) e compatível com os dois sistemas operacionais, apresentando dois modelos de referência: o laringoscópio Macintosh e o modelo AirAngel 7 mm, com licença Creative Commons. Ambos foram adquiridos pela equipe de projeto, e, com base neles, foi realizada uma série de estudos e análises, em conjunto com a equipe médica do HU-UFSC. Sendo assim, foi possível identificar oportunidades de melhorias nos produtos.

O processo de desenvolvimento apoiou-se no *Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos* (GODP), cuja sistemática se centra no ser humano (MERINO, 2016), definindo aspectos básicos que nortearam o processo, entre eles a ergonomia, a segurança, o conforto, a precisão e o baixo custo, quando comparado a modelos comerciais, e a compatibilidade de sistemas operacionais.

Tecnologias para o desenvolvimento de produtos

No processo de desenvolvimento de produto, há a necessidade da inserção de tecnologias para Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM) e manufatura aditiva por impressão 3D, uma vez que elas reproduzem com alto grau de fidelidade aquilo que está no *design*, diminuem os custos com materiais, auxiliam nas tomadas de decisão e dão agilidade para evoluir às etapas (MOURÃO *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2019; COURY *et al.*, 2020).

Rehg e Kraebber (2005), citados por Figueiredo e Romeiro Filho (2011), afirmam que CAD é a aplicação de computadores e *softwares* gráficos para auxiliar no projeto de produto, ou melhorá-lo, desde a conceituação até a documentação, suportando todos os níveis no processo de projeto de produto. Além disso, a utilização de sistemas CAD pode ajudar bastante na difusão e no intercâmbio de informações em tempo real, a grandes distâncias, articulando diferentes equipes de projeto, mesmo em empresas distintas. O CAD aplica-se a desenhos desenvolvidos em três dimensões, desenhos industriais aplicados nos modelamentos e detalhamentos importantes na concepção do produto de forma real (SOUZA; COELHO, 2003; SOUZA *et al.*, 2003).

A manufatura aditiva pode ser definida como um processo de fabricação por meio da adição sucessiva de material na forma de camadas, com informações obtidas diretamente de uma representação geométrica computacional 3D do componente (BRAGA, 2017; VOLPATO, 2017). Em relação aos equipamentos passíveis dessa fabricação, tem-se as impressoras 3D. Para Santana *et al.* (2018), a impressão 3D pode ser definida como um processo utilizado para fabricar objetos 3D baseado na deposição, controlada digitalmente, de sucessivas camadas de material até a criação da estrutura final.

Nas impressões 3D, usam-se diversas técnicas para a materialização dos objetos criados virtualmente. Uma delas é o *filament deposition modeling* (FDM), que consiste no processamento mais comum e se baseia na extrusão. Ou seja, a matéria-prima, em sua forma inicial, é extrudada a altas temperaturas. Ela é gradualmente aquecida e depositada por um bico calibrado em uma plataforma de construção. Com isso, o material depositado rapidamente resfria, solidifica e se une às estruturas previamente extrudadas (RODRIGUES *et al.*, 2017; SANTANA *et al.*, 2018). Ao final da construção de uma camada completa, a plataforma desloca-se para baixo de modo a acomodar a próxima camada de material. Esse processo é repetido até a fabricação final da peça. De acordo com Costa (2019), entre os filamentos utilizados na impressão por FDM, destacam-se o acrilonitrila butadieno estireno (ABS) e o ácido polilático (PLA).

DESENVOLVIMENTO

Métodos

Trata-se de um estudo de natureza aplicada, sob abordagem qualitativa e exploratória e descritiva no que se refere aos objetivos. Quanto aos procedimentos técnicos, é considerado bibliográfico (GIL, 2008). A metodologia foi dividida em três etapas: revisão do referencial teórico para o projeto, com ênfase nos aspectos de uso dos equipamentos e projetuais, considerando as especificidades do ser humano; levantamento e análise dos dados obtidos por meio das entrevistas e da avaliação dos produtos; e aplicação com a definição dos parâmetros projetuais e da alternativa, materialização virtual do produto e do produto por impressão 3D e testes dos usuários no contexto real.

Utilizou-se o GODP como procedimento metodológico, cujo princípio é o *design* centrado no usuário e cujas finalidades são a organização e o direcionamento dos passos a serem seguidos (Figura 2), permitindo que o *design* seja projetado de maneira mais consciente, considerando o maior número de dados e atendendo positivamente aos objetivos determinados para o projeto (MERINO, 2016, p. 11). Ressalta-se que este estudo enfatiza os dois últimos momentos: ideação (organização e análise dos dados) e implementação (execução, viabilização e verificação final).

Figura 2 – Etapas sistematizadas do *Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos*

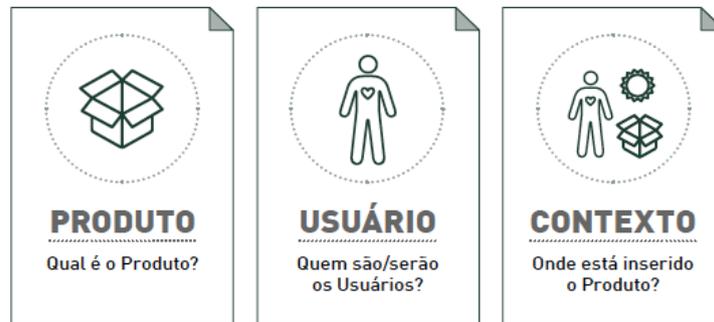


Fonte: Merino (2016)

Além disso, foram utilizados blocos de referência, conforme a Figura 3, com informações específicas para o produto, usuário e contexto. Com essa divisão, foi possível definir as técnicas e ferramentas usadas durante o desenvolvimento do projeto, bem como gerar alternativas

preliminares e protótipos no sentido de se chegar à definição daquela que melhor atenderia às especificações e aos objetivos do projeto (MERINO, 2016).

Figura 3 – Blocos de referência



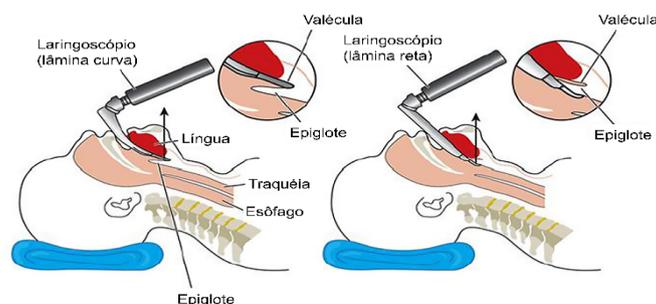
Fonte: Acervo do Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (2020)

RESULTADOS

No primeiro momento de *inspiração*, ocorreu a coleta de todas as informações de diferentes fontes, tanto acerca do processo de intubação como das principais características do produto.

Na etapa -1, oportunidades, foi apontada a equipe multidisciplinar responsável pelo desenvolvimento do projeto, composta de *designers* industriais, engenheiros e profissionais da saúde, além de se identificar a oportunidade, com base nas necessidades dos profissionais do HU-UFSC: adquirir um equipamento para auxiliar no processo de intubação do paciente em centros cirúrgicos (Figura 4).

Figura 4 – Simulação para técnica básica de intubação endotraqueal via orotraqueal



Fonte: Costa (2016)

Já na etapa 0 (prospecção), foi confirmada a demanda central do projeto: o desenvolvimento de um laringoscópio impresso 3D de baixo custo, com problemáticas relativas ao custo de fabricação, ao tempo de materialização, à usabilidade no processo de intubação, ao alto risco de contaminação e a dificuldades com a compatibilidade dos sistemas operacionais. Em relação às tecnologias para o desenvolvimento do equipamento, foram utilizados os recursos dos sistemas CAD/CAM, pois foi possível identificar, com a equipe multidisciplinar, que há eficácia durante o processo, reduzindo o tempo de construção, os ajustes e as alterações no projeto.

Na etapa 1, levantamento de dados, definiram-se os blocos de referência do projeto: *produto* – laringoscópio; *usuário* – profissional da saúde; e *contexto* – centro cirúrgico do HU-UFSC, conforme Figura 5. Foram realizadas visitas a campo, que possibilitaram definições para o desenvolvimento do projeto, associadas tanto às necessidades quanto às expectativas

do usuário, envolvendo os critérios ergonomia, segurança, conforto, precisão, baixo custo e compatibilidade de sistemas. Realizaram-se entrevistas com os envolvidos, as quais foram complementadas pela revisão do referencial teórico, que deu fundamentação a este estudo.

Figura 5 – Blocos de referência do projeto

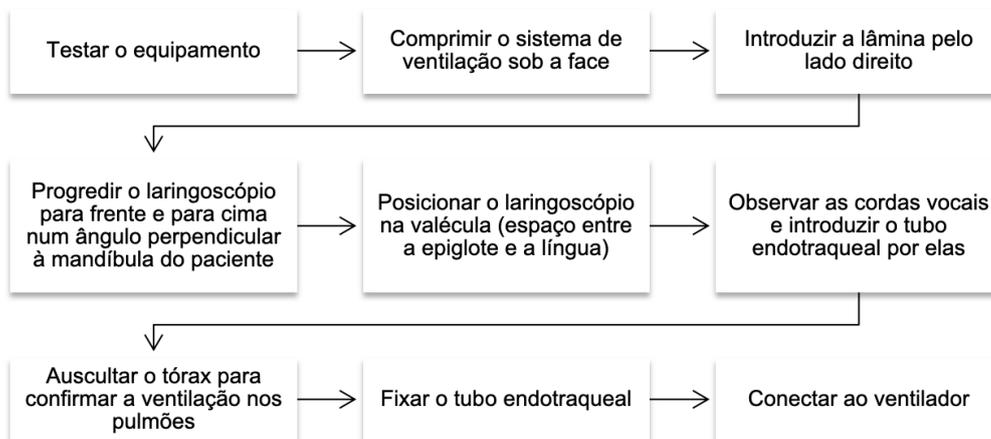


Cir.: Cirúrgico; HU-UFSC: Hospital Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina.

Fonte: Acervo do Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (2020)

No segundo momento de *ideação*, foram seguidas as etapas para guiar o desenvolvimento das alternativas, iniciando-se na etapa 2, organização e análise de dados. Assim, foi possível observar que os procedimentos adotados pelos usuários corroboravam com os levantados na literatura, que contém um passo a passo a ser executado (COSTA, 2016), conforme sintetizado na Figura 6.

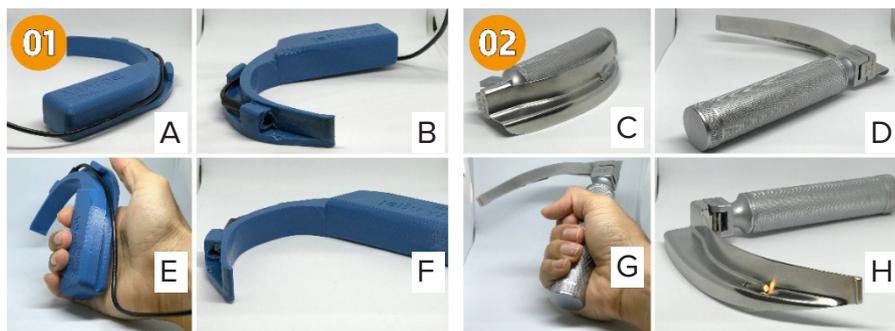
Figura 6 – Sistematização do processo de intubação



Fonte: adaptado de Costa (2016)

Nesse procedimento, destaca-se a etapa “comprimir o sistema de ventilação sob a face”, pois nesse momento o padrão a ser adotado é: com a mão esquerda, manipular o equipamento (os dedos suspendem a mandíbula) e, com a mão direita, acionar o balão do sistema.

Além disso, por meio da análise funcional e estrutural dos dois modelos apresentados pelos usuários aos pesquisadores, buscou-se compreender as funções práticas do equipamento, sua estrutura e insumos adicionais (Figura 7).

Figura 7 – Modelos para análise

Fonte: Acervo do Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (2020)

O primeiro modelo, da empresa Neovu Design, foi materializado por impressão 3D utilizando o material polimérico PLA, e adquiriu-se a licença (*Creative Commons CC BY-NC*) do arquivo digital por intermédio de uma doação de US\$ 5, que dá os direitos de adaptar e compartilhar o material, bem como criar com base nele. O segundo modelo, da empresa Macintosh, tem valor médio de R\$ 400 e foi fornecido pelos profissionais do HU-UFSC, sendo materializado em aço inoxidável, com sistema de encaixe e desencaixe do cabo à lâmina e com um emissor de luz acoplado.

A equipe médica apontou problemas, vantagens e benefícios quanto ao uso de ambos os modelos, o que serviu de base para a definição dos requisitos, apresentados no Quadro 1, mediante a divisão dos blocos de referência.

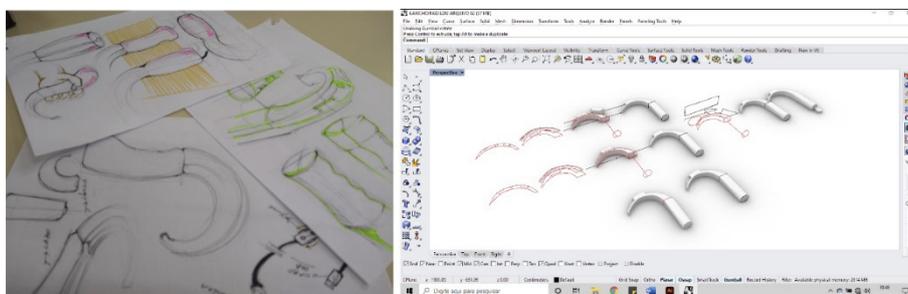
Quadro 1 – Requisitos do projeto

Categoria	Requisito
Produto	<ul style="list-style-type: none"> Ter dimensionamento máximo de 35 × 180 × 150 mm (altura, largura e profundidade) Utilizar pega geométrica com diâmetro entre 30 e 40 mm Ter distância de 4 cm entre a extremidade da lâmina e a câmera Aplicar 7 mm no elemento de barreira do fio da câmera Ter extremidades arredondadas Acoplar o fio no cabo da câmera no cabo Preservar a curvatura da lâmina do modelo Neovu Aplicar 15 mm na extremidade da lâmina Possibilitar a entrada e o encaixe de fios da câmera com 4 mm Utilizar acrilonitrila butadieno estireno (ABS) ou ácido polilático (PLA) na materialização
Usuário	<ul style="list-style-type: none"> Manusear com a mão esquerda Ser prático para encaixar a câmera e o fio Proporcionar o manejo adequado Possuir acabamento superficial liso
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar durante a intubação Ser de fácil limpeza Eliminar insumos/implementos desnecessários

Fonte: Acervo do Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (2020)

Com isso, foi possível iniciar a etapa 3 (criação). A equipe debruçou-se na geração de alternativas, inicialmente em desenhos à mão livre (*sketches*), utilizando técnicas de criatividade e análise de produtos similares. Na sequência, usou-se o *software* CAD de modelagem matemática virtual para criação do modelo tridimensional selecionado entre as alternativas geradas (Figura 8).

Figura 8 – Processo de criação



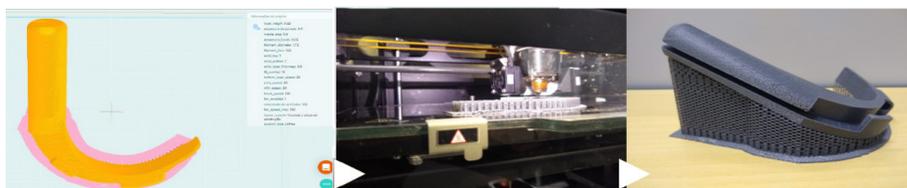
A

B

Fonte: Acervo do Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (2020)

Adentrando na etapa 4 (execução), o modelo foi analisado com base no quadro de requisitos e exportado em arquivo *stereolithography* (STL) para o *software* CAM a fim de iniciar o processo de pré-impressão. Foi gerado um arquivo STL* no *software* CAM 3DPrinterOS, e definiram-se os melhores posicionamento e direcionamento para impressão, tendo em vista o melhor aproveitamento do material e acabamento superficial, além de preservar a geometria projetada, conforme a Figura 9.

Figura 9 – Interface do *software* CAM e registro do processo de materialização



A

B

C

Fonte: Acervo do Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (2020)

Após testes, foi necessário ajustar a inclinação do modelo a 45° em relação à base, usar suporte estrutural para impressão e temperar o bico extrusor em 210°C e a base em 60°C. No que se refere ao material, foram utilizadas a espessura da parede em 0,25 mm e a altura da camada de 0,25 mm. O filamento usado foi o PLA *super tough*, com espessura de 1,75 mm, resultando no uso de 32.398 m de material e na duração total de impressão de 5h42min39s. Com esses dados, foi possível identificar que o custo médio de fabricação do modelo é de R\$ 9. Com a extração do equipamento, foram adotados os procedimentos de pós-impressão, que consistem em retirar os vestígios de material e da camada estrutural, com estiletos e bisturis de precisão, e executar o acabamento superficial com lixas. Por fim, foi realizada sua higienização.

Depois da materialização do protótipo, a etapa 5 (viabilização) foi executada, com os objetivos de avaliar e de testar os protótipos funcionais produzidos pelos especialistas, para finalmente ser recebido o *feedback* técnico da equipe (Figura 10).

Figura 10 – Testes de viabilização dos protótipos funcionais

Fonte: Acervo do Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (2020)

Verificou-se que os protótipos atenderam aos requisitos projetuais, com pequenos ajustes dimensionais, para otimizar seu uso. A equipe sugeriu que o equipamento utilizasse as cores primárias (amarelo, vermelho ou azul) ou secundárias (laranja, roxo ou verde), facilitando a visibilidade do instrumento no contexto do uso. Com isso, foram produzidos outros equipamentos para validação final, que está em andamento.

CONCLUSÕES

Percebeu-se que o processo de *design* de produtos centrado no usuário para a área médico-hospitalar, quando utilizadas equipe multidisciplinar e as tecnologias desenho assistido por computador, materialização assistida por computador e impressão 3D, apresenta ganhos significativos na agilidade do processo, na precisão do projeto, nas tomadas de decisões projetuais de ajustes e alterações, resultando na diminuição de custos de fabricação do equipamento.

Os procedimentos metodológicos adotados mostraram-se apropriados para o alcance do objetivo da pesquisa, na medida em que possibilitaram a sistematização adequada do projeto. Por meio dos blocos de referência – produto, usuário e contexto –, puderam-se desenvolver alternativas, sendo selecionada tecnicamente a que mais se ajustava ao quadro de requisitos, para materialização, avaliação e testes com os especialistas.

Em termos de materiais para impressão 3D, foram usados dois tipos de PLA, que é um poliéster termoplástico feito com ácido láctico por meio de fontes renováveis: o convencional e o *super tough*. Este último apresenta alto grau de resistência mecânica em comparação ao PLA convencional, e ambos entregam resultados satisfatórios no que se refere à qualidade superficial e à fidelidade aos dimensionamentos projetados virtualmente. Porém, considerando a sua alta resistência, foi utilizado o PLA *super tough* para a fabricação das peças. No estudo pré-impressão, foram realizados testes de posicionamento do modelo e, quando aplicada inclinação de 45° em relação à base, foi verificada melhora significativa na qualidade da superfície do protótipo, por causa do sentido da extrusão do material e da transição entre as camadas.

Quanto às microcâmeras, foram utilizadas as de 7 mm com fio, por ser de fácil acesso no mercado, contudo elas apresentam restrições quanto ao sistema operacional, limitado ao sistema Android e a adaptadores USB tipo-C, variante do modelo de celular por tecnologia, com certas incompatibilidades dependendo do equipamento de visualização. Ainda com essa dificuldade, as equipes médica e de projeto decidiram produzir um lote inicial dessa versão para a continuidade dos testes, aumentando, assim, a gama de resultados futuros.

No que se refere à ergonomia, o dimensionamento aplicado foi crucial para que o procedimento fosse mais preciso, seguro e confortável tanto para os profissionais da saúde quanto para os pacientes. O resultado atendeu às especificações determinadas pelos profissionais da saúde, garantindo baixo custo à sua fabricação.

O projeto continua tendo em vista os promissores resultados do ponto de vista técnico alcançados até o presente, atendendo às expectativas dos usuários. Já está em estudo a segunda geração desse equipamento, com compatibilidade para os dois sistemas operacionais, sistema de comunicação sem fio (*wi-fi*) e testes com outros materiais, que poderão atribuir vantagens e diferenciais.

Um projeto centrado no ser humano permite propor soluções que considerem as capacidades e limitações do homem, utilizando equipes multidisciplinares (nesse caso, *design*, engenharia e saúde), que compartilham conhecimentos em prol de resultados mais eficientes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD-LDU), ao Programa de Pós-Graduação em Design e à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Rebeca Gonelli Albanez da Cunha *et al.* Difficult laryngoscopy and tracheal intubation: observational study. **Brazilian Journal of Anesthesiology**, v. 68, n. 2, p. 168-173, mar. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjane.2017.10.010>

BRAGA, Luísa Miranda. **Manufatura aditiva: uma análise de aplicações atuais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

COSTA, Diogo Pontes. **Elaboração de protocolo para confecção de dispositivo corretivo ocular customizado impresso 3D para crianças acometidas com microcefalia**. 210f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.

COSTA, Rosa Maria Coelho Alves. **Uso de ensino baseado em simulação para técnica básica de intubação endotraqueal via orotraqueal**. 19f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ensino Médico) – Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

COURY, Uirá Luiz de Melo Sales Marmhoud *et al.* Desenvolvimento de guia de corte cirúrgico customizado para mandibulotomia em cirurgia de cabeça e pescoço através da manufatura aditiva. **Educação Gráfica**, Bauru, v. 24, n. 2, p. 227-247, ago. 2020.

FIGUEIREDO, André César; ROMEIRO FILHO, Eduardo. As práticas de sistemas CAD e sua contribuição: um *survey* na indústria metal-mecânica mineira. **Production**, v. 21, n. 2, p. 344-354, 2011.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GÓMEZ-RÍOS, Manuel Ángel *et al.* Estudo cruzado e randômico comparando os laringoscópios Airtraq® NT, McGrath® MAC e Macintosh para intubação nasotraqueal em simulação de via aérea fácil e difícil em manequim. **Brazilian Journal of Anesthesiology**, v. 66, n. 3, p. 289-297, maio 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjan.2016.02.014>

- GONZÁLEZ, J. L. Iglesias *et al.* Evaluación del videolaringoscopio Airtraq como dispositivo de rescate tras laringoscopia directa difícil. **Revista Española de Anestesiología y Reanimación**, v. 65, n. 10, p. 552-557, dez. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.redar.2018.06.010>
- LUO, Mengqiang *et al.* Precautions for intubating patients with COVID-19. **Anesthesiology**, v. 132, n. 6, p. 1616-1618, 2020. <http://dx.doi.org/10.1097/aln.00000000000003288>
- MATSUMOTO, Toshio *et al.* Intubação traqueal. **Jornal de Pediatria**, v. 83, n. 2, p. 83-90, maio 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/s0021-75572007000300010>
- MENG, Lingzhong *et al.* Intubation and ventilation amid the COVID-19 outbreak. **Anesthesiology**, v. 132, n. 6, p. 1317-1332, 2020. <http://dx.doi.org/10.1097/aln.00000000000003296>
- MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. **Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos: uma metodologia de design centrado no usuário**. Florianópolis: NGD/UFSC, 2016. Disponível em: www.ngd.ufsc.br. Acesso em: 25 out. 2020.
- MOURÃO, Laura Braz *et al.* Impacto da manufatura aditiva nos processos tradicionais de produção: um estudo de caso em joalheria artesanal. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 14, n. 3, p. 222-233, 2019. <http://dx.doi.org/10.15675/gepros.v14i3.2622>
- ORSER, Beverley A. *et al.* Recommendations for Endotracheal Intubation of COVID-19 Patients. **Anesthesia & Analgesia**, v. 130, n. 5, p. 1109-1110, maio 2020. <http://dx.doi.org/10.1213/ane.00000000000004803>
- RODRIGUES, Vinícius Picanço *et al.* Additive manufacturing: state-of-the-art and application framework. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 12, n. 4, p. 1-34, 2017. <http://dx.doi.org/10.15675/gepros.v12i3.1657>
- SANTANA, Leonardo *et al.* Estudo comparativo entre PETG e PLA para impressão 3D através de caracterização térmica, química e mecânica. **Matéria**, Rio de Janeiro, v. 23, p. e-12267, 2018.
- SILVA, Christian Cambuzzi da *et al.* Desenvolvimento de controle adaptável para dispositivos móveis voltado ao público infantil. **Blucher Design Proceedings**, p. 8-14, mar. 2019.
- SOUZA, Adriano Fagali de; COELHO, Reginaldo Teixeira. Tecnologia CAD/CAM: definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais** [...]. Ouro Preto: Enegep, 2003. v. 1. p. 1-8. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0504_0920.pdf. Acesso em: 23 set. 2020.
- SOUZA, Mauren Abreu *et al.* Integrating 3-D reconstruction of tomographic images and rapid prototyping for fabrication of medical models. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 19, p. 103-115, 2003.
- TALLO, Fernando Sabia *et al.* Intubação orotraqueal e a técnica da sequência rápida: uma revisão para o clínico. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, São Paulo, p. 211-217, maio 2011.