



<http://revistarebram.com/index.php/revistauniara>

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM VIDEOLARINGOSCÓPIO DE BAIXO CUSTO COMO PRODUTO EDUCACIONAL

Flávio José Alencar de Melo*; Pedro Afonso de Oliveira Almeida*; Luciano Timbó Barbosa**.

* *Discente do curso de Medicina do Centro Universitário Tiradentes - AL*

** *Docente em Medicina pela Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas.*

*Autor para correspondência e-mail: flaviobabo218@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Videolaringoscópio
Baixo Custo
Produto Educacional

KEYWORDS

Videolaryngoscope
Low Cost
Educational Product

RESUMO: Os laringoscópios Macintosh são amplamente utilizados para o treinamento de estudantes de medicina e paramédicos em intubação endotraqueal; contudo, há mais estudos na literatura que apoiam os videolaringoscópios no treinamento de intubação endotraqueal. Contudo, estes instrumentos comerciais são demasiadamente caros. Desenvolver e validar um videolaringoscópio de baixo custo com ênfase no uso deste para ensino da técnica de IOT para estudantes de medicina trata-se de um estudo metodológico de natureza aplicada, de abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, no que se refere à produção de um recurso educacional. A metodologia consistiu na execução de quatro etapas: levantamento bibliográfico, revisão do referencial teórico para o projeto; produção do protótipo; e levantamento e análise dos dados obtidos por meio das entrevistas e avaliação do produto; a avaliação dos profissionais ocorreu através da escala *Validation of the Objective Structured Assessment of*. O resultado está dentro das expectativas para o projeto e corrobora com a revisão literária realizada, assim o uso do produto educacional é eficaz e de fácil reprodução. A avaliação dos profissionais atestou a eficácia do instrumento e a aplicabilidade de seu uso na área educacional. O protótipo atendeu a especificação de baixo custo em relação aos modelos comerciais. Dito isso, o projeto pode passar para testes com acadêmicos e residentes para coletar mais dados e assim desenvolver um produto mais completo. O resultado atendeu às especificações determinadas na metodologia, garantindo baixo custo de fabricação e aplicabilidade como produto educacional.

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A LOW COST VIDEO LARYNGOSCOPE AS AN EDUCATIONAL PRODUCT

ABSTRACT: Macintosh laryngoscopes are widely used for training medical students and paramedics in endotracheal intubation; however, there are more studies in the literature that support videolaryngoscopes in endotracheal intubation training. However, these commercial instruments are too expensive. To develop and validate a low-cost video laryngoscope with emphasis on its use for teaching the OTI technique to medical students. This is a methodological study of an applied nature, with a qualitative, exploratory and descriptive approach, with regard to the production of an educational resource. The methodology consisted of carrying out four steps: bibliographic survey, review of the theoretical framework for the project; prototype production; and survey and analysis of data obtained through interviews and product evaluation. The result fits within expectations for the project and corroborates the literary review carried out, thus the use of the educational product is effective and easy to reproduce. The professionals' evaluation, through the Validation of the Objective Structured Assessment of Technical Skill scale, attested to the efficiency of the instrument and the applicability of its use in the educational field. The prototype met the specification of low cost compared to commercial models. That said, the project can move on to testing with academics and residents to collect more data and thereby develop a more complete product. Conclusion: The result met the specifications determined in the methodology, ensuring low manufacturing cost and applicability as an educational product

Recebido em: 03/06/2022

Aprovação final em: 06/08/2022

DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2022.v25i3.1628>

INTRODUÇÃO

As Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) prolongam o período de internação dos pacientes, trazendo prejuízos econômicos, sociais, profissionais e pessoais, tanto para pacientes, familiares e hospitais. Além disso, elevam as taxas de morbidade e mortalidade (TELES *et al.*, 2020).

As infecções estão relacionadas especialmente ao uso de procedimentos invasivos (como cateteres centrais, drenos e sondas vesicais de demora, ventilação mecânica), imunossupressores e longo período de internação. Cerca de 720.000 pacientes são infectados anualmente nos hospitais brasileiros e 144.000 (20%) dos casos levam a óbito (OLIVEIRA; BETTCHER, 2010).

Dos microrganismos mais relacionados às IRAS, destaca-se o *Staphylococcus aureus*, devido a sua alta virulência que possibilita a contaminação e o estabelecimento da infecção em pacientes susceptíveis (FRACAROLLI *et al.*, 2017). Este microrganismo pode causar desde simples infecções como furúnculos até infecções mais graves como endocardites e a sepsé (DUARTE *et al.*, 2018).

Os *Staphylococcus aureus* possuem mecanismos de defesa contra algumas drogas (SCHIMIDT, 2017). Cepas de *S. aureus* portadoras de resistência múltipla são comuns em ambiente hospitalar tendo como consequência problemas clínicos e epidemiológicos. Esta resistência limita as opções terapêuticas e prolonga o tempo de tratamento dessas infecções (MENEQUIN *et al.*, 2020).

A resistência do *S. aureus* à meticilina ou oxacilina (ORSA/MRSA) se deve à aquisição do gene *mecA* que codifica PBPs alteradas denominadas de PBP2a ou PBP2', que possui afinidade reduzida não somente à meticilina ou oxacilina, mas a todos os antibióticos β -lactâmicos, embora o fenótipo MRSA esteja amplamente disseminado, ocorrem também amostras que apresentam sensibilidade a estes antimicrobianos, que são denominados de MSSA, *S. aureus* sensíveis à meticilina (SILVA, 2011; AGUAYO-REYES *et al.*, 2018).

Analisar a ocorrência do *S. aureus* em infecções hospitalares é de grande importância, pois é considerada endêmica em hospitais e uma das bactérias mais comuns na prática clínica. Desta forma o presente trabalho apresenta como objetivo estudar as infecções causadas por *S. aureus* no Hospital de Clínica da Universidade Federal de Uberlândia, avaliando as principais síndromes infecciosas dos pacientes e fatores de riscos para o desenvolvimento de infecções por MRSA e MSSA. Além de traçar o perfil de sensibilidade das amostras recuperadas. A entrega adequada de sangue oxigenado ao cérebro e outras estruturas vitais é importante para qualquer paciente. Uma via aérea protegida, desobstruída e com ventilação adequada é essencial para evitar hipoxemia e otimizar a recuperação do paciente. Muitas vezes será necessária uma via aérea definitiva, ou seja, precisaremos de um tubo colocado na traqueia com o balonete insuflado abaixo das cordas vocais, conectado à ventilação assistida enriquecida com oxigênio e fixado apropriadamente (CUREM, 2022).

A Intubação Orotraqueal (IOT) é a colocação de um tubo dentro da traqueia para proporcionar uma via aérea desobstruída (CAMPOS, 2016). Já Frazão (2020), define a IOT como um procedimento invasivo complexo, cujo objetivo principal é garantir uma via aérea segura para adequado suporte ventilatório ao paciente.

Existem três tipos de vias aéreas definitivas: tubo orotraqueal, tubo nasotraqueal e via aérea cirúrgica (cricotireoidostomia e traqueostomia), e, portanto, o médico deve estar familiarizado e devidamente capacitado quanto às suas indicações e execuções (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS COMMITTEE ON TRAUMA, 2018).

Atualmente, a prática da IOT vem sendo bastante utilizada nos Centros de Terapia Intensiva e nos Centros Cirúrgicos, estando relacionada a uma variedade de motivos, dentre os quais podemos destacar o melhor controle das vias aéreas em um paciente submetido à anestesia geral ou o seu uso em pacientes gravemente doentes com doenças ou lesões multissistêmicas (KABRHEL, 2007), além de situações nas quais haja prejuízo na manutenção da permeabilidade das vias aéreas (YAMANAKA, 2010).

A laringoscopia direta e a intubação orotraqueal são habilidades essenciais para diversos especialistas,

incluindo anesthesiologistas, médicos de emergência, cirurgiões e outros clínicos, que devem agir em casos de emergência que requeiram gerenciamento avançado das vias aéreas (BROWN, 2019).

Em pacientes críticos a (IOT) é considerada como um dos principais procedimentos potencialmente salvadores de vida. Como em qualquer outro procedimento, existem riscos e complicações (JABER *et al.*, 2006; MARTINS *et al.*, 2004) que podem ser evitados se a mesma for realizada com a técnica correta.

Uma das maiores preocupações na realização da IOT está relacionada à presença de uma via aérea difícil (VAD) que, quando não antecipada, é sempre um grande desafio, muitas vezes evoluindo para uma catástrofe (MELHADO, 2006), definida como uma situação clínica, em que um anesthesiologista treinado tenha dificuldade para intubar o paciente, manter ventilação manual sob máscara facial ou ambos (FIGUEIREDO; FERREZ, 2003). O conceito de intubação difícil é a necessidade de mais de 3 tentativas ou duração superior a 10 minutos para o correto posicionamento do tubo endotraqueal, utilizando-se a laringoscopia tradicional (JUNIOR; FREIRE; BEZERRA, 2021). O risco associado à intubação difícil reside no fato de que múltiplas tentativas podem levar ao edema e ao sangramento laríngeo, resultando em dificuldade ou mesmo impossibilidade de ventilação (JUNIOR; FREIRE; BEZERRA, 2021). Portanto, para evitar situações como esta, é fundamental o treinamento correto e, em casos de via aérea difícil, dispor de materiais que facilitem a IOT, como o videolaringoscópio (VL) (CHAPARRO-MENDOZA; LUNA-MONTÚFAR; GÓMEZ, 2015).

Existem muitos modelos de VL, mas eles geralmente consistem em um instrumento formado por um laringoscópio conectado a uma câmera que proporciona visão direta das vias aéreas superiores e do trajeto do tubo traqueal durante todo o procedimento de intubação. Isso promove a perfeita visualização da glote, estrutura visual mais importante para uma intubação bem-sucedida. Foi originalmente produzido para uso em pacientes com via aérea difícil, como um excelente facilitador (GORANOVIĆ, 2020).

O VL fornece ângulos bem maiores de visualização da cavidade oral e das vias aéreas do que os laringoscópios comuns, além de rebater, simultaneamente, os tecidos moles que porventura atrapalhem a visualização da região, principalmente onde a anatomia não é favorável (GORANOVIĆ, 2020). Os laringoscópios normais precisam do alinhamento dos três eixos (oral, faríngeo e laríngeo) para que se possa ter uma posição favorável para visualização da glote, enquanto o VL não necessita desse posicionamento o que facilita a intubação em situações adversas como na imobilização cervical e até em mãos de profissionais menos experientes (ARAZ; KAYHAN, 2021).

Uma problemática da intubação endotraqueal, considerada o “padrão ouro” no manejo emergencial das vias aéreas, reside na incidência de mau posicionamento não reconhecido do tubo em um ambiente de emergência, estando entre 6% e 14% em estudos retrospectivos (SAYRE *et al.*, 1998). Alguns estudos sugerem que mais de 50 intubações endotraqueais são necessárias para atingir uma taxa de sucesso de 90% em pacientes (KONRAD *et al.*, 1998).

Vários dispositivos podem melhorar as habilidades de vias aéreas de estudantes de Medicina. Por exemplo, um estudo demonstrou efeitos benéficos do treinamento de um laringoscópio vídeo assistido (AYOUB *et al.*, 2010). Essa ferramenta fornece ao discente e ao instrutor uma visão laringoscópica direta típica, com uma imagem colorida exibida em uma tela de vídeo próxima, incorporada a um laringoscópio.

Embora os videolaringoscópios facilitem a intubação em cenários de via aérea difícil em manequins (MCELWAIN *et al.*, 2010) e tenham demonstrado ser úteis para o ensino do aluno por meio de instrução assistida por vídeo (HOWARD-QUIJANO *et al.*, 2008), seu uso no ensino da intubação convencional não foi bem estudado. A curva de aprendizado para usar uma combinação de laringoscópio e sistema de vídeo é curta, e especula-se que tal ferramenta pode ser vantajosa para o ensino, bem como para tempos de intubação mais rápidos, ao possibilitar o treino com um videolaringoscópio em vez de um laringoscópio convencional (MONETTE *et al.*, 2019).

O trabalho de Herbstreit *et al.* (2011), realizado com estudantes de Medicina, avaliou alunos antes

e depois de um treinamento de 2 semanas para IOT. Ele mostrou que a taxa de sucesso de intubação orotraqueal de um manequim no grupo treinado no videolaringoscópio foi 19% maior quando comparada ao grupo convencional (intervalo de confiança [IC] 95% 1,1% a 35,3%, $P < 0,001$). Os alunos melhoraram significativamente suas habilidades de intubação após um curso de 2 semanas, quando comparados com as respectivas medidas basais anteriores ao curso (taxa de sucesso após o treinamento: 90% no grupo videolaringoscópio, 71% no grupo convencional). Além disso, houve melhor demonstração da técnica correta pelo instrutor e um feedback mais oportuno ao aluno através da visualização direta da imagem de vídeo, facilitando a aquisição de habilidades práticas (HERBSTREIT, *et al.*, 2011).

O VL permite, portanto, maior precisão, facilidade e segurança na realização da IOT, sendo útil em situações como a de imprevisibilidade da via aérea difícil, em casos de anatomia não favorável (ARAZ; KAYHAN, 2021), permitindo também a partilha de imagem para treino ou ensino.

Desse modo, o VL pode ser utilizado como Recurso Educacional Aberto (REA), definido como material de ensino, aprendizagem ou pesquisa em domínio público ou publicado sob licença aberta, que permite o uso de forma legal e livre de cobranças de taxas ou assinaturas, com acesso por meio de downloads por qualquer cidadão (ZANIN, 2017).

Entretanto, para o uso adequado do VL, cabe ressaltar que há uma curva de aprendizado própria para cada instrumento antes que se possa dominar a arte da intubação com esse instrumento em particular (MONETTE *et al.*, 2019). Ainda assim, apesar de amplamente difundido no mercado, seu uso esbarra ainda nas limitações financeiras, sobretudo em regiões menos desenvolvidas, em razão do seu alto custo. Sendo assim, a proposta deste trabalho possibilita a oportunidade de treinamento em videolaringoscopia através da sugestão de barateamento do custo do instrumento.

Diante do exposto, parece relevante construir e validar um videolaringoscópio de baixo custo como REA para o aprendizado da IOT.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo metodológico de natureza aplicada, de abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, no que se refere à produção de um recurso educacional. A metodologia consistiu na execução de quatro etapas: levantamento bibliográfico, revisão do referencial teórico para o projeto; produção do protótipo; e levantamento e análise dos dados obtidos por meio das entrevistas e avaliação do produto.

A produção do recurso educacional no formato de protótipo constou das seguintes etapas:

A primeira etapa constituiu-se na idealização do produto educativo. Para tanto, foram utilizados blocos de referência, conforme a Figura 1, 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 no sentido de chegar à definição daquela que melhor atenderia às especificações e aos objetivos do projeto (MERINO, 2016).

Na segunda etapa foi realizada a construção do modelo em 3D do videolaringoscópio. O modelo foi obtido por meio do arquivo digital da empresa Neovu Design, mediante doação de US\$ 5, que dá os direitos de adaptar e compartilhar o material, bem como criar, com base na aquisição da licença (Creative Commons CC BY-NC). O protótipo foi materializado por impressão 3D utilizando o material polimérico ABS.

Na terceira etapa consta a avaliação dos juízes, de forma qualitativa, sobre o produto educacional. Os juízes foram escolhidos pelo método de Fehring (Quadro 1), que compõe os critérios para seleção de experts para validação de recursos educacionais através do método bola de neve, no qual o primeiro juiz irá indicar outro com os mesmos critérios. A avaliação foi realizada através da adaptação do questionário Validation of the Objective Structured Assessment of Technical Skill (OSATS) (Quadro 2), uma ferramenta validada, utilizada para medir a eficiência de uma técnica com instrumento em Medicina. Todos os juízes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Figura 3 – Blocos de referência.

<p>Produto</p> 	<p>Qual o produto? Qual sua função?</p>
<p>Usuário</p> 	<p>Quem são os usuários?</p>
<p>Contexto</p> 	<p>Onde será utilizado?</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 1 – Critérios para seleção de juízes especialistas.

Critérios	Pontuação
Tese/dissertação/especialização na área de interesse*	2 pontos/ trabalho
Participação em grupos/projetos na área de interesse*	1 ponto/ano
Prática profissional na área de interesse*	2 pontos/ano
Trabalhos publicados na área de interesse*	1 ponto/ano
Experiência na temática de validação de instrumentos ou materiais educativos.	2 pontos/ano

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 2 – questionário OSATS adaptado.

Avaliação do protótipo de videolaringoscópio impresso em uma impressora 3D

Identificação dos Juízes Especialistas				
Nome do avaliador: _____				
Idade: ____ Gênero: M () F ()				
Profissão: _____				
Tempo de formação: _____				
Área de trabalho _____				
Titulação: Especialização () Mestrado () Doutorado ()				
Especificar a área: _____				
Instruções				
Explore o protótipo de intubação endotraqueal realizando teste em bonecos. Em seguida, analise o material marcando um X em um dos números que estão após cada afirmação. Dê a sua opinião de acordo com a abreviação que melhor represente o grau em cada critério abaixo:				
1. Dano em tecido: nesse quesito deverá ser avaliada o grau de dano tecidual que o instrumento causa, tendo em vista seu uso em bonecos, indo de muito dano até dano negligenciável ou nenhum				
1	2	3	4	5
2. Movimento e tempo: nesse quesito a eficiência dos movimentos, no quesito da montagem, a demora para preparar o produto e a confiança que ele passa				
1	2	3	4	5
3. Manuseio do instrumento: nesse quesito deverá ser avaliada a facilidade de manuseio, levando em conta a pegada, o peso...				
1	2	3	4	5
4. Ritmo de operação: nesse quesito deverá ser avaliado o quão complicadas são a montagem e a utilização do produto, em comparação a ritmos de montagem de intubação normais				
1	2	3	4	5
5. Exposição de tecido: nesse quesito deverá ser avaliado em como o produto consegue expor o tecido e as cordas				
1	2	3	4	5
6. Conclusão em pontuação: nesse quesito o produto deverá ser avaliado em uma visão geral				
1	2	3	4	4

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na quarta etapa, as respostas dos juízes foram analisadas em conjunto com o orientador, sendo avaliados o sucesso do protótipo e a publicação dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo como base a ideia do produto, foram definidos 3 blocos de referência, ilustrados na figura 2: produto- laringoscópio, usuário- estudantes e contexto-acadêmico. Além disso, para cada categoria foram definidos requisitos para confecção do protótipo (Quadro 3).

Figura 2 – Blocos de referência adaptados ao projeto.

<p>Produto:</p> 	<p>- videolaringoscópio impresso em 3D</p>
<p>Usuário:</p> 	<p>- estudante de Medicina</p>
<p>Contexto:</p> 	<p>- meio acadêmico</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 2 – Requisitos do projeto.

Categoria	Requisitos
Produto	<ul style="list-style-type: none"> ● Ter dimensionamento máximo de 35 × 180 × 150 mm (altura, largura e profundidade); ● Acoplar o fio da câmera no cabo; ● Possibilitar a entrada e o encaixe de fios da câmera com 7 mm; ● Ter uma adequada exposição tecidual; ● Prover mínimo dano tecidual; ● 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; ● Ter fácil manuseio do instrumento; ● Ser eficiente quanto à preparação do produto; ● Apresentar ritmo operacional (facilidade para intubar);
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar em treinamento de estudantes de Medicina em intubação de manequins; ● Ser de baixo custo e durável; ● Ter a possibilidade de reprodução

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao todo, 3 avaliadores (engenheiro mecatrônico, enfermeira, médico) participaram da pesquisa de validação do instrumento, conforme determinado pelos critérios de Fehring.

No quesito dano em tecido, dois avaliadores consideraram que o dispositivo oferecia risco negligenciável de danos às estruturas, visto que a tensão necessária para expor a glote dos manequins era adequada. Um avaliador aplicou nota 4, avaliando o material como capaz de causar lesão menor e ocasional.

No quesito movimento e tempo, duas avaliações deram ao instrumento a maior nota, o que implica que o protótipo oferece fluidez ao movimento e confiança no ato da IOT. Um dos avaliadores definiu que o instrumento apresenta interferência razoável no ajuste da câmera, algo que implicaria no tempo de montagem e intubação.

No item 3 da avaliação, manuseio do instrumento, todos os avaliadores consideraram o instrumento como de fácil manuseio e boa pegada, qualificando-o como nota 5.

Os 3 avaliadores indicaram que o material garante um movimento seguro, fluido e capaz de manter o foco das imagens durante toda a operação, avaliando-o como nota 5, no item 4.

O item 5, exposição do tecido, além de garantir nota 5 em todas as avaliações, foi um dos mais elogiados. O instrumento é capaz de expor a glote com facilidade e garantir excelente visualização das cordas vocais, sendo possível gravar ou fotografar o procedimento para averiguação posterior. As figuras 3,4,5,6 mostram em sequência o processo de intubação e a visualização videolaringoscópica.

O último item, conclusão em pontuação, foi avaliado com nota 5 pelos 3 avaliadores. Sendo assim, o instrumento obteve maior nota em uma visão geral no procedimento de IOT para uso com fins educacionais.

Quadro 4 – Avaliações

	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3
Dano em tecido	5	5	4
Movimento e tempo	5	5	3
Manuseio do instrumento	5	5	5
Ritmo de operação	5	5	5
Exposição de tecido	5	5	5
Conclusão	5	5	5

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto às considerações dos avaliadores, temos para o Avaliador 1:

Realizar um levantamento dos tipos de materiais que apresentam as melhores características ao protótipo, ajustar o modelo para facilitar a guia da sonda de intubação ex.: um ducto circular como guia, assim como a possibilidade de utilizar o acrílico como material, pois melhoraria a visibilidade tecidual assim como a propagação de luz, sua durabilidade mais alta, baixa porosidade e resistente a altas temperaturas e ácidos, sendo possível uma esterilização mais eficiente, tendo em contrapartida seu preço mais alto.

Avaliador 2:

O material aparenta ser de fácil manuseio e atinge os objetivos propostos. Melhorias podem ser adotadas na formatação do produto, para facilitar ainda mais seu manuseio no tocante ao aprendizado dos alunos de graduação e até mesmo pós-graduação. Estudar a possibilidade de usar uma câmera wireless para evitar rompimento de fios que porventura possam comprometer a durabilidade do equipamento.

Avaliador 3:

Equipamento composto por material resistente e de baixo custo, possui finalidade de facilitar a visualização para o procedimento de intubação, tornando assim a habilidade mais rápida e segura, proporcionando uma provável redução de hipóxia. Percebo que o equipamento possui potencial facilitador na remoção de corpos estranhos localizados na região de faringe e laringe.

Figura 3 – Videolaringoscópio antes da intubação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 – Visualização durante a intubação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5 – Visualização do videolaringoscópio antes da intubação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 6 – Visualização do videolaringoscópio após intubação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A impressão do laringoscópio em 3D com material ABS, custou R\$ 55,00. O boroscópio foi adquirido por plataforma de compras online (shopee.com.br) com o custo total de R \$28,91. O boroscópio possui certificado IPB 7, podendo ser submerso em 1 metro d'água por 30 minutos, tem um diâmetro de 5.5mm e um comprimento de 2 metros, apresenta 6 LEDS na ponta com ajuste de luminosidade, possibilita fotografar e gravar vídeos com resolução de imagem de 640 x 480p - 1280 x 720p, pode ser conectada por USB a dispositivos Android a partir da versão 5.1, windows vista, XP, 7, 8, 10 (32 e 64 bits) e Linux.L

Rápidas mudanças ocorrem no meio médico, com novas tecnologias e técnicas mais avançadas para o melhor atendimento da população e suporte para a equipe médica (MCKINSEY, 2022). Com isso, o uso do videolaringoscópio necessita ser disseminado e barateado, dessa forma, as técnicas utilizadas para sua utilização devem ser ensinadas para os profissionais que atualmente estão no mercado de trabalho, como também aos estudantes e futuros médicos e especialistas.

A avaliação feita no item dano em tecido e exposição de tecido demonstra que o instrumento fornece boa visualização das estruturas da glote, sem que para tanto seja utilizada demasiada força, algo que eventualmente ocasionaria dano ao instrumento ou ao manequim. Este fato é benéfico para a prática da IOT, uma vez que proporciona ao estudante noção de força e angulação de movimento adequados.

A avaliação do movimento e tempo demonstrou certo defeito do protótipo, pois os 3 avaliadores ressaltaram que a posição da câmera causa alteração do percurso do tubo endotraqueal, incorrendo em alteração no trajeto devido à natureza flexível do tubo e rígida dos bonecos; portanto tornava-se difícil a intubação sem o fio guia em usuários menos treinados, mas as tentativas com o fio guiam obtiveram sucesso com facilidade. Foi sugerida a confecção de um percurso único para passagem da câmera, de maneira que o espaço para passagem do tubo endotraqueal não sofresse interferência da câmera.

A avaliação do manuseio do instrumento obteve ressalvas em relação à pegada não anatômica do cabo do protótipo. O fato do cabo ter geometria retangular e largura maior pode implicar em dificuldade de manuseio, sobretudo para pessoas cujas mãos sejam menores. Neste caso, a sugestão é que um instrumento futuro seja confeccionado com cabo cilíndrico, de modo a fornecer uma pegada anatômica e apropriada para essas pessoas.

As avaliações positivas do ritmo de operação do instrumento denotam que o mesmo oferece fácil montagem e se adequa ao fluxo de intubação, uma vez que o profissional já esteja familiarizado com instrumentos e com a utilização do computador.

Existe uma grande quantidade de material para impressão 3D, no entanto, baseado em custos e na sua resistência, as opções foram reduzidas para 2: ácido polilático e o acrilonitrila butadieno estireno (PLA e ABS, respectivamente). O filamento PLA é característico por ser fácil de usar em qualquer impressora, aberta ou fechada, com ou sem mesa aquecida. Já o ABS tem complexidade um pouco maior, sendo necessária a mesa aquecida e, preferencialmente, impressora fechada. Porém, o PLA tem como característica a elevada dureza superficial. Isso faz com que seja muito rígido e, quando dobrado, quebre com facilidade. Já o ABS aceita maior deformação antes de romper. Ou seja, ao dobrá-lo ele vai demorar mais a romper (3DLAB, 2020).

Tendo em vista a necessidade da angulação e da força para utilizá-lo, levando em consideração o fato de que pessoas inexperientes tendem a fazer mais força, o ABS foi escolhido em decorrência de sua maior resistência à deformação. Outro material que poderia ser usado é o filamento PP3D, que apresenta elasticidade, mas com alta resistência ao impacto, adequado ao contacto com alimentos e autoclavável por certo número de ciclos. Sendo, portanto, uma ótima opção para uso médico, embora tenha preço mais elevado e baixa disponibilidade no mercado brasileiro – características que acabam desqualificando sua utilização no projeto, embora seja um material promissor (FILAMENT2PRINT, 2021).

Quanto aos custos do projeto, observa-se que o valor empregado para confecção, quando comparado à modelos comerciais de videolaringoscópios, foi inferior, chegando a custar cerca de 3x menos do que

um dos modelos mais barato encontrado no mercado, por exemplo CRD-31D.

O resultado se enquadra dentro do esperado para o projeto em corroborando com a revisão literária realizada, desse modo a utilização do produto educacional se mostra eficaz e de fácil reprodução, tendo em vista disso o projeto pode avançar para teste com acadêmicos e residentes para a coleta de mais dados e com isso desenvolver um produto mais completo.

Como concluiu Goronovic em 2020, o videolaringoscópio por se mostrar superior na visualização das estruturas laríngeas, contribui para o ensino em alunos internos e residentes do primeiro ano de medicina com pouca experiência. No entanto, se faz necessário amplo domínio da técnica de IOT conforme o manejo do VL (VASCONCELOS *et al.*, 2022).

Tendo em vista as informações apresentadas, vale ressaltar a probabilidade do viés devido ao baixo número de avaliadores, mesmo esses sendo capacitados, assim como a utilização de apenas 1 design de produto, tendo em vista a infinidade que a impressão 3D proporciona, assim como a utilização de outros materiais que devem ter suas especificidades testadas. Dessa forma futuros testes devem ser conduzidos abrangendo um espectro maior de avaliadores e designs.

CONCLUSÃO

Percebeu-se que o processo de design de produto, quando avaliado por equipe multidisciplinar (nesse caso, engenheiro mecânico, enfermeira e médico), e as tecnologias de desenho assistido por computador (CAD) resultaram na precisão do projeto, na tomada de decisões projetuais de ajustes e alterações na melhoria da ergonomia, durabilidade e na expansão da aplicabilidade 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 — foi possível desenvolver alternativas, tendo sido 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, foi usado o tipo ABS, um material à base de petróleo que apresenta ótima resistência mecânica, resistência térmica e a facilidade de acabamento posterior, seja com lixa ou tratamento com acetona. Quanto às microcâmeras, foram utilizadas as de 7mm com fio, por serem 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, a depender do equipamento de visualização. Com isso, utilizou-se um notebook sem programas de terceiros, possibilitando uma tela maior e suporte próprio, garantindo melhor visibilidade para estudantes e professor e a projeção da imagem, através do uso de projetores conectados ao notebook, sendo ainda “*off hand*”.

No que se refere à ergonomia, as avaliações demonstraram que o produto oferece precisão, segurança e conforto para os estudantes na execução do procedimento.

Tendo sido mostrada a diferença da utilização do videolaringoscópio e do habitual, nosso objeto educativo impresso em 3D se mostra capaz de transmitir a mesma experiência.

REFERÊNCIAS

3DLAB. Como saber se o filamento é ABS ou PLA? Aprenda a diferenciá-los! **3dlab.com.br**. Disponível em: <https://3dlab.com.br/como-saber-se-o-filamento-e-abs-ou-pla/>

AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS COMMITTEE ON TRAUMA. **Suporte avançado de vida no trauma**. ATLS: Advanced Trauma Life Support. Chicago: Elsevier, 2018.

ARAZ, C.; KAYHAN, Z. Videolaryngoscopes: not only for endotracheal intubation. **Brazilian Journal**

of **Anesthesiology**, v. 71, p. 672-673, 2021.

AYOUB, C. M. *et al.* Tracheal intubation following training with the GlideScope® compared to direct laryngoscopy. **Anaesthesia**, v. 65, n. 7, p. 674-678, 2010.

BROWN, C. A.; WALL, R.; GRAYZEL, J. **The decision to intubate**. Waltham: UpToDate, Inc, 2012.

CAMPOS, N. F. *et al.* Efeitos da intubação orotraqueal na voz e deglutição de adultos e idosos. **Distúrbio de Comunicação**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 597-608, dez. 2016.

CHAPARRO-MENDOZA, K.; LUNA-MONTÚFAR, C. A.; GÓMEZ, J. M. Videolaringoscopios: la solución para el manejo de la vía aérea difícil o una estrategia más? Revisión no sistemática. **Revista Colombiana de Anestesiología**, v. 43, n. 3, p. 225-233, 2015.

CUREM. Os cenários e critérios de indicação da intubação orotraqueal. **Blog.curem.com.br**, 2022. Disponível em: <https://blog.curem.com.br/topicos/medicina-de-emergencia/os-cenarios-e-criterios-de-indicacao-da-intubacao-orotraqueal>. Acesso em: 16 ago. 2022.

FIGUEIREDO, L. F. P.; FERREZ, D. Diretrizes para o manejo da via aérea difícil. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 49, n. 2, p. 129-130, 2003.

FILAMENT2PRINT. PP3D, um filamento com grande potencial a nível médico e dentário. **Filament2print.com**, 01/11/22, 20h00min. Disponível em: https://filament2print.com/pt/blog/110_pp3d-um-filamento-com-grande-potencial-a-nive.htm. Acesso em 01/11/2022.

FRAZÃO, D. A. L. *et al.* Prevalência de intubação orotraqueal no serviço de emergência em hospital secundário do Distrito Federal. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 39137-39148, 19 jun. 2020.

GORANOVIĆ, T. Videolaryngoscopy, the Current Role in Airway Management. In: Special Considerations in Human Airway Managements. **IntechOpen**, 2020.

HERBSTREIT, F. *et al.* Learning endotracheal intubation using a novel videolaryngoscope improves intubation skills of medical students. **Anesthesia & Analgesia**, v. 113, n. 3, p. 586-590, 2011.

HOWARD-QUIJANO, K. J. *et al.* Video-assisted instruction improves the success rate for tracheal intubation by novices. **British Journal of Anaesthesia**, v. 101, n. 4, p. 568-572, 2008. <https://3dlab.com.br/como-saber-se-o-filamento-e-abs-ou-pla>. Acesso em: 1 nov. 2022.

JABER, S. *et al.* Clinical practice and risk factors for immediate complications of endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. **Critical care medicine**, v. 34, n. 9, p. 2355-2361, 2006.

JUNIOR, A. V.; FREIRE, R. A.; BEZERRA, M. M. Características anatômicas relacionadas a uma intubação difícil em pacientes pré-operatórios Anatomical characteristics related to a difficult intubation in preoperative patients. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 6, p. 25137-25145, 2021.

KABRHEL, M. D. C. *et al.* Orotracheal Intubation. **The New England Journal of Medicine**, [s.l.], v. 356, n. 17, p. e15, 26 abr. 2007.

KONRAD, C. *et al.* Learning manual skills in anesthesiology: is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? **Anesthesia & Analgesia**, v. 86, n. 3, p. 635-639, 1998.

MARTINS, R. H. G. *et al.* Complicações das vias aéreas relacionadas à intubação endotraqueal. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 70, n. 5, p. 671-677, 2004.

MCELWAIN, J. *et al.* Comparison of the C-MAC® videolaryngoscope with the Macintosh, Glidescope®, and Airtraq® laryngoscopes in easy and difficult laryngoscopy scenarios in manikins. **Anaesthesia**, v. 65, n. 5, p. 483-489, 2010.

MELHADO, V. **Avaliação da via aérea difícil**. Medicina perioperatória. Rio de Janeiro: Sociedade de Anestesiologia do Estado do Rio de Janeiro, 2006.

MERINO, E. A. D. *et al.* **Desenvolvimento de um Laringoscópio de baixo custo: uma abordagem centrada no usuário**. Plural Design, v. 4, n. 1, p. 69-79, 2021.

MONETTE, D. L. *et al.* The impact of video laryngoscopy on the clinical learning environment of emergency medicine residents: a report of 14,313 intubations. **AEM Education and Training**, v. 3, n. 2, p. 156-162, 2019.

SAYRE, M. R. *et al.* Field trial of endotracheal intubation by basic EMTs. **Annals of emergency medicine**, v. 31, n. 2, p. 228-233, 1998.

YAMANAKA, C. S. *et al.* Intubação orotraqueal: avaliação do conhecimento médico e das práticas clínicas adotadas em unidades de terapia intensiva. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 103-111, jun. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-507X20100002000>. Acesso em: 16 mai. 2022.

VASCONCELOS, R. M. A. *et al.* Benefícios do uso do videolaringoscópio frente ao laringoscópio tradicional. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 4, p. 459-465, 2022.

ZANIN, A. A. Recursos educacionais abertos e direitos autorais: análise de sítios educacionais brasileiros. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 71, e227174, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782017000400230&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 26 jul. 2022.