



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE  
MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE MEDICINA**

**Vitória Silva Souza Dias**

**Intubação orotraqueal com videolaringoscópio impresso 3D,  
videolaringoscópio tradicional e laringoscopia direta: estudo  
comparativo em manequim pediátrico**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina,  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita  
Filho”, Campus de Botucatu, para obtenção do título  
de Mestra em Fisiopatologia em Clínica Médica.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Fioretto  
Coorientadora: Profa. Dra. Joelma Gonçalves Martin

**Botucatu  
2023**

Vitória Silva Souza Dias

Intubação orotraqueal com videolaringoscópio impresso  
3D, videolaringoscópio tradicional e laringoscopia direta:  
estudo comparativo em manequim pediátrico

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Medicina, Universidade Estadual Paulista  
“Júlio de Mesquita Filho”, Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Mestra  
em Fisiopatologia em Clínica Médica.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Fioretto  
Coorientadora: Profa. Dra. Joelma Gonçalves Martin

Botucatu  
2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: MARIA CAROLINA A. CRUZ E SANTOS-CRB 8/10188

Dias, Vitória Silva Souza.

Intubação orotraqueal com videolaringoscópio impresso 3D, videolaringoscópio tradicional e laringoscopia direta : estudo comparativo em manequim pediátrico / Vitória Silva Souza Dias. - Botucatu, 2023

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina de Botucatu  
Orientador: José Roberto Fioretto  
Coorientador: Joelma Gonçalves Martin  
Capes: 40101088

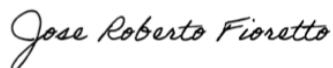
1. Impressão tridimensional. 2. Intubação. 3. Pediatria.  
4. Laringoscopia.

Palavras-chave: Impressão 3D; Intubação orotraqueal; Pediatria; Videolaringoscópio.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE VITÓRIA SILVA SOUZA DIAS, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOPATOLOGIA EM CLÍNICA MÉDICA, DA FACULDADE DE MEDICINA - CÂMPUS DE BOTUCATU.**

Aos 06 dias do mês de novembro do ano de 2023, às 09:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de VITÓRIA SILVA SOUZA DIAS, intitulada **Intubação orotraqueal com videolaringoscópio impresso 3D, videolaringoscópio tradicional e laringoscopia direta: estudo comparativo em manequim pediátrico**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO FIORETTO (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Depto. de Pediatria / FM/Botucatu - Unesp, Prof. Dr. JUANG HORNG JYH (Participação Virtual) do(a) Hospital Municipal Dr. Cármino Caricchio - Tatuapé/SP, Profa. Dra. REGINA GRIGOLLI CESAR (Participação Virtual) do(a) Depto. de Pediatria e Puericultura / FCM/Santa Casa de São Paulo. Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO FIORETTO



## **DEDICATÓRIA**

A minha filha Olívia, que nasceu e cresceu com esse projeto.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos colegas de profissão que toparam intubar nosso manequim mais de dez vezes, com alegria e disposição.

Ao Departamento de Anestesiologia pela parceria e Dra. Norma pelo auxílio na idealização e execução do projeto.

A FAPESP (Número do processo - FAPESP: 2020/09312-9), pela colaboração e incentivo.

Ao professor José Eduardo, que me ensinou estatística por repetição e topou muitos encontros virtuais e diferentes análises.

Ao Dr. Fioretto, mestre querido que me despertou interesse pela medicina intensiva pediátrica e me guia nessa caminhada, com sinceridade, inteligência e bom humor.

A professora Joelma, que me inspirou desde a graduação com sua habilidade de ensinar e amar.

A minha família de Assis, que me incentiva e me estimula a ser sempre mais.

A minha família de Botucatu, que vibra comigo a cada vitória.

Ao meu marido Lucas, por suas ideias brilhantes e por sempre sonhar longe de mãos dadas.

## **Impacto na sociedade**

A presente pesquisa avalia a taxa de sucesso para intubação traqueal de manequim pediátrico com três dispositivos diferentes, a saber, laringoscopia direta, videolaringoscópio tradicional e videolaringoscópio impresso 3D.

Para a realização de intubação traqueal de pacientes com determinadas doenças que são transmissíveis por gotículas ou aerossóis, é ideal que o laringoscopista mantenha distância do paciente enquanto o procedimento é realizado. Durante a pandemia do coronavírus, essa necessidade se tornou mais importante, dado o grande número de pacientes e a elevada transmissibilidade da doença. Uma alternativa para trazer mais segurança ao médico que realiza o procedimento é o uso de videolaringoscópios, que permitem que o laringoscopista se posicione mais afastado do paciente a ser intubado.

Ainda, videolaringoscópios são instrumentos frequentemente requisitados em cenários de intubação difícil ou trauma. Seu uso pode evitar complicações no momento da intubação, como alterações hemodinâmicas, dessaturações, parada cardiorrespiratória e óbito.

Sabe-se, no entanto, que os videolaringoscópios são equipamentos com elevados custos para aquisição e manutenção. Hospitais públicos de países em desenvolvimento nem sempre possuem o recurso financeiro necessário para arcar com esses custos. Assim, foi fabricado, como alternativa, o videolaringoscópio com lâmina impressa 3D. Trata-se de lâmina produzida por impressora 3D, que é conectada a boroscópio dotado de câmera e tela, executando a mesma função do videolaringoscópio tradicional, com custos substancialmente menores.

Nosso estudo tem como objetivo comparar a taxa de sucesso desse novo dispositivo e outros dois já bem estabelecidos para intubação em manequim pediátrico, como um passo inicial para, no futuro, possivelmente incluí-lo na obtenção da via aérea pediátrica, especialmente em contextos com menos recursos.

Assim, o benefício que a presente pesquisa poderá oferecer à sociedade é um passo para a validação de um instrumento que será mais barato e acessível ao sistema público de saúde, além de proporcionar mais segurança aos pacientes e aos profissionais médicos.

### **Impact on society**

The present research assesses the success rate of tracheal intubation in a pediatric mannequin using three different devices: direct laryngoscopy, traditional videolaryngoscopy, and 3D-printed videolaryngoscopy.

For intubating patients with certain conditions that are transmitted through droplets or aerosols, it is ideal for the laryngoscopist to maintain a distance from the patient during the procedure. During the coronavirus pandemic, this need became even more crucial due to the high number of patients and the high transmissibility of the disease. An alternative to enhance the safety of the performing physician is the use of videolaryngoscopes, which allow the laryngoscopist to position themselves further away from the patient being intubated.

Furthermore, videolaryngoscopes are often essential tools in scenarios involving difficult intubation or trauma. Their use can help prevent complications during intubation, such as hemodynamic changes, desaturation, cardiac arrest, and death.

However, it is well-known that videolaryngoscopes are equipment with high costs for acquisition and maintenance. Public hospitals in developing countries may not always have the necessary financial resources to cover these expenses. Thus, as an alternative, the 3D-printed videolaryngoscope was manufactured. It consists of a blade produced by a 3D printer, which is connected to a borescope equipped with a camera and screen, performing the same function as a traditional videolaryngoscope but at substantially lower costs.

Our study aims to compare the success rate of this new device with two other well-established methods for pediatric mannequin intubation, as an initial step towards possibly integrating it into pediatric airway management, especially in resource-limited settings.

Therefore, the benefit of this research is to offer a step towards validating an instrument that will be cheaper and more accessible to the public healthcare system, while also providing greater safety for patients and medical professionals.

## SUMÁRIO

|                          |    |
|--------------------------|----|
| Resumo.....              | 11 |
| Abstract.....            | 13 |
| Introdução.....          | 15 |
| Materiais e métodos..... | 20 |
| Resultados.....          | 27 |
| Discussão.....           | 33 |
| Conclusão.....           | 37 |
| Referências.....         | 38 |
| Anexos.....              | 41 |

## **RESUMO**

**INTRODUÇÃO:** Videolaringoscópios (VL) são equipamentos que auxiliam a intubação orotraqueal (IOT) do paciente pediátrico, sendo indicados em situações variadas, como na via aérea difícil (VAD), movimentação cervical limitada ou na intubação de pacientes com suspeita ou confirmação de infecção pelo coronavírus SARS-CoV-2. Sua disponibilidade é limitada por seus custos elevados. Montagem de videolaringoscópio 3D através de impressão de lâmina associada à boroscópio pode tornar o equipamento mais barato e ajudar a transpor essa dificuldade.

**OBJETIVO:** Comparar a taxa de sucesso na primeira tentativa de intubação realizada com videolaringoscópio impresso 3D (VL3D), videolaringoscópio tradicional (VLT) e laringoscopia direta (LD) em manequim pediátrico simulando via aérea normal (VAN) e VAD.

**MÉTODO:** Sessenta profissionais com diferentes níveis de especialização foram recrutados. Após explicação e treinamento, profissionais realizaram intubação em manequim pediátrico com e sem colar cervical utilizando VL3D, VLT e LD, totalizando seis cenários por participante. Variáveis registradas incluíram sucesso de intubação, tempo para visualização glótica, tempo para intubação, necessidade de manobras externas, escore de Cormack-Lehane e dispositivo preferido.

**RESULTADOS:** Não houve diferença na taxa de sucesso entre VL3D, VLT e LD para VAN e VAD. O tempo para intubação foi menor para LD em comparação com VL3D e VLT em VAN e VAD ( $p=0,0002$  e  $p=0,0104$ , respectivamente).

**CONCLUSÃO:** VL3D comporta-se igual ao VLT com relação a taxa de sucesso e tempo para IOT e tem potencial para ser incluído no manejo de via aérea em contextos com

menos recursos. Pesquisas futuras são necessárias para testar sua segurança e utilização em maior número de situações clínicas e pacientes em diferentes faixas de idade.

## **ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** Videolaryngoscopes (VL) are devices that assist with pediatric orotracheal intubation (OTI), and they are recommended in various situations, such as difficult airways (DA), limited cervical mobility, or the intubation of patients suspected or confirmed to have SARS-CoV-2 coronavirus infection. Their availability is limited due to their high costs. Assembling a 3D-printed videolaryngoscope through blade printing associated with a borescope may make the equipment more affordable and help overcome this challenge.

**OBJECTIVE:** To compare the first-attempt success rate of intubation performed with a 3D-printed videolaryngoscope (3DVL), a traditional videolaryngoscope (TVL), and direct laryngoscopy (DL) in a pediatric mannequin simulating a normal airway (NA) and DA.

**METHODS:** Sixty healthcare professionals with varying levels of expertise were recruited. After explanation and training, professionals performed intubation on a pediatric mannequin with and without a cervical collar using 3DVL, TVL, and DL, totaling six scenarios per participant. Recorded variables included intubation success, time to glottic visualization, time to intubation, need for external maneuvers, Cormack-Lehane score, and preferred device.

**RESULTS:** There was no difference in the success rate between 3DVL, TVL, and DL for NA and DA. The time to intubation was shorter for DL compared to 3DVL and TVL in NA and DA ( $p=0.0002$  and  $p=0.0104$ , respectively).

**CONCLUSION:** 3DVL is comparable to TVL in terms of success rate and time to intubation and has the potential to be included in airway management in resource-limited

settings. Further research is needed to test its safety and clinical use in a greater number of clinical situations and patients across different age groups.

## INTRODUÇÃO

A intubação orotraqueal (IOT) em crianças é mais desafiadora quando comparada com o procedimento em adultos devido a particularidades anatômicas e fisiológicas da faixa etária.<sup>1</sup> Dismorfismos craniofaciais congênitos ou adquiridos, síndromes genéticas, doenças que cursam com pouca abertura bucal, presença de tumores ou situações de instabilidade cervical podem aumentar a dificuldade do procedimento. Tais situações dificultam o alinhamento dos eixos oral, faríngeo e laríngeo, necessário para intubação por meio da laringoscopia direta (LD), prejudicando a realização do procedimento.<sup>1,2</sup>

Define-se via aérea difícil (VAD) como a situação em que o clínico enfrenta dificuldades com a ventilação com máscara, laringoscopia ou intubação de um paciente.<sup>3</sup> Particularidades acima citadas estão frequentemente envolvidas nessas situações.

Tentativas repetidas de IOT mal sucedidas, mais prevalentes em casos de VAD, podem ocasionar trauma e posterior edema de via aérea (VA), com consequente obstrução e hipoxemia.<sup>4,5</sup> Estudo multicêntrico prospectivo observacional de 2016 associou o número de tentativas de intubação com mais episódios de dessaturação e maior ocorrência de eventos adversos associados ao procedimento, entre os quais destacam-se parada cardiorrespiratória, alterações hemodinâmicas, laringoespasma, intubação esofágica e traumas em região oral.<sup>6</sup> Dessa forma, é importante a preparação da equipe e dos equipamentos frente a uma situação de VAD, assim como mudança precoce de profissional e técnica quando uma tentativa falha ocorre, objetivando sucesso do procedimento com menor número possível de tentativas.<sup>7</sup>

Quando é possível antecipar a VAD em crianças, um plano envolvendo equipamentos que melhorem a habilidade do profissional de visualizar ou intubar a

traqueia deve ser considerado. Desses equipamentos, vale citar a fibroscopia óptica e o videolaringoscópio (VL). A escolha do equipamento adequado vai depender da situação clínica e da experiência pessoal do profissional, dado que estudos ainda não mostram superioridade de um sobre o outro.<sup>8</sup>

O VL é um equipamento que possui formatos e tamanhos de lâmina variáveis e que é dotado de câmera e tela para permitir visualização indireta da laringe durante a intubação.<sup>9</sup> Diversos modelos e marcas estão disponíveis no mercado. Embora seu uso tenha ficado mais frequente com o passar dos anos, a indicação exata do uso de VL na prática pediátrica ainda não está bem estabelecida.

Metanálise publicada em 2020, incluindo 27 estudos randomizados controlados, em 2.461 crianças, comparou a eficácia do VL com a LD para intubação em centro cirúrgico. Os autores concluíram que o uso do VL se associou a menos trauma, porém prolongou o tempo para a intubação. Ademais, não houve diferença estatisticamente significativa na taxa de sucesso da IOT na primeira tentativa entre os dois dispositivos.<sup>10</sup> Não foi demonstrado, até o momento, vantagem do dispositivo em comparação com LD para via aérea normal ou em situações menos problemáticas.<sup>8</sup>

Observa-se que os VL possuem benefício frequente no cenário de VAD, especialmente como abordagem de resgate em casos de falha de LD, reduzindo o número de tentativas.<sup>9</sup> A utilização do VL é, também, importante em cenários de movimentação cervical limitada, pois permite realização da intubação com menor uso de força.<sup>7,8,11</sup> Os VL permitem, ainda, que um supervisor do laringoscopista auxilie e avalie a IOT, constituindo importante equipamento para ensino.<sup>9,12</sup>

Considerando o contexto recente, com a eclosão da pandemia pelo COVID-19, a videolaringoscopia ganhou destaque por permitir que o laringoscopista se mantivesse afastado da via aérea durante a IOT, minimizando contato com gotículas e aerossóis gerados durante o procedimento realizado em pacientes apresentando infecção suspeita ou confirmada. Diversos protocolos sugerem ou indicam o uso do VL como método preferencial para intubação desses pacientes. O protocolo da *American Heart Association* para Suporte Básico e Avançado de Vida em adultos, crianças e neonatos, descreve que, em situação de infecção suspeita ou confirmada pelo COVID-19, o uso dos VL deve ser considerado para manejo da via aérea, se disponível, para reduzir exposição do profissional.<sup>13</sup> O protocolo da Associação de Medicina Intensiva Brasileira publicado em março de 2020, direcionado à intubação de crianças com COVID-19, preconiza o uso de VL como dispositivo de primeira escolha.<sup>14</sup> Recomendação da *European Society of Pediatric and Neonatal Intensive Care* é de que, se disponíveis, os VL devem ser utilizados nesse contexto.<sup>15</sup>

Apesar de suas vantagens, a intubação sob videolaringoscopia exige treinamento, tanto em manequins como em cenário clínico, para que os profissionais adquiram experiência com o dispositivo disponível em seu serviço e seu uso seja efetuado com boa performance.<sup>9</sup>

Nos países em desenvolvimento, a disponibilidade dos VL em estabelecimentos de saúde com limitações financeiras, como aqueles ligados ao Sistema Único de Saúde, acaba sendo restrita por conta de elevados custos.<sup>16</sup>

Equipamentos médicos e dispositivos para obtenção de via aérea são geralmente caros, assim como sua manutenção e reposição de peças. Alternativas foram pensadas

e colocadas em prática para possibilitar a melhor abordagem possível nos locais com recursos limitados. Em hospital infantil de Harare, no Zimbábue, um VL é emprestado de outro hospital universitário quando existe abordagem cirúrgica programada para paciente com VAD prevista.<sup>5</sup>

Com o intuito de reduzir os custos e tornar o videolaringoscópio um equipamento acessível, especialmente nos locais com recursos restritos, surge a possibilidade do videolaringoscópio via impressão 3D associado ao boroscópio (sonda de inspeção remota com lâmpada e câmera em porção distal). Cabrera et al., no Chile, descreveram a utilização de VL impressos 3D para uso na esfera de treinamento e ensino em medicina.<sup>16</sup> Demonstraram que o equipamento tem ótimo desempenho para fins educativos em modelos de simulação, já que produz imagens de boa qualidade que podem ser acessadas posteriormente, é de fácil portabilidade e permite interação com um instrutor.

O uso da impressão 3D em saúde tem se tornado técnica amplamente aceita e abrangente, com vantagens de oferecer desenhos singulares para cada paciente, fabricação sob demanda com baixos custos e elevada produtividade. Engloba diversas áreas do cuidado em saúde, incluindo odontologia, engenharia de tecidos, modelos anatômicos e dispositivos médicos (como materiais cirúrgicos, implantes ortopédicos e aparelhos auditivos).<sup>17</sup> Existem descrições de seu uso para tratamento de malformações congênitas craniomaxilofaciais, simulação para planejamento de abordagem de VA em crianças e produção de *stents* para via aérea.<sup>18–21</sup>

A partir do exposto, o objetivo primário do estudo foi avaliar a taxa de sucesso de intubação na primeira tentativa com o videolaringoscópio tradicional (VLT),

videolaringoscópio impresso 3D (VL3D) e laringoscopia direta (LD) em manequim pediátrico com e sem colar cervical, por profissionais com diferentes níveis de especialização. Os objetivos secundários foram avaliar o tempo para visualização glótica, tempo para intubação, o escore de Cormack-Lehane, número de tentativas necessárias para intubação, ocorrência de intubação falha e necessidade de manobras para melhora da visualização.

Nossa hipótese é de que o VL3D apresenta taxa de sucesso na primeira tentativa semelhante ao VLT e LD para intubação de manequim sem colar cervical e superior à LD em manequim com colar cervical.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo experimental, utilizando manequim de simulação pediátrico de criança de 6 anos de idade, com participação voluntária de profissionais médicos, com diferentes níveis de formação e experiência em IOT via laringoscopia direta e via videolaringoscopia.

O estudo foi realizado após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (CAAE: 52631221.5.0000.5411) e os participantes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido.

O VL3D foi montado com lâmina AirAngel Pedi 1 (acessível por meio de <https://www.airangelblade.org>) via impressão 3D associado a boroscópio (Teslong, NTS150, China). Modelos físicos da lâmina foram obtidos por meio da utilização de impressora 3D a partir de arquivo acessível pelo site citado, utilizando material acrilonitrilabutadieno estireno (ABS) com 60% de preenchimento conforme apresentado na figura 1. As lâminas foram projetadas para uso conjunto com videoscópio de 5,5mm de diâmetro, conforme demonstrado na figura 2. O boroscópio utilizado no estudo está ilustrado na figura 3, em conjunto com a lâmina AirAngel Pedi 1. O vídeo a seguir mostra o funcionamento da lâmina: [https://www.youtube.com/watch?v=jbsKEVqilWc&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=jbsKEVqilWc&feature=emb_logo) (acessado em 12/04/2023).



**Figura 1.** Lâmina AirAngel Pedi 1



**Figura 2.** Intubação em manequim pediátrico com uso da lâmina AirAngel Pedi



**Figura 3.** Lâmina AirAngel Pedi acoplada a boroscópio

A autorização para uso da lâmina AirAngel Pedi foi concedida por seu idealizador, Bryan Tamao Archpru (Califórnia, E.U.A.), por meio de carta de autorização assinada (Anexo 3). O VLT utilizado foi o McGrath MAC (Medtronic, E.U.A.) com lâmina tamanho 1. A laringoscopia direta foi realizada com lâmina de Macintosh tamanho 2 acoplada a cabo pediátrico usual.

Tentativas de intubação foram realizadas com tubo traqueal com balonete e diâmetro interno de 4,5 mm, com fio guia em seu interior, de conformação adaptada e padronizada para cada tipo de dispositivo utilizado em razão de suas características diferentes. Foi utilizado manequim pediátrico com simulação de via aérea infantil "Pediatric Intubation Trainer (255-00001)", marca Laerdal (EUA). Via aérea difícil foi simulada por meio da utilização de colar cervical, limitando a extensão cervical do manequim.

Durante os cenários do experimento, cada participante foi acompanhado por dois pesquisadores (P): P1 conduziu as explicações; auxiliou o participante conforme sua solicitação - durante procedimento e de acordo com detalhes abaixo - e confirmou

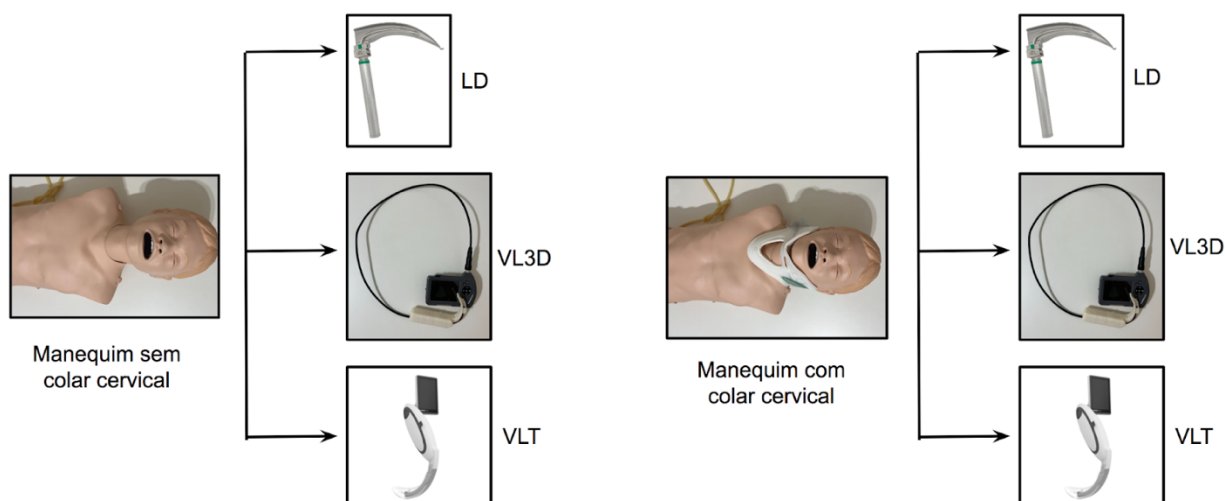
intubação; ao final da tentativa, por verificação visual; P2 foi responsável pelo registro dos dados e aferição dos tempos.

Cada voluntário recebeu explicação sobre laringoscopia direta e indireta, além de demonstração dos dispositivos a serem utilizados e das manobras para facilitar visualização da laringe (abertura da boca, manobra externa para visualização da laringe), via vídeo instrucional padronizado assistido individualmente pelo participante. Após o vídeo de explicações, o participante pôde tirar dúvidas, praticar e se familiarizar com os equipamentos a serem utilizados, realizando um procedimento para cada cenário antes do início das tentativas.

Foi feito sorteio da ordem das tentativas a serem realizadas, por meio de envelope contendo papéis nomeados com os cenários, como descrito a seguir:

- Cenário 1: VL3D em manequim com via aérea normal (VAN);
- Cenário 2: VL3D em manequim com VAD;
- Cenário 3: VLT em manequim com VAN;
- Cenário 4: VLT em manequim com VAD;
- Cenário 5: LD em manequim com VAN e
- Cenário 6: LD em manequim com VAD.

A Figura 4 ilustra as tentativas realizadas pelos participantes.



**Figura 4.** Seis cenários de intubação propostos.

*\*LD: laringoscopia direta, VL3D: videolaringoscópio com lâmina impressa 3D, VLT: videolaringoscópio tradicional*

Foram avaliadas as seguintes variáveis para cada um dos cenários: tempo para intubação; tempo para melhor visualização glótica; quantidade de tentativas necessárias para intubação; melhor visualização glótica, de acordo com escore de Cormack Lehane e necessidade de uso de manobras para melhora da visualização.

Foi considerado desfecho primário a taxa de sucesso de IOT na primeira tentativa. Foram considerados desfechos secundários: tempo para melhor visualização glótica; tempo para intubação; ocorrência de intubação falha; melhor visualização glótica de acordo com escore de Cormack Lehane; número de tentativas necessárias e necessidade de manobra para melhora da visualização.

O tempo para intubação foi contabilizado pelo avaliador por meio de cronômetro a partir da passagem da ponta da lâmina do laringoscópio entre os lábios do manequim até declaração pelo participante de intubação traqueal concluída. O tempo para melhor visualização da glote foi contabilizado pelo avaliador a partir da passagem da ponta da lâmina do laringoscópio entre os lábios do manequim até declaração pelo participante de melhor visualização glótica.

A qualquer momento, o participante podia solicitar auxílio do P1 para manobra de melhora na visualização, como abertura labial, manobra laríngea externa ou auxílio para posicionamento da cabeça.

Havia um cartão disponível com imagens do escore de Cormack Lehane para comparação e uso pelo participante, que deveria declarar a melhor classificação observada após o fim da intubação de cada cenário.

Foram considerados falha na tentativa de intubação os seguintes parâmetros: tempo para intubação superior a 60 segundos; remoção do laringoscópio da boca sem passagem da cânula traqueal ou intubação esofágica percebida pelo participante. Cada voluntário teve direito a três tentativas de intubação em cada um dos cenários propostos, sendo considerado falha na intubação a ocorrência de três tentativas falhas de intubação ou intubação esofágica declarada como intubação concluída pelo participante.

Após a realização dos cenários práticos, foi solicitado aos voluntários que respondessem às seguintes questões adicionais: uso prévio de videolaringoscópios (quantidade estimada); intubações pediátricas prévias com laringoscopia direta (quantidade estimada); preferência de dispositivo utilizado no estudo para via aérea normal e via aérea difícil e a impressão sobre manuseio e uso do VL3D (ruim, regular, bom).

#### *Cálculo amostral*

Sessenta profissionais aceitaram participar do estudo, incluindo médicos intensivistas pediátricos ou anestesistas titulados, médicos residentes em medicina intensiva pediátrica ou anestesiologia, médicos pediatras titulados e médicos residentes em pediatria.

O número obtido para cada grupo formou-se segundo cálculo amostral definido a partir de achados de literatura sobre a taxa de sucesso de IOT em procedimentos realizados por médicos pediatras na unidade de terapia intensiva e nas unidades de emergência.<sup>22-24,32</sup> A taxa média de sucesso na primeira tentativa variou de 57 a 97%. Com os dados da literatura, foi feito o cálculo amostral para cada categoria. Obteve-se um mínimo de 15 participantes por grupo, assumindo margem de erro de 5% e confiabilidade de 95% com base na variação da taxa média.

### *Análise estatística*

Estatísticas descritivas foram realizadas por meio do cálculo de média e desvio padrão para variáveis quantitativas e frequências e percentuais para variáveis categorizadas.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilks. A comparação de médias foi feita considerando um modelo de dois fatores avaliando a interação cenário versus categorias. Nos casos de distribuição não normal, as comparações de médias foram feitas ajustando uma distribuição gama seguido do teste de comparação múltipla de Wald. Para variáveis discretas de contagem, foi ajustado um modelo de Poisson seguido do teste de comparação múltipla de Tukey.

Associações entre cenários e desfechos para variáveis categorizadas foram avaliadas por teste qui-quadrado e testes de comparação de proporções.

Em todas as análises foi utilizado o nível de significância de 5%. Todas as análises foram feitas utilizando o programa SAS for Windows, v.9.4.

## RESULTADOS

Participaram do estudo 60 voluntários, distribuídos igualmente entre os grupos, sendo: 15 médicos intensivistas pediátricos ou anestesistas titulados (Grupo 1); 15 médicos residentes em medicina intensiva pediátrica ou anestesiologia (Grupo 2); 15 médicos pediatras titulados (Grupo 3) e 15 médicos residentes em pediatria (Grupo 4). A Tabela 1 compara diferentes níveis de experiência prévia com o uso do videolaringoscópio e laringoscopia direta entre os grupos.

**Tabela 1.** Experiência prévia de cada grupo de participantes considerando os dispositivos videolaringoscópio (VL) e laringoscopia direta (LD)

|                                      | Grupo 1         | Grupo 2       | Grupo 3       | Grupo 4     | p-valor* |
|--------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-------------|----------|
| <b>Uso prévio de VL</b>              | 26,5 ± 29,9 a   | 8,1 ± 9,8 b   | 0,1 ± 0,4 c   | 0,0 ± 0,0 d | < 0,0001 |
| <b>Uso prévio de LD em pediatria</b> | 318,7 ± 308,8 a | 32,8 ± 28,0 b | 22,5 ± 20,2 c | 4,6 ± 3,7 d | < 0,0001 |

Valores exibidos em média ± desvio-padrão.

\*Comparação de médias utilizando um ajuste em distribuição gama para dados assimétricos seguido do teste de comparação múltipla de Wald a 5%.

- Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem ao nível de 5%

O sucesso geral da IOT na primeira tentativa foi de 359 em 360 intubações realizadas (99,7%). O sucesso na primeira tentativa com o VL3D e com a LD ocorreu em 120 das 120 tentativas (100%) para cada um desses dispositivos. Com o VLT, o sucesso na primeira tentativa ocorreu em 119 das 120 tentativas (99,2%). Não foi observada diferença estatística significativa (p 0,3669) entre as taxas de sucesso com os três dispositivos. A única primeira tentativa que não foi bem-sucedida ocorreu no cenário de VAD.

Ao se avaliar a interação entre os grupos e os cenários do estudo com relação aos tempos para intubação e para visualização da glote, os p-valores de interação entre

eles não foram significativos. No entanto, ao se fazer o teste de comparação múltipla para grupos e cenários, fixando primeiramente os grupos e depois os cenários, observou-se que os tempos diferiram entre si, como demonstrado nas Tabelas 2 e 3.

**Tabela 2.** Tempo para visualização da glote (em segundos) de acordo com cenários e grupos

| CENÁRIOS     | GRUPOS       |              |              |               |
|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|              | Grupo 1      | Grupo 2      | Grupo 3      | Grupo 4       |
| VL3D com VAN | 5,5 ± 2,5 aA | 4,9 ± 1,6 aA | 4,9 ± 2,1 aA | 5,5 ± 2,2 aAB |
| VL3D com VAD | 5,2 ± 2,0 aA | 6,5 ± 4,6 aB | 5,2 ± 2,4 aA | 6,3 ± 4,4 aB  |
| VLT com VAN  | 5,1 ± 3,2 aA | 4,1 ± 2,4 aA | 3,8 ± 1,3 aB | 4,2 ± 2,4 aA  |
| VLT com VAD  | 4,1 ± 1,5 aB | 4,0 ± 1,9 aA | 4,0 ± 1,7 aB | 5,1 ± 3,7 aA  |
| LD com VAN   | 3,7 ± 0,9 aB | 3,6 ± 1,5 aA | 3,7 ± 1,8 aB | 4,8 ± 1,7 aA  |
| LD com VAD   | 3,8 ± 1,4 aB | 3,9 ± 1,9 aA | 3,6 ± 0,9 aB | 5,1 ± 2,6 bA  |

Valores exibidos em média ± desvio-padrão.

\*VL3D: videolaringoscópio com lâmina impressa 3D, VAN: via aérea normal, VAD: via aérea difícil, VLT: videolaringoscópio tradicional, LD: laringoscopia direta.

Comparação de médias entre grupos e cenários utilizando um delineamento em medidas repetidas ajustando uma distribuição gama (dados assimétricos) seguido do teste de comparação múltipla de Wald a 5%.

$p=0,6246$  – teste da interação grupos versus cenários.

- Médias seguidas de mesma letra minúscula (fixando cenários e comparando grupos) não diferem ao nível de 5%

- Médias seguidas de mesma letra maiúscula (fixando grupos e comparando cenários) não diferem ao nível de 5%

**Tabela 3.** Tempo para intubação (em segundos) de acordo com cenários e grupos

| CENÁRIOS     | GRUPOS        |               |               |               |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|              | Grupo 1       | Grupo 2       | Grupo 3       | Grupo 4       |
| VL3D com VAN | 11,0 ± 4,7 aA | 10,6 ± 3,7 aA | 11,4 ± 5,1 aA | 12,2 ± 4,2 aA |
| VL3D com VAD | 10,4 ± 2,3 aA | 10,3 ± 5,2 aA | 9,6 ± 3,8 aA  | 11,8 ± 4,8 aA |
| VLT com VAN  | 12,4 ± 7,9 aA | 9,5 ± 3,2 aA  | 11,4 ± 7,6 aA | 11,3 ± 5,4 aA |
| VLT com VAD  | 9,0 ± 4,3 aA  | 10,9 ± 4,0 aA | 10,3 ± 6,3 aA | 11,9 ± 7,5 aA |
| LD com VAN   | 7,9 ± 2,1 aB  | 7,3 ± 2,8 aB  | 9,3 ± 3,5 aA  | 9,9 ± 2,5 aA  |
| LD com VAD   | 7,7 ± 2,0 aB  | 7,3 ± 2,3 aB  | 7,5 ± 1,4 aB  | 12,2 ± 7,5 bA |

Valores exibidos em média ± desvio-padrão.

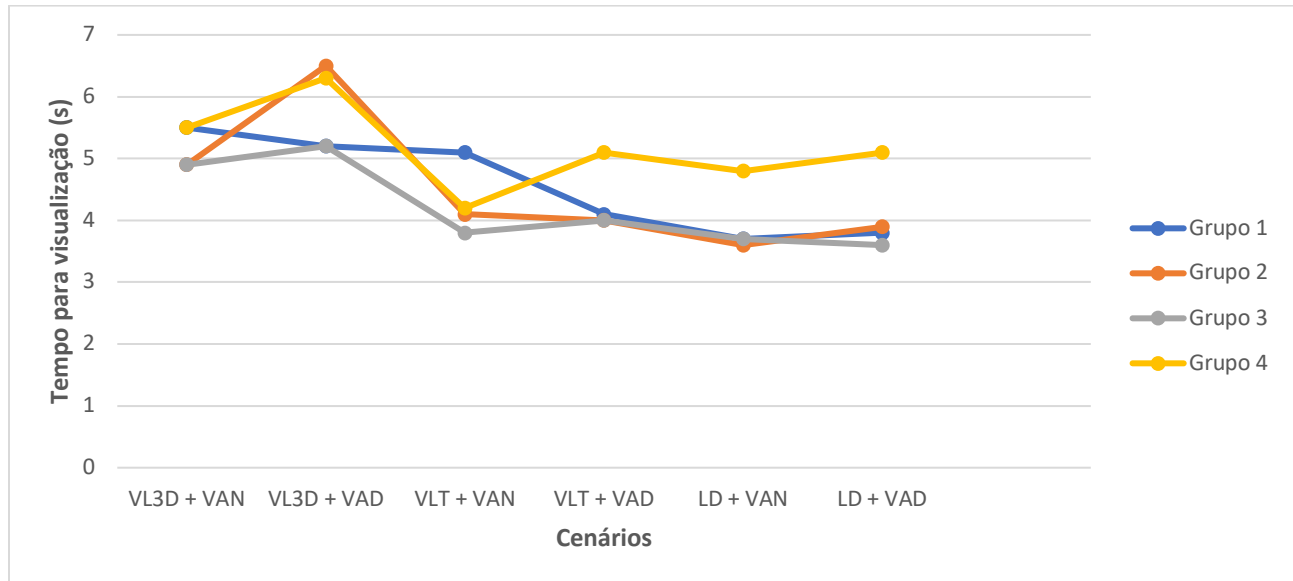
\*VL3D: videolaringoscópio com lâmina impressa 3D, VAN: via aérea normal, VAD: via aérea difícil, VLT: videolaringoscópio tradicional, LD: laringoscopia direta.

Comparação de médias entre grupos e cenários utilizando um delineamento em medidas repetidas ajustando uma distribuição gama (dados assimétricos) seguido do teste de comparação múltipla de Wald a 5%.

$p=0,1594$  – teste da interação grupos versus cenários.

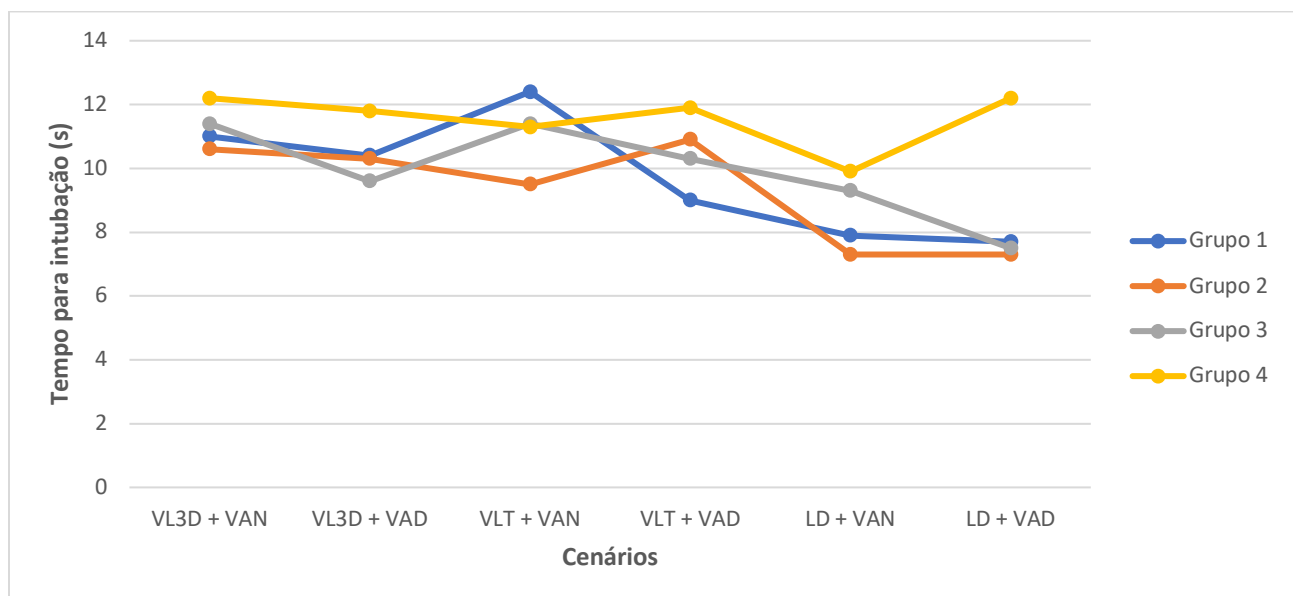
- Médias seguidas de mesma letra minúscula (fixando cenários e comparando grupos) não diferem ao nível de 5%
- Médias seguidas de mesma letra maiúscula (fixando grupos e comparando cenários) não diferem ao nível de 5%

As figuras 5 e 6 ilustram a interação entre cenários e grupos quanto a tempo para visualização da glote e tempo para intubação, respectivamente.



**Figura 5.** Gráfico de linhas representando média de tempo para visualização da glote (em segundos) nos diferentes grupos e cenários.  $p=0,6246$

\*VL3D: videolaringoscópio com lâmina impressa 3D, VAN: via aérea normal, VAD: via aérea difícil, VLT: videolaringoscópio tradicional, LD: laringoscopia direta



**Figura 6.** Gráfico de linhas representando média de tempo para intubação (em segundos) nos diferentes grupos e cenários.  $p=0,1594$

\*VL3D: videolaringoscópio com lâmina impressa 3D, VAN: via aérea normal, VAD: via aérea difícil, VLT: videolaringoscópio tradicional, LD: laringoscopia direta

As Tabelas 4 e 5 mostram os achados para intubação com os três dispositivos em VAN e VAD, respectivamente. Tanto em VAN como em VAD, o tempo para visualização da glote foi maior com VL3D em comparação com VLT e LD, enquanto o tempo para intubação foi menor com LD em comparação com os outros dois dispositivos.

**Tabela 4.** Características da intubação orotraqueal em via aérea normal

|                                |     | VL3D<br>(n=60) | VLT<br>(n=60) | LD (n=60)  | p valor(1) | p-valor(2) |
|--------------------------------|-----|----------------|---------------|------------|------------|------------|
| Taxa de sucesso                |     | 60 (100)       | 60 (100)      | 60 (100)   | 1,0000     |            |
| Sucesso na primeira tentativa  |     | 60 (100)       | 60 (100)      | 60 (100)   | 1,0000     |            |
| Tentativas necessárias         |     |                |               |            |            |            |
|                                | 1   | 60 (100)       | 60 (100)      | 60 (100)   | 1,0000     |            |
|                                | 2   | 0              | 0             | 0          |            |            |
| Tempo para visualização(s)     |     | 5,2 ± 2,1a     | 4,3 ± 2,4b    | 3,9 ± 1,5b | 0,0008     |            |
| Tempo para intubação (s)       |     | 11,3 ± 4,4a    | 11,1 ± 6,2a   | 8,6 ± 2,9b | 0,0002     |            |
| Manobras externas              |     |                |               |            |            |            |
|                                | Sim | 0              | 0             | 1 (1,7)    | 0,3658     |            |
|                                | Não | 60 (100)       | 60 (100)      | 59 (98,3)  |            |            |
| Cormack-Lehane                 |     |                |               |            |            |            |
|                                | I   | 49 (81,7)      | 54 (90)       | 39 (65)    | 0,0029     | 0,1578     |
|                                | II  | 11 (18,3)a     | 6 (10)a       | 21 (35)b   |            | 0,0009     |
|                                | III | 0              | 0             | 0          |            | -          |
|                                | IV  | 0              | 0             | 0          |            | -          |
| Preferência de dispositivo (%) |     | 45             | 15            | 40         |            |            |

Valores exibidos em média ± desvio-padrão ou número absoluto (porcentagem).

\*VL3D: videolaringoscópio com lâmina impressa 3D, VLT: videolaringoscópio tradicional, LD: laringoscopia direta. Tempo para visualização: tempo da passagem da lâmina entre os lábios do manequim até declaração pelo participante de melhor visualização glótica. Tempo para intubação: tempo da passagem da lâmina entre os lábios do manequim até declaração pelo participante de intubação concluída. Manobras externas: abertura labial, manobra laríngea externa, auxílio do posicionamento da cabeça.

(1) p-valor referente ao teste de associação qui-quadrado para variáveis categorizadas e comparação de médias para tempos.

(2) p-valor referente a teste qui-quadrado para comparação de proporções.

Médias (ou proporções) seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5%. Para as médias, foi usado um ajuste em distribuição gama seguido do teste de comparação múltipla de Wald. Para comparação de proporções, foi utilizado teste qui-quadrado.

**Tabela 5.** Características de intubação orotraqueal em via aérea difícil

|                                |              | VL3D (n=60) | VLT (n=60)  | LD (n=60)  | p valor(1) | p-valor(2) |
|--------------------------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| Taxa de sucesso                |              | 60 (100)    | 60 (100)    | 60 (100)   | 1,0000     |            |
| Sucesso na primeira tentativa  |              | 60 (100)    | 59 (98,3)   | 60 (100)   | 0,3658     |            |
| Tentativas necessárias         |              |             |             |            | 0,3658     |            |
|                                | 1            | 60 (100)    | 59 (98,3)   | 60 (100)   |            |            |
|                                | 2            | 0           | 1 (1,7)     | 0          |            |            |
| Tempo visualização glote (s)   |              | 5,8 ± 3,5a  | 4,3 ± 2,3b  | 4,1 ± 1,8b | < 0,0001   |            |
| Tempo para intubação (s)       |              | 10,5 ± 4,2a | 10,5 ± 5,7a | 8,6 ± 4,5b | 0,0104     |            |
| Manobras externas              |              |             |             |            |            |            |
|                                | Sim          | 1 (1,7)     | 0           | 1 (1,7)    | 0,5522     |            |
|                                | Não          | 59 (98,3)   | 60 (100)    | 58 (96,7)  |            |            |
|                                | Dado perdido |             |             | 1 (1,7)    |            |            |
| Cormack-Lehane                 |              |             |             |            |            |            |
|                                | I            | 38 (63,3)   | 51 (85)     | 31 (51,7)  | 0,0022     | 0,1280     |
|                                | II           | 22 (36,7)a  | 9 (15)b     | 28 (46,7)a |            | 0,0007     |
|                                | III          | 0           | 0           | 1 (1,7)    |            | 0,2231     |
|                                | IV           | 0           | 0           | 0          |            |            |
| Preferência de dispositivo (%) |              | 25          | 16,7        | 58,3       |            |            |

Valores exibidos em média ± desvio-padrão ou número absoluto (porcentagem).

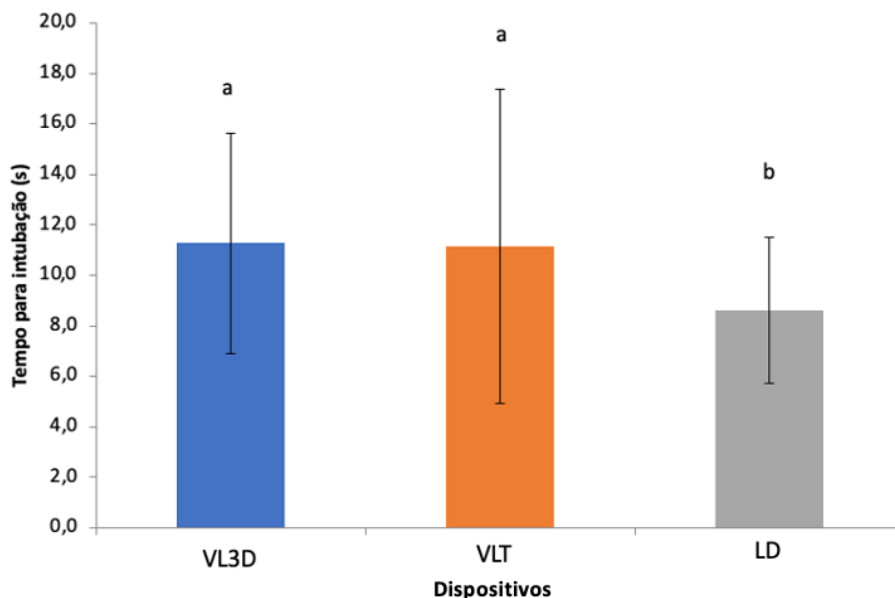
\*VL3D: videolaringoscópio com lâmina impressa 3D, VLT: videolaringoscópio tradicional, LD: laringoscopia direta. Tempo para visualização: tempo da passagem da lâmina entre os lábios do manequim até declaração pelo participante de melhor visualização glótica. Tempo para intubação: tempo da passagem da lâmina entre os lábios do manequim até declaração pelo participante de intubação concluída. Manobras externas: abertura labial, manobra laríngea externa, auxílio do posicionamento da cabeça.

(1) p-valor referente ao teste de associação qui-quadrado para variáveis categorizadas e comparação de médias para tempos.

(2) p-valor referente a teste qui-quadrado para comparação de proporções.

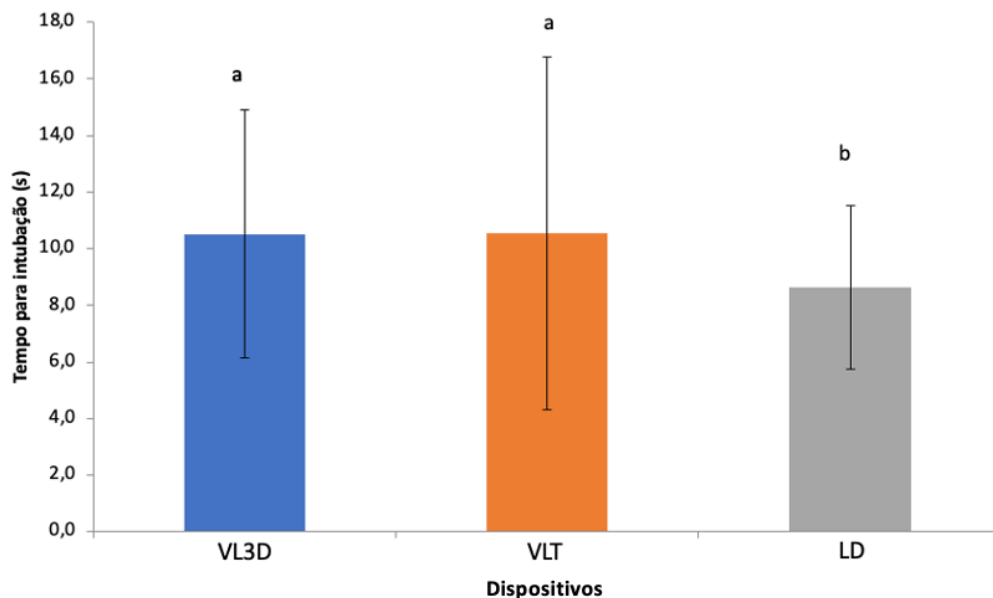
Médias (ou proporções) seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5%. Para as médias, foi usado um ajuste em distribuição gama seguido do teste de comparação múltipla de Wald. Para comparação de proporções, foi utilizado teste qui-quadrado.

As figuras 7 e 8 demonstram o tempo para intubação com os três dispositivos em VAN e VAD, respectivamente. O tempo foi significativamente menor com a LD em ambos.



**Figura 7.** Representação do tempo para intubação utilizando o videolaringoscópio 3D, videolaringoscópio tradicional e laringoscopia direta em manequim com via aérea normal, na forma de gráfico de colunas.  $p=0,0002$ .

\*VL3D: videolaringoscópio com lâmina impressa 3D, VLT: videolaringoscópio tradicional, LD: laringoscopia direta.



**Figura 8.** Representação do tempo para intubação utilizando o videolaringoscópio 3D, videolaringoscópio tradicional e laringoscopia direta em manequim com via aérea difícil, na forma de gráfico de colunas.  $p=0,0104$ .

\*VL3D: videolaringoscópio com lâmina impressa 3D, VLT: videolaringoscópio tradicional, LD: laringoscopia direta.

## DISCUSSÃO

Nosso estudo observou taxas de sucesso semelhantes na primeira tentativa de intubação utilizando os três dispositivos avaliados. As tentativas foram realizadas por população heterogênea, com diferentes níveis de especialização, e em dois cenários distintos – um simulando via aérea difícil e outro via aérea normal.

Esses resultados são condizentes com metanálises que avaliaram a intubação de pacientes pediátricos com VL e LD e que não observaram diferença no sucesso da primeira tentativa usando esses dispositivos em centro cirúrgico.<sup>10,25</sup> No entanto, metanálise de 2017 incluindo 803 pacientes pediátricos de 28 dias a 18 anos identificou maior taxa de falha de intubação para o videolaringoscópio em comparação com laringoscopia direta em intubações para procedimentos de urgência ou eletivos.<sup>25</sup> Nossos resultados não mostraram diferença na taxa de sucesso geral de intubação com os três dispositivos.

Estudos em manequim comparando VL e LD têm resultados divergentes na literatura. Enquanto alguns trabalhos não mostraram diferença entre a taxa de sucesso para os dois equipamentos<sup>26–28</sup>, outros demonstraram maior taxa de sucesso para o VL.<sup>29,30</sup> Alguns fatores podem contribuir para essa diferença, como heterogeneidade de participantes, modelos de videolaringoscópios, manequins, cenários e treinamento dos participantes. Com o objetivo de reduzir esses fatores confundidores, incluímos em nosso estudo participantes com diferentes níveis de especialização, realizamos treinamento com todos os dispositivos de maneira igualitária, antes das tentativas, e realizamos simulação de via aérea normal e difícil.

Estudo realizado em manequins simulando pacientes adultos comparou o uso de VL3D, VLT e LD em cenários de via aérea normal e difícil e observou taxas de sucesso superiores para VL3D e VLT em via aérea difícil, quando comparado com LD.<sup>31</sup> Nossos achados divergem dos encontrados nesse estudo, pois não mostraram taxa de sucesso mais elevada para o VL3D e VLT em comparação ao LD. Encontramos taxas semelhantes para os três dispositivos.

As taxas de sucesso que encontramos foram, no geral, elevadas. Diferentes estudos realizados em manequins encontraram taxas variando de 85 a 100%.<sup>26,29,30</sup> Acreditamos que a taxa elevada possa estar associada ao fato de ser realizado treinamento com os participantes antes das tentativas. No entanto, consideramos que esse treinamento seja essencial para que eles se familiarizem com as ferramentas utilizadas. Isso favorece a ideia de que os videolaringoscópios, inclusive o VL3D, são equipamentos que podem ser adicionados à vida prática sem que seja necessário treinamento complicado e extenso.

O tempo para visualização foi maior com o VL3D em VAN. A lâmina do VL3D é mais larga e espessa em comparação com as outras duas, e, algumas vezes, foi necessário realizar a abertura da boca do manequim para que a lâmina conseguisse passar entre as arcadas dentárias. Acreditamos que essa possa ser a causa desse tempo maior para a visualização. No entanto, essa diferença não ocasionou maiores tempos para intubação em comparação com o VLT.

A literatura mostra maior tempo para intubação com uso do videolaringoscópio em comparação com a laringoscopia direta<sup>10,25</sup> e não identifica diferença no escore de

Cormack-Lehane para esses dois métodos de intubação. Estudos em manequins pediátricos têm resultados divergentes: enquanto alguns mostram menor tempo de intubação com o uso de VL, especialmente em cenários de VAD<sup>29,30</sup>, outros têm observado resultados opostos.<sup>26,28</sup> No nosso estudo, o tempo de intubação foi maior para VLT e VL3D em comparação com LD, tanto em simulação de VAD como em VAN.

Um ponto forte do nosso estudo é o fato de ser o primeiro a comparar o VL3D com VLT e LD em manequim simulando população pediátrica. Ainda, fomos felizes em conseguir envolver ampla gama de participantes e simulação de dois cenários distintos – via aérea normal e via aérea difícil. Nesse contexto, buscamos encontrar situações clínicas específicas que se beneficiariam do uso do mais recente equipamento. Como resultado, percebemos que tanto sua taxa de sucesso se equipara aos demais como o tempo para visualização e intubação são semelhantes aos encontrados para o VLT nos cenários de via aérea normal e difícil. Não pudemos discernir, no presente estudo, uma população específica que se beneficiaria do seu uso.

Algumas limitações devem ser consideradas. Primeiro, trata-se de estudo em manequim, que não reflete situações clínicas de maneira completamente verossímil. Intubação em pacientes reais encontra desafios não simulados, como presença de secreções que podem embaçar a visão do videolaringoscópio. Segundo, não fez parte do objetivo avaliar a biossegurança do VL3D, questão essa que deve ser abordada em outros estudos. No entanto, não encontramos durante a coleta de dados nenhum defeito e não tivemos intercorrências com o uso do equipamento. Terceiro, o modo como o tempo para intubação foi calculado é divergente entre diferentes estudos, o que dificulta

a comparação de tempos absolutos entre estudos. Por último, manequim utilizado simula apenas uma faixa etária em pediatria e, conseqüentemente, nos permitiu testar apenas certos tamanhos de lâmina dos equipamentos.

## **CONCLUSÃO**

Não houve diferença quanto a taxa de sucesso de intubação na primeira tentativa utilizando-se VL3D, VLT e LD em manequim pediátrico com e sem simulação de via aérea difícil. O tempo para intubação foi maior para VLT e VL3D em comparação com LD. VL3D pode ser um equipamento que se equipara ao VLT, visto resultados de performance similares, e tem potencial para ser incluído no manejo de via aérea em contextos com menos recursos. Pesquisas futuras devem ser realizadas para testar a segurança do VL3D e utilização em cenários clínicos para viabilizar seu uso.

## REFERÊNCIAS

1. Lucking SE. Upper airway obstruction. In: Lucking SE, Maffei FA, Tamburro RF, Thomas NJ, editors. *Pediatric critical care study guide: text and review*. New York: Springer; 2012. p. 463-79.
2. Sims C, Von Ungern-Sternberg BS. The normal and the challenging pediatric airway. *Paediatr Anaesth*. 2012;22(6):521-6.
3. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, Abdelmalak BB, Agarkar M, Dutton RP, et al. 2022 American society of anesthesiologists practice guidelines for management of the difficult airway. *Anesthesiology*. 2022;136(1):31-81.
4. Hippard HK, Kalyani G, Olutoye OA, Mann DG, Watcha MF. A comparison of the Truview PCD and the GlideScope Cobalt AVL video-laryngoscopes to the Miller blade for successfully intubating manikins simulating normal and difficult pediatric airways. *Paediatr Anaesth*. 2016;26(6):613-20.
5. Streiff A, Chimhundu-Sithole T, Evans F. Anestesia pediátrica - tutorial 399: abordagem à via aérea pediátrica difícil em um ambiente de muitos x poucos recursos: uma comparação de algoritmos e carrinhos de via aérea difícil. Londres: ATOTW; 2019.
6. Lee JH, Turner DA, Kamat P, Nett S, Shults J, Nadkarni VM, et al. The number of tracheal intubation attempts matters! A prospective multi-institutional pediatric observational study. *BMC Pediatr*. 2016;16:58.
7. Cave D, Duff JP, De Caen A, Hazinski MF. Airway management. In: Morrison WE, McMillan KLN, Shaffner DH. *Roger's handbook of pediatric intensive care*. 5th ed. Philadelphia: LWW; 2016. p. 51-62.
8. Balaban O, Tobias JD. Videolaryngoscopy in neonates, infants, and children. *Pediatr Crit Care Med*. 2017;18(5):477-85.
9. Xue F-S, Liu Y-Y, Li H-X, Yang G-Z. Paediatric video laryngoscopy and airway management: what's the clinical evidence? *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2018;37(5):459-66.
10. Hu X, Jin Y, Li J, Xin J, Yang Z. Efficacy and safety of videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy in paediatric intubation: a meta-analysis of 27 randomized controlled trials. *J Clin Anesth*. 2020;66:109968.
11. Fiadjoe JE, Litman RS, Serber JF, Stricker PA, Coté CJ. The pediatric airway. In: Coté CJ, Lerman J, Anderson BJ. *A practice of anesthesia for infants and children*. 6th ed. Amsterdam: Elsevier; 2019. p. 297-339.

12. Weiss M, Schwarz U, Dillier CM, Gerber AC. Teaching and supervising tracheal intubation in paediatric patients using videolaryngoscopy. *Paediatr Anaesth*. 2001;11(3):343-8.
13. Edelson DP, Sasson C, Chan PS, Atkins DL, Aziz K, Becker LB, et al. Interim guidance for basic and advanced life support in adults, children, and neonates with suspected or confirmed COVID-19: from the emergency cardiovascular care committee and get with the guidelines-resuscitation adult and pediatric task forces of the American Heart Association. *Circulation*. 2020;141(25):e933-43.
14. Sidou RMNO, Carpi MF, Brandão MB, Souza TH. Intubação de pacientes pediátricos com suspeita ou confirmação de COVID-19. São Paulo: AMIB; 2020.
15. Kneyber MCJ, Luca D, Calderini E, Jarreau P-H, Javouhey E, Lopez-Herce J, et al. Practice recommendations for the management of children with suspected or proven COVID-19 infections from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC) and the section Respiratory Failure from the European Society for Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Intensive Care Med*. 2020;43(12):1764-80.
16. Cabrera D, Massano G, Fernández S, Chaile S, Alday A, Patiño C, et al. Video-laringoscopia de bajo costo desarrollado con tecnología de impresión 3D. *Rev Chil Anest*. 2018;47(4):259-62.
17. Liaw C-Y, Guvendiren M. Current and emerging applications of 3D printing in medicine. *Biofabrication*. 2017;9(2):024102.
18. Diment LE, Thompson MS, Bergmann JHM. Clinical efficacy and effectiveness of 3D printing: a systematic review. *BMJ Open*. 2017;7(12):e016891.
19. Lopez CD, Witek L, Torroni A, Flores RL, Demissie DB, Young S, et al. The role of 3D printing in treating craniomaxillofacial congenital anomalies. *Birth Defects Res*. 2018;110(13):1055-64.
20. Alraiyes AH, Avasarala SK, Machuzak MS, Gildea TR. 3D printing for airway disease. *AME Med J*. 2019;4:14.
21. Richard Z, Jackson E, Jung JP, Kanotra SP. Feasibility and potential of three-dimensional printing in laryngotracheal stenosis. *J Laryngol Otol*. 2019;133(6):530-4.
22. Choi HJ, Je SM, Kim JH, Kim E, Korean Emergency Airway Registry Investigators. The factors associated with successful paediatric endotracheal intubation on the first attempt in emergency departments: a 13-emergency-department registry study. *Resuscitation*. 2012;83(11):1363-8.
23. Sanders RC Jr, Giuliano JS Jr, Sullivan JE, Brown CA 3rd, Walls RM, Nadkarni V, et al. Level of trainee and tracheal intubation outcomes. *Pediatrics*. 2013;131(3):e821-8.

24. Reichert RJ, Gothard M, Gothard MD, Schwartz HP, Bigham MT. Intubation success in critical care transport: a multicenter study. *Prehosp Emerg Care*. 2018;22(5):571-7.
25. Abdelgadir IS, Phillips RS, Singh D, Moncreiff MP, Lumsden JL. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for tracheal intubation in children (excluding neonates). *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;5(5):CD011413.
26. Rodriguez-Nunez A, Oulego-Eroz I, Perez-Gay L, Cortinas-Diaz J. Comparison of the GlideScope Videolaryngoscope to the standard Macintosh for intubation by pediatric residents in simulated child airway scenarios. *Pediatr Emerg Care*. 2010;26(10):726-9.
27. Donoghue AJ, Ades AM, Nishisaki A, Deutsch ES. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy in simulated pediatric intubation. *Ann Emerg Med*. 2013;61(3):271-7.
28. Rabiner JE, Auerbach M, Avner JR, Daswani D, Khine H. Comparison of GlideScope Videolaryngoscopy to direct laryngoscopy for Intubation of a pediatric simulator by novice physicians. *Emerg Med Int*. 2013;2013:407547.
29. Yi IK, Kwak HJ, Lee KC, Lee JH, Min SK, Kim JY. Comparison of McGrath, Pentax, and Macintosh laryngoscope in normal and cervical immobilized manikin by novices: a randomized crossover trial. *Eur J Med Res*. 2020;25(1):35.
30. Madziala M, Smereka J, Dabrowski M, Leung S, Ruetzler K, Szarpak L. A comparison of McGrath MAC® and standard direct laryngoscopy in simulated immobilized cervical spine pediatric intubation: a manikin study. *Eur J Pediatr*. 2017;176(6):779-86.
31. Lambert CT, John SC, John AV. Development and performance testing of the low-cost, 3D-printed, smartphone-compatible "Tansen Videolaryngoscope" vs. Pentax-AWS videolaryngoscope vs. direct Macintosh laryngoscope: a manikin study. *Eur J Anaesthesiol*. 2020;37(11):992-8.
32. Sagarin MJ, Chiang V, Sakles JC, Barton ED, Wolfe RE, Vissers RJ, et al. Rapid sequence intubation for pediatric emergency airway management. *Pediatr Emerg Care*. 2002;18(6):417-23.

## ANEXOS

### Anexo 1. Ficha de coleta de dados

#### **Intubação orotraqueal com videolaringoscópio impresso 3D, videolaringoscópio tradicional e laringoscopia direta: estudo comparativo em manequim pediátrico**

##### **Ficha de coleta de dados**

Vitória Silva Souza Dias (11) 98255-0007 / Dra. Joelma Gonçalves Martin

Participante: \_\_\_\_\_

Grupo:            1            2            3            4

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>VL3D + VA normal</b><br>Ordem no sorteio: 1 2 3 4 5 6<br>T para melhor visualização: _____ s<br>T para IOT: _____ s<br>Tentativas necessárias para IOT: _____<br>Melhor Cormack Lehane: I II III IV<br>Manobras externas para IOT: sim não<br>Sucesso de intubação: sim não | <b>VL3D + VAD</b><br>Ordem no sorteio: 1 2 3 4 5 6<br>T para melhor visualização: _____ s<br>T para IOT: _____ s<br>Tentativas necessárias para IOT: _____<br>Melhor Cormack Lehane: I II III IV<br>Manobras externas para IOT: sim não<br>Sucesso de intubação: sim não |
| <b>VLT + VA normal</b><br>Ordem no sorteio: 1 2 3 4 5 6<br>T para melhor visualização: _____ s<br>T para IOT: _____ s<br>Tentativas necessárias para IOT: _____<br>Melhor Cormack Lehane: I II III IV<br>Manobras externas para IOT: sim não<br>Sucesso de intubação: sim não  | <b>VLT + VAD</b><br>Ordem no sorteio: 1 2 3 4 5 6<br>T para melhor visualização: _____ s<br>T para IOT: _____ s<br>Tentativas necessárias para IOT: _____<br>Melhor Cormack Lehane: I II III IV<br>Manobras externas para IOT: sim não<br>Sucesso de intubação: sim não  |
| <b>LD + VA normal</b><br>Ordem no sorteio: 1 2 3 4 5 6<br>T para melhor visualização: _____ s<br>T para IOT: _____ s<br>Tentativas necessárias para IOT: _____<br>Melhor Cormack Lehane: I II III IV<br>Manobras externas para IOT: sim não<br>Sucesso de intubação: sim não   | <b>LD + VAD</b><br>Ordem no sorteio: 1 2 3 4 5 6<br>T para melhor visualização: _____ s<br>T para IOT: _____ s<br>Tentativas necessárias para IOT: _____<br>Melhor Cormack Lehane: I II III IV<br>Manobras externas para IOT: sim não<br>Sucesso de intubação: sim não   |

Uso prévio de videolaringoscópio (estimado): 0    1 a 5    5 a 10    > 10

Intubações pediátricas prévias via laringoscopia direta (estimado): 0    1 a 5    5 a 10    > 10

Dispositivo preferido pelo laringoscopista - via aérea normal: LD    VL3D    VLT

Dispositivo preferido pelo laringoscopista - via aérea com colar cervical: LD    VL3D    VLT

Impressão sobre manuseio e uso do VL3D:    ruim    regular    bom

## Anexo 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o senhor (a) para participar do Projeto de Pesquisa: "Intubação orotraqueal com videolaringoscópio impresso 3D, videolaringoscópio tradicional e laringoscopia direta: estudo comparativo em manequim pediátrico", que está sendo desenvolvido por Vitória Silva Souza Dias (médica residente em Medicina Intensiva Pediátrica pela Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP) com orientação da professora Dra. Joelma Gonçalves Martin.

Os videolaringoscópios são equipamentos que podem auxiliar durante procedimento de intubação orotraqueal, principalmente em crianças com via aérea difícil. Estamos estudando um dispositivo constituído da junção de boroscópio com lâmina de videolaringoscópio impressa em 3D, modelo AirAngel Blade Pedi 1. Esta pesquisa tem como principal objetivo avaliar o tempo e o sucesso da intubação utilizando 3 métodos diferentes: laringoscopia direta, videolaringoscópio tradicional e videolaringoscópio AirAngel Blade Pedi 1.

O senhor (a) está sendo convidado (a) a participar desta pesquisa por ser médico residente de Pediatria, médico residente de Medicina Intensiva Pediátrica, médico residente de Anestesiologia, médico pediatra, médico intensivista pediátrico ou médico anestesiológico. Caso concorde em participar, você será convidado a assistir a um vídeo com explicações sobre os equipamentos, podendo tirar dúvidas e se familiarizar com os equipamentos após.

Após este treinamento, serão propostas situações simuladas de intubação orotraqueal em manequim pediátrico, sendo 6 cenários diferentes para cada participante, segundo as orientações previamente feitas. Além disso, o senhor (a) responderá um questionário breve. Todas as etapas durarão cerca de uma hora. Os dados obtidos serão sigilosos e os nomes dos participantes não serão divulgados, sendo que esses dados serão acessíveis apenas para os pesquisadores e serão deletados/descartados após o período de 2 anos.

Seu benefício em participar será auxiliar no desenvolvimento e estudo de dispositivo alternativo para manejo da via aérea em crianças. Por outro lado, a participação no estudo pode provocar eventuais constrangimentos ou frustrações ao participante, em casos de falta de êxito na execução dos procedimentos, informações que também serão anônimas e mantidas em sigilo.

Fique ciente de que sua participação neste estudo é voluntária e que, mesmo após ter dado seu consentimento para participar da pesquisa, você poderá retirá-lo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo. Não estão previstos ressarcimentos ou qualquer tipo de remuneração por sua participação neste estudo.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será elaborado em 2 vias de igual teor e 1 via será entregue ao senhor (a) devidamente rubricada, enquanto a outra via será arquivada e mantida pelos pesquisadores por um período de 5 anos após o término da pesquisa.

Qualquer dúvida adicional você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa por meio dos telefones (14) 3880-1608 ou 3880-1609, que funciona de segunda à sexta-feira das 8:00 às 12:00 e das 13:30 às 17:00, na Chácara Butignolli s/n em Rubião Júnior - Botucatu, SP. Os dados de localização dos pesquisadores estão abaixo descritos.

Após terem sido sanadas todas minhas dúvidas a respeito deste estudo, CONCORDO em participar de forma voluntária, estando ciente que todos os meus dados estarão resguardados por meio do sigilo que os pesquisadores se comprometeram. Estou ciente que os resultados deste estudo poderão ser utilizados para divulgação em revistas especializadas em medicina e apresentação em aulas e congressos médicos.

Botucatu, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nome do Pesquisador

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

\_\_\_\_\_  
Nome do Participante da Pesquisa

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante da Pesquisa

Vitória Silva Souza Dias  
Endereço: Av. Quatro, 70 - Vale do Sol 2, Botucatu  
Telefone: (11) 98255-0007  
E-mail: vitoriassdias@gmail.com

Dra. Joelma Gonçalves Martin  
Endereço: Rua Augusto dos Reis, 397 - Bairro Alto,  
Botucatu  
Telefone: (14) 99745-7373  
E-mail: joelma.martin@unesp.br

### Anexo 3. Carta de autorização para uso da lâmina

#### CARTA DE AUTORIZAÇÃO

Eu, Bryan Tamao Archpru, enfermeiro anestesista certificado (CRNA) e desenvolvedor do projeto AirAngel Blade ([www.airangelblade.org](http://www.airangelblade.org)), autorizo o Departamento de Anestesiologia da Faculdade de Medicina de Botucatu da Universidade Estadual Paulista, representado por Lucas Guimarães Ferreira Fonseca, a realizar pesquisas científicas com as lâminas disponíveis com a marca AirAngel Blade, sem fins comerciais.

Declaro ainda que a qualquer momento posso, se necessário, desautorizar o uso das lâminas do projeto que criei.

Califórnia, Estados Unidos da América  
02/06/2020

#### AUTHORIZATION LETTER

I, Bryan Tamao Archpru, certified registered nurse anesthetist (CRNA) and developer of the AirAngel Blade project ([www.airangelblade.org](http://www.airangelblade.org)), authorize the Botucatu Medical School Anesthesiology Department from São Paulo State University, represented by Lucas Guimarães Ferreira Fonseca, to carry out scientific research with the blades available under the AirAngel Blade brand, without commercial purposes.

I further declare that if necessary or at my will, I can disallow the use of the blades of the project I create.

California, United States of America  
06/02/2020



Bryan Tamao Archpru