

**ROBSON FERNANDO SCARDUA**

**PROTÓTIPO DE MÉDIA FIDELIDADE  
PARA CRICOTIREOIDOSTOMIA DE  
EMERGÊNCIA**

Trabalho Final do Mestrado Profissional,  
apresentado à Universidade do Vale do  
Sapucaí, para obtenção do título de Mestre  
em Ciências Aplicadas à Saúde.

**POUSO ALEGRE – MG**

**2024**

# **PROTÓTIPO DE MÉDIA FIDELIDADE PARA CRICOTIREOIDOSTOMIA DE EMERGÊNCIA**

Trabalho Final do Mestrado Profissional,  
apresentado à Universidade do Vale do  
Sapucaí, para obtenção do título de Mestre  
em Ciências Aplicadas à Saúde.

**ORIENTADORA:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriana Rodrigues dos Anjos  
Mendonça

**COORIENTADOR:** Prof. Dr. Geraldo Magela Salomé

**COORIENTADOR:** Prof. Ms. Hulisses Boneti Marco

**POUSO ALEGRE – MG**

**2024**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Unidade  
Fátima

Scardua, Robson Fernando.

Protótipo de média fidelidade para cricotireoidostomia de emergência. /  
Robson Fernando Scardua - Pouso Alegre: Universidade do Vale do Sapucaí,  
2024.

45f.:il.

Dissertação (Mestrado) – Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas à  
Saúde. Linha de atuação: Padronização de Procedimentos e Inovações em  
Lesões Teciduais. Universidade do Vale do Sapucaí, 2024.

Orientadora: Dra. Adriana Rodrigues dos Anjos Mendonça.

Coorientador: Dr. Geraldo Magela Salomé.

Ms. Hulisses Boneti Marco.

1. Traqueostomia. 2. Manuseio das vias aéreas. 3. Cirurgia. 4. Emergência.  
5. Covid-19. 6. Tecnologia em saúde. I. Título.

CDD – 617.026

Bibliotecária responsável: Michelle Ferreira Corrêa  
CRB 6-3538

**UNIVERSIDADE DO VALE DO SAPUCAÍ**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM  
CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE**

**COORDENADORA:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Adriana Rodrigues dos Anjos Mendonça

**Linha de Atuação Científico-Tecnológica:** Padronização de  
procedimento e inovações em lesões teciduais

## DEDICATÓRIA

Agradeço a Deus por me guiar ao longo desta jornada acadêmica, conceder-me força nos momentos desafiadores e iluminar meu caminho com sabedoria. Seu amor e graça foram fontes constantes de inspiração, tornando possível superar obstáculos e alcançar este marco significativo.

Ao alcançar este ponto crucial em minha jornada acadêmica, é inevitável reconhecer que as verdadeiras conquistas não são apenas individuais, mas uma colheita conjunta de apoio e aprendizado.

À minha amada esposa, expresso minha eterna gratidão. Seu apoio incondicional e incentivo nos momentos difíceis foram a força propulsora que me permitiu persistir na busca pelos meus sonhos, tornando esta conquista possível.

Ao meu filho, agradeço por ser a luz que iluminou meu caminho. Seu amor incondicional e presença constante ao meu lado foram a inspiração que impulsionou meus esforços, fazendo-me sempre buscar o meu melhor.

Aos meus pais, que me guiaram com sabedoria e amor, expresso minha profunda gratidão. Suas orientações e ensinamentos foram como alicerces sólidos, não permitindo que me desviasse do caminho correto ao longo dessa jornada desafiadora.

Aos meus irmãos, agradeço por cada momento compartilhado. Sejam eles de brincadeiras, conversas, ou até mesmo brigas, essas experiências contribuíram para a construção de laços indestrutíveis, repletos de companheirismo.

Neste momento de realização, dedico estas palavras a todos que, de alguma forma, tornaram possível a concretização deste trabalho. Suas contribuições foram fundamentais e, por isso, levo cada um de vocês em meu coração.

## AGRADECIMENTOS

Ao Magnífico Reitor da Universidade do Vale do Sapucaí, Professor Doutor José Dias da Silva Neto, agradeço pela liderança inspiradora e pelo compromisso com a excelência acadêmica. Sua visão contribuiu para o ambiente acadêmico que possibilitou a realização deste estudo.

À Professora Doutora Joelma Pereira de Faria Nogueira, Pró-Reitora de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade do Vale do Sapucaí, expressei minha gratidão pela dedicação em promover e apoiar a pesquisa acadêmica. Seu papel é fundamental na construção de um ambiente propício ao desenvolvimento intelectual.

À Professora Doutora Adriana Rodrigues dos Anjos Mendonça, minha orientadora, expressei minha admiração e respeito. Sua orientação foi crucial para o desenvolvimento deste estudo, suas correções foram guias preciosos, e seus incentivos foram a chama que me impulsionou a alcançar meus objetivos.

Ao Professor Doutor Geraldo Magela Salomé, coorientador deste estudo, agradeço por sua dedicação incessante. Seu entusiasmo nas apresentações e discussões foi contagiante, inspirando a todos nós a refletir e aprofundar nossos conhecimentos.

Ao Professor Hulisses Boneti Marcon, coorientador deste estudo, agradeço pela paciência e compreensão. Sua orientação e contribuições foram fundamentais para transformar um projeto inicial em uma realidade concreta.

Aos docentes do Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas à Saúde, expressei minha gratidão pela dedicação à arte de ensinar. Cada um de vocês desempenhou um papel vital nesta jornada acadêmica.

Aos colegas discentes do Mestrado, agradeço por compartilharmos não apenas conhecimento, mas também momentos de alegria, tristeza e, acima de tudo, força mútua que nos inspirou a superar todas as dificuldades.

*“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”. (Cora Coralina)*

## SUMÁRIO

<b>1 CONTEXTO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVO.....</b>	<b>14</b>
<b>3 MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
3.1 Tipo de estudo.....	15
3.2 Desenvolvimento.....	15
3.3 Pesquisa bibliográfica.....	15
3.4 Desenvolvimento do protótipo.....	15
3.5 Teste em modelo de cricotireoidestomia.....	17
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
4.1 Descrição dos resultados.....	21
4.1.1 Revisão da literatura.....	21
4.1.2 Protótipo-primeira versão.....	22
4.2 Produto.....	24
4.2.1 Demonstração do modo de uso.....	26
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
5.1 Aplicabilidade.....	37
5.2 Impacto Social.....	37
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>42</b>
<b>NORMAS ADOTADAS.....</b>	<b>44</b>
<b>FONTES CONSULTADAS.....</b>	<b>45</b>

## RESUMO

**Contexto:** A abordagem avançada rápida da via aérea é crucial no contexto do atendimento pré-hospitalar, para redução das possíveis complicações causadas pela hipoxemia. A intubação orotraqueal é primordial na via aérea difícil, porém quando dificultada ou contraindicada, pode ser necessária a abordagem cirúrgica e, dentre elas, a cricotireoidostomia é um procedimento de técnica relativamente simples, podendo ser realizada por via cirúrgica ou por punção.

**Objetivo:** Desenvolver um protótipo de média fidelidade para cricotireoidostomia de emergência. **Métodos:** A primeira etapa constituiu de revisão de literatura direcionado a traqueostomia, manuseio das vias aéreas, cirurgia, emergência, Covid-19, tecnologia em saúde nas bases de dados *PubMed*, *LILACS*, *MEDLINE* e *SciELO*, para produção do desenho do protótipo. A impressão foi realizada em impressora Ender-3®, utilizando-se, como matéria-prima, PLA Antiviral *Protect* (3DFila®), um material com propriedades antimicrobianas e antiviral, incluindo o SARS-CoV-2. Depois foi realizada simulação do protótipo no Núcleo de Ensino Permanente (NEP) no complexo regulador do CISRUN-MACRONORTE/SAMU de Montes Claros-MG, sendo utilizado manequim de treinamento de vias aéreas. **Resultados:** O protótipo consiste de duas peças principais, formando um dispositivo de cricotireostomia percutânea. O instrumento tem a finalidade de servir como dispositivo na abordagem de via aérea difícil no contexto do atendimento pré-hospitalar. **Conclusão:** O protótipo de média fidelidade foi desenvolvido para cricotireoidostomia de emergência, para o manejo da via aérea no atendimento pré-hospitalar.

**Palavras-chave:** Traqueostomia; Manuseio das Vias Aéreas; Cirurgia; Emergência; Covid-19; Tecnologia em saúde.

## ***ABSTRACT***

**Context:** The rapid advanced airway approach is crucial in the pre-hospital care setting to reduce potential complications caused by hypoxemia. Orotracheal intubation is paramount in difficult airway management, however, when hindered or contraindicated, a surgical approach may be necessary, among which cricothyroidotomy is a relatively simple technique, achievable either surgically or via puncture. **Objective:** To develop a medium-fidelity prototype for emergency cricothyroidotomy. **Methods:** The first stage involved a literature review focused on tracheostomy, airway management, surgery, emergency, Covid-19, and health technology in the PubMed, LILACS, MEDLINE, and SciELO databases to design the prototype. The printing was done using an Ender-3® printer, with Antiviral Protect PLA (3DFila®) as the raw material, possessing antimicrobial and antiviral properties, including against SARS-CoV-2. Subsequently, the prototype simulation was conducted at the Permanent Teaching Center (NEP) within the regulatory complex of CISRUN-MACRONORTE/SAMU in Montes Claros-MG, employing an airway training mannequin. **Results:** The prototype consists of two main pieces, forming a percutaneous cricothyrotomy device. The instrument aims to serve as a device in the approach to difficult airways in the pre-hospital care setting. **Conclusion:** The medium-fidelity prototype was developed for emergency cricothyroidotomy, aiding in airway management in the pre-hospital care setting.

**Keywords:** *Tracheostomy, Airway Management, Intubation, Emergencies, Covid-19, Biomedical Technology.*

## 1 CONTEXTO

Em situações de emergência a abordagem rápida e eficiente das vias aéreas é crucial para a redução da hipoxemia e conseqüentemente das complicações neurológicas. Em atendimentos pré-hospitalares o manejo avançado das vias aéreas é apontado como uma das cinco prioridades de pesquisa em cuidados críticos pré-hospitalares (TAPGARD *et al.*, 2015).

A intubação orotraqueal (IOT) ainda é a via aérea preferencial para pacientes traumatizados em apneia, rebaixamento do nível de consciência ou comprometimento iminente das vias aéreas. Porém, caso for contraindicada ou não puder ser obtida, deve-se proceder com a abordagem por via cirúrgica, como a cricotireoidostomia, em especial para aqueles pacientes nos quais foram utilizados dispositivos auxiliares, como a máscara laríngea ou o combitubo, e esses falharam em fornecer um acesso adequado das vias aéreas, ou para aqueles pacientes com trauma maxilofacial ou cervical extensos que impeçam a inserção de um tubo endotraqueal (TOT) (TALVING *et al.*, 2010; LANGVAD *et al.*, 2013; COMBES *et al.*, 2011).

Na intubação orotraqueal, um tubo plástico de diferentes tamanhos, dependendo da laringe de cada paciente, é passado pela boca, faringe, laringe, atravessando a região glótica (entre as pregas vocais) atingindo a traqueia (MEDEIROS, 2012).

Dentre as intervenções cirúrgicas, a cricotireoidostomia é um procedimento relativamente simples, podendo ser realizada por via cirúrgica ou por punção, sendo a primeira preferível no contexto hospitalar. A técnica por punção fica reservada para cenários de emergência no atendimento pré-hospitalar (LIMA *et al.*, 2020).

A cricotireoidostomia é um método que consiste na abertura da membrana cricotireóidea e estabelecimento de comunicação com o meio externo, promovendo o controle da via aérea, sendo utilizada preferencialmente em vítimas de trauma e em pacientes com síndrome da insuficiência respiratória aguda grave em risco iminente de morte, na falha de outras técnicas menos invasivas. É particularmente útil quando a obstrução das vias aéreas ocorreu na glote ou em nível supraglótico, sendo preferível à traqueostomia de emergência, visto que a membrana cricotireóidea é próxima à superfície cutânea, sendo necessária menor dissecação, evitando lesões de estruturas mediastinais, parede posterior da traqueia e esôfago (ANSELMO *et al.*, 2018; SANT'ANNA *et al.*, 2010; TALVING *et al.*, 2010).

Em um estudo realizado em 2018, Chen *et al.* compararam a traqueostomia guiada por punção da membrana cricotireoidiana (TGPMC) com a cricotireoidotomia cirúrgica (CC) e a traqueostomia percutânea com pinça dilatadora de fio-guia de Griggs (TPDFG) para estabelecer uma via aérea de emergência em 18 porcos. A CC ( $68 \pm 4$  segundos) apresentou a menor duração do procedimento em comparação com TPDFG ( $95 \pm 3$  segundos) e TGPMC (96

$\pm 4$  segundos); no entanto, o tempo de ventilação usando TGPMC ( $21 \pm 2$  segundos) foi significativamente menor do que com CC ( $68 \pm 4$  segundos) e TPDFG ( $95 \pm 3$  segundos) ( $P < 0,01$ ). A saturação do oxigênio ( $SpO_2$ ) em cada grupo aumentou no pós-operatório, atingindo 95% em 120 segundos, 131 segundos e 144 segundos nos grupos TGPMC, CC e TPDFG, respectivamente. Assim, o estudo sugere que a TGPMC é uma técnica segura e eficiente em termos de tempo para acesso às vias aéreas de emergência, que permite um retorno mais rápido da ventilação e evita a conversão para traqueostomia definitiva.

Atualmente existem alguns dispositivos para cricotireoidostomia de emergência, entre eles *QuickTrach II*® fabricante - VBM MEDIZINTECHNIK GMBH - Alemanha com uma cânula de agulha de trocarte sólida com um cateter com balonete e o Kit para cricotomia 4.5mm / Coniotomia - Traqueostomia de Emergência – BCI® fabricante - ELECTROPLAST S.A - URUGUAI que possui Cânula em PVC (*Polyvinyl Chloride*), placa (asa) de fixação flexível, descartável, estéril, Trocáter com lâmina em aço inox e com limitador de profundidade; tubo de conexão para equipo de respiração em PVC, cateter de aspiração e fita de fixação.

Os avanços na tecnologia de gerenciamento das vias aéreas ajudaram a melhorar muitos aspectos do manejo de emergência; no entanto, além da especialização se faz necessário o uso do equipamento adequado e a compreensão adequada das novas tecnologias (FALCÃO e COSTA, 2015).

A utilização da impressão 3D na saúde para confecção de órteses e próteses de membros superiores para reabilitação é realidade que integra tecnologia e praticidade, trazendo inúmeros benefícios, soluções práticas e muitas vezes melhor custo benefício. O Polyvinyl Chloride PLA (poliácido láctico) é um dos materiais mais utilizados na impressão de órteses e próteses infantis (MORIMOTO *et al.*, 2021).

O PLA é um poliéster alifático linear, termoplástico, semicristalino ou amorfo, sintetizado a partir de fontes renováveis como o açúcar de milho, batata, e cana de açúcar, dispõe de características, tais como biocompatibilidade, biodegradabilidade, e absorção biológica, além de boas propriedades mecânicas e de processabilidade, estabilidade térmica e baixo impacto ambiental. O PLA, por ser semicristalino, possui temperaturas de fusão e transição vítrea relativamente baixa. Em relação à temperatura de fusão, é possível deixar o PLA no estado líquido no intervalo de temperatura ente  $170 - 180^\circ\text{C}$ , no qual é possível transformá-lo em diversas formas. Em relação à temperatura de transição vítrea, no intervalo de temperatura ente  $55$  e  $65^\circ\text{C}$  o PLA se torna flexível e é possível moldá-lo na forma necessária (SANTANA *et al.*, 2018).

Em estudo experimental avaliou-se a atividade microbiana em bases de próteses convencionais à base de polimetilmetacrilato de metila com nanopartículas de prata

incorporadas a sua composição. A nanopartícula de prata mostrou-se eficaz na sua ação bactericida, inibindo a ligação do vírus com receptores da célula hospedeira (SILVA *et al.*, 2022) e pela interferência na transcrição do (RNA), inibindo a criação de novas proteínas necessárias à geração de novos vírus (SHUKLA *et al.*, 2021).

Silva *et al.* (2021) realizaram uma revisão integrativa da literatura sobre aplicabilidade da nanotecnologia no enfrentamento da COVID-19. Avaliações preliminares mostraram que o revestimento de nanopartículas de prata/composto de sílica em máscaras faciais teve efeitos viricidas contra o SARS-CoV-2.

Protótipos de baixa fidelidade são amplamente empregados nas fases iniciais de um projeto, visando validar conceitos e determinar sua viabilidade funcional. Esses protótipos são caracterizados por sua simplicidade, rápida execução e baixo custo. Eles são utilizados principalmente para explorar ideias e compreender requisitos na etapa inicial de desenvolvimento (ROSA *et al.*, 2018).

Protótipo de média fidelidade é uma versão refinada do protótipo de baixa fidelidade, utilizando ferramentas computacionais em vez de métodos manuais. Pode ser elaborado com o auxílio de programas de computadores. Esses protótipos permitem avaliar cenários e funções limitadas, proporcionando uma visão clara do que o usuário faria com o produto final (ROSA *et al.*, 2018).

Protótipos de alta fidelidade são construídos com materiais que se espera que estejam presentes no produto final, geralmente utilizando linguagem de programação e desenvolvimento computacional. Estes protótipos se aproximam visual e funcionalmente do produto final. São utilizados principalmente para testes e validação com usuários, ou para demonstrar e vender uma ideia, pois oferecem uma representação próxima da experiência final do usuário (ROSA *et al.*, 2018).

Portanto, a criação do protótipo de cricotireoidostomia utilizando tecnologias como a impressão 3D e materiais inovadores como o *PLA Antiviral Protect* pode representar uma contribuição significativa para o avanço no manejo de vias aéreas em emergências, proporcionando uma alternativa eficaz, econômica e personalizada durante o atendimento pré-hospitalar e hospitalar.

## **2 OBJETIVO**

Desenvolver protótipo de média fidelidade para cricotireoidostomia de emergência.

## 3 MÉTODOS

### 3.1 Tipo de estudo

Estudo aplicado na modalidade de produção tecnológica.

### 3.2 Local do estudo

A construção do protótipo foi realizada no laboratório de Física da Unidade Fátima da Universidade do Vale do Sapucaí, no município de Pouso Alegre. Os testes de simulação foram realizados no Núcleo de Ensino Permanente (NEP), no complexo regulador do CISRUN-MACRONORTE/SAMU de Montes Claros (Anexo 1).

### 3.3 Revisão da literatura sobre o tema

Foi realizada revisão de literatura nas bases de dados *PubMed* (*National Center for Biotechnology Information-NCBI*), *LILACS*, *MEDLINE* e *ScieLO*, utilizando os descritores “Traqueostomia” (*Tracheostomy*), “Manuseio das Vias Aéreas” (*airway management*), “Cirurgia” (*surgery*), “Emergência” (*emergency*), “Covid-19 ou Sars-Cov-2” (*Covid-19 or Sars-Cov-2*). Foram selecionados artigos referentes às técnicas e instrumentos de manejo de via aérea, com enfoque nos procedimentos cirúrgicos de cricotireoidostomia e seus desfechos comparativos.

### 3.4 Desenvolvimento do protótipo

Para o desenvolvimento do protótipo, primeiro buscou-se compreender, por meio de um referencial teórico, quais materiais seriam usados em sua produção, bem como seus benefícios, vantagens e restrições, além da pesquisa de materiais e tecnologias atuais de projeto e produção do protótipo.

Inicialmente foram criados os desenhos, de forma manual, das peças 1 e 2. A peça 1 com um diâmetro em sua parte superior externa de 15mm e um diâmetro interno de 12mm; em sua parte inferior um diâmetro 4mm e lume de 2mm. A peça 2, totalmente sólida, servirá de guia para a peça 1, com arco na parte superior para encaixe do dedo indicador, uma base de 12mm com altura de 5mm e na parte inferior com 30 mm de comprimento, formando uma cânula sólida que termina em bisel de 2-3mm, com propriedade perfurante, capaz de atravessar

as camadas da pele assim como atingir o lúmen traqueal. Ao término do desenho manual foi utilizado o *Paint*® versão 1903 do *Windows*® 10 *Pro Single Language* fabricante Microsoft – Estados Unidos da América (EUA) para elaboração e visualização simplificada do projeto. Finalmente foi criado o *design* no sítio eletrônico *tinkercad* e gerado arquivo no formato “.*stl*” para impressão 3D.

As impressões foram realizadas na impressora 3D Ender-3® marca UniTak3D, Fabricante - 3D *Creality* – China (Ender-3® )(Figura 1), pertencente ao laboratório de Física da Unidade Fátima da UNIVÁS, seguindo os moldes do *design* elaborados no sítio eletrônico *tinkercad*. O programa de computador Cura® versão 15.04.06 fabricante Ultimaker – EUA foi utilizado para o desenvolvimento de perfis de impressão padrão. Os conjuntos de parâmetros equivalentes foram utilizados para o desenvolvimento de cada extensão de arquivo.*stl* (ponto *stl*), que foi impresso. Além disso, os arquivos *.stl* foram mantidos em uma posição constante relativa à mesa de impressão.



Figura 1: Impressora Ender 3®

Fonte: <https://3dfila.com.br/produto/impressora-3d-creality-ender-3-32-bits/>

Foi utilizado, como matéria-prima, o PLA - PAA01, conhecido comercialmente com o nome de PLA Antiviral *Protect*® fabricante 3DFila – Brasil (Figura 2). Trata-se de um polímero biocompatível, biodegradável, que possui nanopartículas de prata. É obtido a partir de fontes renováveis, de fermentação de vegetais ricos em amido, como os açúcares de milho, beterraba, cana de açúcar e a mandioca através de bioconversão e polimerização. Trata-se de um material altamente versátil. Possui características positivas, como fácil pigmentação, e pode ser encontrado em diferentes cores. A temperatura de impressão com o PLA é menor do que a

temperatura de outros tipos de filamentos, como os derivados do petróleo: acrilonitrila butadieno estireno (ABS) e politereftalato de etileno glicol (PETG) (<https://3dfila.com.br/>).

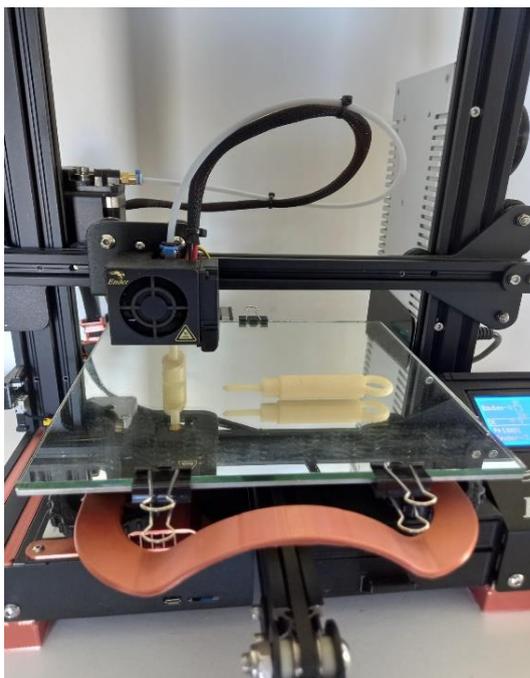


Figura 2: Protótipo sendo impresso

### **3.5 Teste em modelo de cricotireoidostomia por punção**

Foi realizada a preparação do ambiente de treinamento e simulação no complexo regulador do CISRUN-MACRONORTE/SAMU de Montes Claros, com manequim *Airway Management Trainer* da marca Laerdal® - fabricante laerdal medical - EUA (Figura 3), pertencente ao Núcleo de Ensino Permanente (NEP).



Figura 3: Manequim *Airway Management Trainer* da marca Laerdal® do Cisrun/SAMU  
Macronorte Montes Claros - MG - Vista lateral

Também foi utilizado Ambu com reservatório de O<sub>2</sub> (Figura 4).

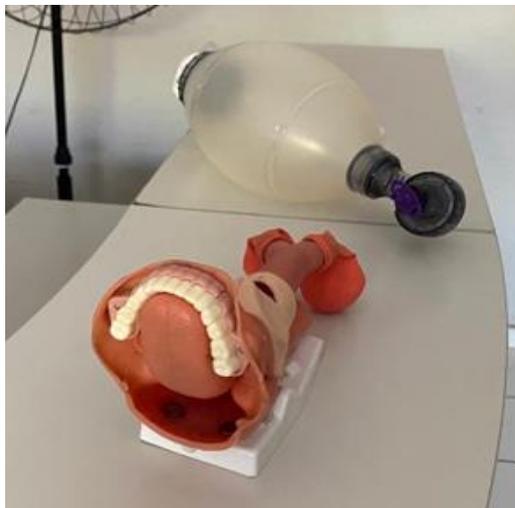


Figura 4: Manequim *Airway Management Trainer* da marca Laerdal® do Cisrun/SAMU  
Macronorte Montes Claros - Vista frontal do Modelo com Ambu

A cricotireoidostomia por punção consiste na abertura da membrana cricotireóidea que está localizada entre as cartilagens cricóide e tireóide, que permite o estabelecimento de comunicação com o meio externo, promovendo o controle da via aérea. Para se certificar de que a cânula do protótipo está na posição correta (Figura 5), garantindo a livre passagem de ar pode ser necessário aspirar para verificar a presença de ar.



Figura 5: Protótipo sobre membrana cricotireóide

O protótipo é então fixado com uma tira pelos orifícios da aba (Figura 6), passando em volta do pescoço de maneira a prevenir o deslocamento acidental e acoplamento do ambu ao protótipo.



Figura 6: Início da ventilação manual, com fixação do protótipo realizada através dos orifícios presentes na aba, indicados pelas setas azuis.

Após fixação, é realizado acoplamento do protótipo ao ambu (Figura 7) com reservatório de oxigênio.



Figura 7: Ambu acoplado ao protótipo

Antes de iniciar a ventilação é importante observar os pulmões não expandidos, representados pelos balões (Figura 8).



Figura 8: Balões representando pulmões não expandidos (seta azul)

Observar a expansão torácica ao comprimir o ambu indicando o insuflamento pulmonar (Figura 9) e suporte médico adicional para a resolução da situação de emergência.



Figura 9: Balões representando pulmões inflados (seta azul)

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Descrição dos resultados

#### 4.1.1 Revisão da literatura

Foram selecionados os artigos referentes às técnicas e instrumentos de manejo de via aérea, com enfoque nos procedimentos cirurgicos de cricotireoidostomia e seus desfechos comparativos. Foram recuperadas 210 referencias. Após exclusão de resumos, cartas ao editor, teses e dissertações, opiniões de especialistas, editoriais e relatos de caso, além de estudos em duplicidade, restaram 106 estudos. Destes, 23 foram escolhidos para análise e separados pela leitura do título, do resumo e das palavras-chave. Por fim, 20 estudos foram selecionados para serem lidos na íntegra (Quadro 1).

Quadro 1: Artigos selecionados para o estudo.

Título	Referência
Synthetic tracheal model for tracheostomy and cricothyroidostomy: improving training options with a low-cost alternative for undergraduate medical education	ANSELMO <i>et al.</i> , (2018)
Emergency scalpel cricothyroidotomy use in a prehospital trauma service: a 20-year review	AZIZ <i>et al.</i> , (2021)
Needle Cricothyroidotomy by Intensive Care Paramedics. Prehosp Disaster Med	BYE <i>et al.</i> , (2022)
Cricothyroid Membrane Puncture-Guided Tracheostomy: A New Technique for Emergency Airway Access	CHEN <i>et al.</i> , (2018)
Emergency front-of-neck airway in the COVID-19 patient: Cannula or surgical cricothyroidotomy?	CHUA <i>et al.</i> , (2020)
Cricothyroïdotomie en situation d'urgence: évaluation d'un scenario dynamique associant intubation et ventilation impossibles	COMBES <i>et al.</i> , (2011)
Manejo das Vias Aéreas	FALCÃO <i>et al.</i> , (2015)
Emergency cricothyroidotomy performed by inexperienced clinicians surgical technique versus indicator-guided puncture technique	HELM <i>et al.</i> , (2013)
Bystander cricothyrotomy with ballpoint pen: a fresh	KISSER <i>et al.</i> , (2016)

cadaveric feasibility study	
Emergency cricothyrotomy a systematic review	LANGVAD <i>et al.</i> , (2013)
Alternatives for establishing a surgical airway during the COVID-19 pandemic	LIMA <i>et al.</i> , (2010)
Disfagia orofaríngea em pacientes submetidos à intubação orotraqueal prolongada em UTIs	MEDEIROS <i>et al.</i> , (2012)
Oficina de prototipação como ação extensionista: um relato de experiência com jovens de uma comunidade de baixa renda. Revista de Sistemas e Computação	ROSA <i>et al.</i> , 2018
Cricotireotomia no manejo de obstrução aguda das vias aéreas	SANT'ANNA <i>et al.</i> , (2010)
Estudo comparativo entre PETG e PLA para Impressão 3D através de caracterização térmica, química e mecânica	SANTANA L <i>et al.</i> , (2018)
Nanopartículas de prata em bases de próteses de PMMA para controle de atividade microbiana	SILVA ILI <i>et al.</i> , (2022)
Nanotecnologia aplicada no enfrentamento da COVID-19	SILVA A <i>et al.</i> , (2021)
Cricotireotomias pré-hospitalares em um serviço de emergência médica por helicóptero: análise de 19.382 despachos	SCHOBER <i>et al.</i> , (2019)
Nanotechnology-Based Approach to Combat Pandemic COVID 19: A Review	SHUKLA <i>et al.</i> , (2021)
Órteses e próteses de membro superior impressas em 3D: uma revisão integrativa. Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional	MORIMOTO <i>et al.</i> , (2021)
Conversion of emergent cricothyrotomy to tracheotomy in trauma patients	TALVING P <i>et al.</i> , (2010)
Anaesthetist-provided pre-hospital advanced airway management in children: a descriptive study	TAPGARD M <i>et al.</i> , (2015)

#### 4.1.2 Protótipo - Primeira versão

A primeira versão do protótipo consistiu de duas peças (Figura 10), formando um dispositivo de cricotireotomia percutânea de acordo com a técnica do cateter sobre a agulha,

que se conectam em arquétipo de “chave-fechadura”. O equipamento pré-montado continha todos os componentes necessários para o procedimento, ideal para inclusão em “bolsas para traumas”, que ficam à disposição da equipe de saúde, para o atendimento pré-hospitalar.



Figura 10: Desenho virtual da primeira versão do protótipo

As peças 1 e 2 foram impressas em PLA:

A peça 1 (Figura 11) possui uma altura de 5mm com diâmetro em sua parte superior externa de 15 mm permitindo o acoplamento doambu e um diâmetro interno de 10-12 mm se estendendo para canula na parte inferior com comprimento de 30mm e com lume de 2 mm não possuindo abas.



Figura 11: Desenho virtual da peça de encaixe

A peça 2 (Figura 12) foi constituída de material totalmente sólido. Será introduzida por dentro da peça 1 e servirá de guia para o procedimento. Na parte superior possui arco para introdução do indicador, seguido de corpo com diametro de 10-12mm com altura de 5mm e reduzindo o corpo para um diametro de 2mm, em sua parte terminal, possui propriedade perfurante, com extremidade em formato de bisel, que termina a 2-3 mm da peça 1, capaz de atravessar as camadas da pele assim como atingir o lúmen traqueal.



Figura 12: Desenho virtual do guia para perfuração

As dimensões das peças 1 e 2 podem ser observadas na figura 13.

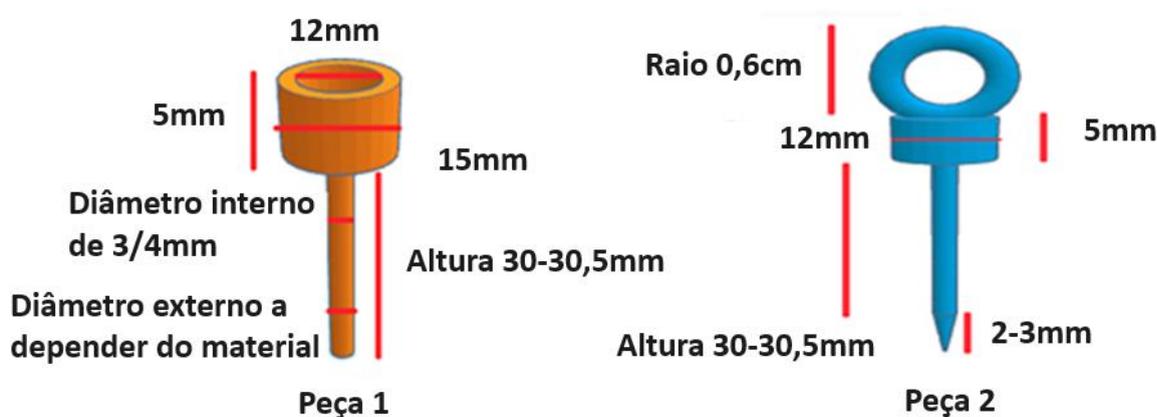


Figura 13: Medidas das peças de encaixe e guia de perfuração

Adaptações foram necessárias para melhor adequação do protótipo, por isso houve o desenvolvimento da segunda versão do protótipo, que será descrito no item 4.2.

## 4.2 Produto

Impressas as peças 1 e 2 em PLA:

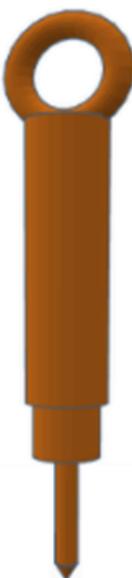
Peça 1 (Figura 14) mantendo um diâmetro em sua parte superior externa de 15 mm permitindo o acoplamento do ambu e um diâmetro interno de 10-12 mm. Na cânula na parte inferior foi realizada um aumento do lume para 4 mm aumentando o fluxo de ar e diminuição do comprimento para 15 mm, evitando alcançar a parede posterior da traqueia e acrescentado abas laterais com orifício que permite a fixação da peça na posição correta.



## Peça 01

Figura 14: Desenho virtual da peça de encaixe

A peça 2 (Figura 15) manteve seu arco superior, seu comprimento total foi alterado para 100mm proporcionando melhor empunhadura e segurança no manuseio, seu corpo com diâmetro de 15mm e comprimento de 50mm reduzindo para um diâmetro de 10-12mm com altura de 12mm para encaixe da peça 1. Diminuição do comprimento da parte do corpo da agulha para 15mm e sua parte terminal possui um bisel de 3-4mm propriedade perfurante.



## Peça 2

Figura 15: Desenho virtual do guia para perfuração

O equipamento pré-montado (Figura 16) contém todos os componentes necessários mantendo tamanho compacto, porém mais robusto.



Figura 16: Desenho virtual da segunda versão do protótipo com as duas peças acopladas

Novas dimensões das peças 1 e 2 podem ser observadas na figura 17.

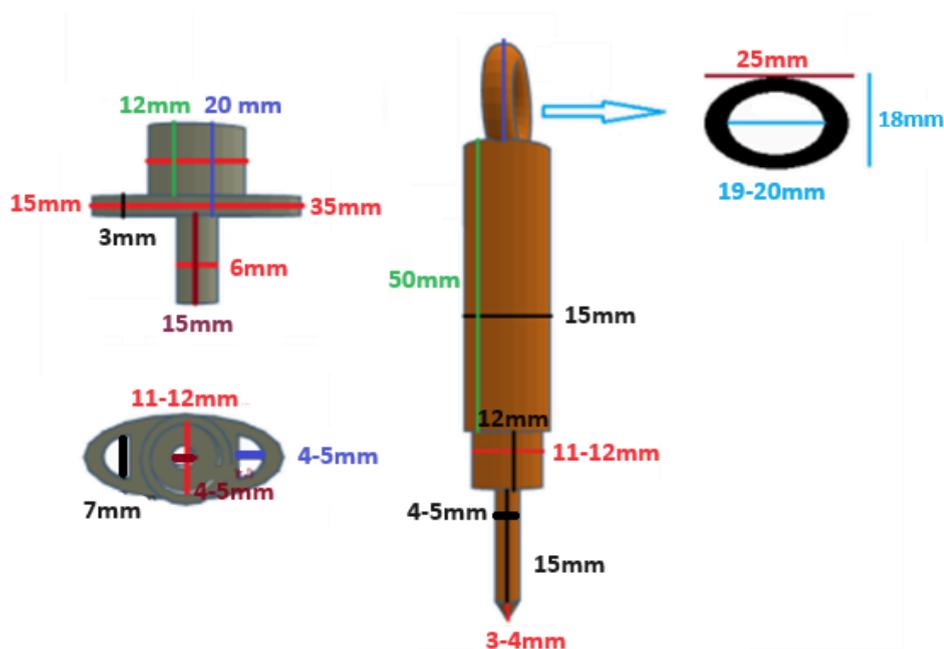


Figura 17: Medidas das peças

O experimento resultou em um modelo de cricotireoidostomia de uso unico para adultos. O pedido de registro será depositado junto ao INPI.

#### 4.2.1 Demonstração do modo de uso

Primeiramente confirmar o posicionamento adequado do paciente (Figura 18), que

é fundamental para garantir um acesso seguro e preciso. O paciente deve estar em decúbito dorsal e com a cabeça e o pescoço bem estabilizados.



Figura 18: Demonstração do posicionamento do paciente para uso do protótipo

Fonte: Imagem gerada por Inteligência Artificial (IA)

Em seguida proceder à localização da membrana cricotireóidea, com palpação inicial da parte anterior do pescoço na região cricotireóide, identificando a proeminência da cartilagem tireóide (pomo de Adão) (Figura 19).



Figura 19: Simulação da identificação da proeminência da cartilagem tireóide (pomo de Adão)

Fonte: Imagem gerada por IA

Mover o dedo no sentido caudal até sentir a cartilagem cricóide (Figura 20).



Figura 20: Simulação da identificação da posição da cartilagem cricóide

Fonte: Imagem gerada por IA

A membrana cricótireóidea está localizada entre as cartilagens cricóidea e tireóide (Figura 21).



Figura 21: Demonstração da localização da membrana cricótireóidea

Fonte: Imagem gerada por IA

Após a localização da membrana cricótireóidea deve-se realizar a antissepsia da área (Figura 22).



Figura 22: Antissepsia

Realizar aplicação de anestesia local, utilizando-se de 2-3 ml de lidocaína a 1% com adrenalina a 2%, com seringa de 3 ml e agulha de calibre 25 (0,70 x 25 mm) (Figura 23), após antissepsia, para minimizar desconforto durante o procedimento.



Figura 23: Simulação da aplicação da anestesia local

Fonte: Imagem gerada por IA

Para realização do procedimento será utilizado o dispositivo protótipo de média fidelidade para cricotireoidostomia de emergência (Figura 24).



Figura 24: Protótipo montado

Inserir com firmeza a agulha do protótipo na região da membrana cricotireóide, com um movimento rápido e controlado, perpendicular à pele (Figura 25).



Figura 25: Demonstração do posicionamento do protótipo perpendicular à pele

Fonte: Imagem gerada por IA

Realizar a fixação da peça 2 com fita ao redor do pescoço, passando cada ponta por dentro do orifício da aba e fazer a amarração e fixação adequada da peça (setas azuis) (Figura 26).



Figura 26: Demonstração do local de passagem da tira

Fonte 28: Imagem gerada por IA

Acoplar o ambu a diretamente à peça 2 do protótipo, devidamente fixado no lugar (Figura 27).



Figura 27: Ambu conectado ao protótipo

Iniciar a ventilação observando a expansão torácica ao iniciar compressão do ambu, mostrando o insuflamento pulmonar (Figura 28).

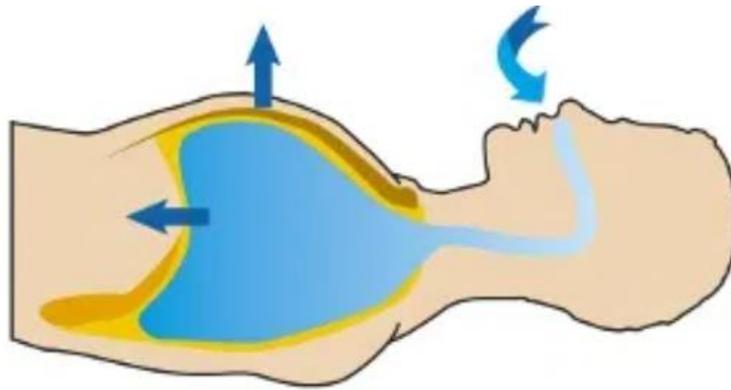


Figura 28: Ilustração da expansão torácica e pulmonar ao início da ventilação

Fonte: <https://www.biologianet.com/anatomia-fisiologia-animal/os-movimentos-respiratorios.htm>

E observar a retração torácica após descompressão do ambu, evidenciando o esvaziamento pulmonar (Figura 29).

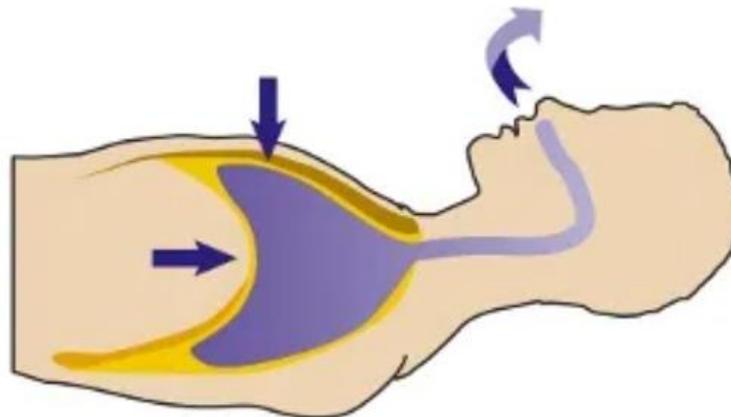


Figura 29: Ilustração da descompressão torácica e pulmonar ao final da ventilação

Fonte: <https://www.biologianet.com/anatomia-fisiologia-animal/os-movimentos-respiratorios.htm>

## 5 DISCUSSÃO

O estabelecimento de via aérea desobstruída é uma prioridade no manejo de pacientes graves ou feridos no ambiente pré-hospitalar, permitindo ventilação e oxigenação direcionadas, além de proteção contra aspiração (SCHOBER *et al.*, 2019). Há uma ampla gama de manobras adjuvantes e intervenções que podem ajudar a manter a permeabilidade das vias aéreas, incluindo ventilação bolsa-válvula-máscara contínua, dispositivos supraglóticos e colocação de tubo endotraqueal. Em circunstâncias em que essas medidas falham, levando a uma situação de não pode ventilar, pode ser necessária uma cricotireoidostomia de resgate (BYE *et al.*, 2022).

No paciente que necessita de abordagem de via aérea de emergência no contexto pré-hospitalar, é importante ressaltar a necessidade de equipamento de fácil manuseio e portabilidade, sendo que no presente trabalho foi desenvolvido um protótipo de média fidelidade para cricotireoidostomia de emergência com tais características.

Em estudo realizado com um total de 27 pacientes foram submetidos à cricotireoidostomia com agulha. A maioria (92,6%) foi realizada com o *kit QuickTrach II® (QTII®)*, um dispositivo composto por uma cânula de agulha de trocar sólido com um cateter com balonete de 4 mm de diâmetro interno pré-carregado. Ele é inserido através da membrana cricotireóideia no lúmen traqueal, onde a agulha é removida, e um cateter de ventilação com balonete é então deixado no local, criando uma via aérea de pequeno lúmen definitivo. Antes da modificação do procedimento com o *kit QTII®*, o sucesso do acesso frontal do pescoço (AFC) foi de 50%; no entanto, isso melhorou para 82,4% (BYE *et al.*, 2022) após a atualização recente dos procedimentos. A taxa geral de sucesso de todas as cricotireoidostomias por agulhas realizadas por paramédicos durante o período do estudo foi de 74,1% (n = 27) (BYE *et al.*, 2022).

A escolha do AFC no paciente com COVID-19 deve levar em consideração à possibilidade de contaminação inadvertida de dispositivos acessórios, como observado durante a cricotireoidostomia cirúrgica (CHUA *et al.*, 2020). Mais pesquisas são necessárias para estabelecer o AFC como alternativa segura em pacientes com COVID-19, e os médicos que portarem o equipamento de cricotireodostomia de emergência devem estar devidamente equipados com equipamentos de proteção individual (EPI), principalmente relacionados à prevenção de contágio pelo coronavírus.

O protótipo para cricotireoidostomia, ao contrário do *kit QTII®* e do Kit para cricotomia 4.5mm / Coniotomia - Traqueostomia de Emergência – BCI® (*kit cricotomia®*) não requer outros componentes para sua utilização. O *kit QTII®* depende de outros elementos para

funcionar corretamente, como a integridade do balonete e a seringa. Já o *kit* cricotomia® contém inúmeras outras partes que não simplificam a execução do procedimento, ocupando mais espaço, não possuindo corpo robusto para melhor empunhadura e segurança além de conter alça para introdução do indicador auxiliando e facilitando a retirada da peça 2. A fabricação do kit QT II e do kit cricotomia depende de muitas fontes não renováveis, resultando na geração de lixo hospitalar. Em contraste, o protótipo utiliza matéria-prima proveniente de fontes renováveis e acessíveis.

Já em uma revisão de um período de 20 anos realizada por Aziz *et al.* (2021), 72 pacientes foram submetidos à cricotireoidotomia com bisturi. Uma cricotireoidostomia 'primária' imediata foi realizada em 17 pacientes (23,6%), e cricotireoidotomias de 'resgate' foram realizadas em 55 pacientes (76,4%). A indicação mais comum para cricotireoidostomia primária foi o aprisionamento mecânico dos pacientes (n=5, 29,4%). A laringoscopia difícil, predominantemente por obstrução das vias aéreas com sangue (n=15, 27,3%) foi a indicação mais comum para cricotireoidotomia de resgate. O procedimento foi bem sucedido em 97% dos casos. Apesar dos altos índices de sucesso do procedimento, 56,9% dos pacientes já estavam em parada cardíaca traumática durante a cricotireoidostomia, e a mortalidade geral nos pacientes com trauma que receberam esse procedimento foi de 88,9%.

Em ambientes pré-hospitalares, situações de aprisionamento mecânico de pacientes geram grande estresse, e as tomadas de decisão e os procedimentos devem ser rápidos e assertivos para o melhor desfecho na sobrevivência do paciente. O protótipo de média fidelidade para cricotireoidostomia simplifica a ação do profissional médico, pois se trata de uma punção realizada com um único dispositivo, permitindo a comunicação do interior da traqueia com o exterior, possibilitando a ventilação imediata. Dessa forma, evita-se a abertura da pele por uma lâmina de bisturi e a posterior introdução da cânula pelo orifício formado até a traqueia, o que prolongaria o procedimento e o período de hipóxia, que pode levar à parada cardíaca.

Helm *et al.* (2013) compararam a cricotireoidostomia de emergência realizada por médicos inexperientes - técnica cirúrgica (TC) (n=15) com a técnica de punção guiada por indicador (PCI) (n=15) e observaram que o grupo que realizou abordagem cirúrgica obteve maior sucesso (100% vs 67%; p=0,04). Não houve diferença no tempo gasto para completar o procedimento (PCI 82 s. vs TC 95 s.; p=0,89). Houve maior taxa de complicações no grupo PCI (67% vs 13%; p=0,04). A complicação mais frequente no grupo PCI foi lesão da parede posterior da traqueia (n=8), seguida por lesão da cartilagem tireóide e/ou cricóide (n=5) e penetração na luz esofágica (n=4). No grupo TC em apenas 2 casos foram observadas complicações menores (lesão de pequenos vasos). Devendo a técnica por punção ser evitada por operadores inexperientes.

No contexto da emergência, observam-se benefícios em técnicas simples de traqueostomia guiada por punção da membrana cricotireoidiana, sendo uma opção viável devido ser de fácil portabilidade.

Kisser *et al.* (2016) organizaram experimento solicitando que dez médicos leigos realizassem a cricotireoidostomia em 10 cadáveres frescos com canetas esferográficas. Observaram que duas das três canetas (Schneider's K15, Ritter Pen 01711 Classic e Montblanc Masterpiece Platinum Line Classique) utilizadas tinham diâmetros internos maiores do que 3 mm e ambas eram adequadas como cânulas em uma traqueostomia. Todos os participantes puderam perfurar a pele com as duas canetas esferográficas com diâmetro maior que 3 mm. No entanto, quase ninguém conseguiu penetrar o ligamento cricotireóideo ou a parede ventral da traquéia, exceto um participante. Este realizou a traqueostomia após três tentativas maiores do que 5 minutos, com muita paciência e força. Observando-se que a cricotireoidostomia apenas com caneta esferográfica é praticamente impossível. Primeiro, a resistência ao fluxo de ar em canetas é muito alta para produzir uma ventilação eficaz. Em segundo lugar, o ligamento cricotireóideo é muito forte para ser penetrado por tais objetos.

O desenvolvimento do protótipo de cricotireoidostomia em comparação com o uso de uma caneta esferográfica é fundamental devido à natureza crítica e especializada do procedimento médico. A cricotireoidostomia é um procedimento médico que requer precisão anatômica e habilidades técnicas. O uso de uma caneta esferográfica, que não é projetada para procedimentos médicos, seria inadequado e incapaz de fornecer a precisão necessária. Na prática médica, é essencial utilizar dispositivos e materiais que atendam aos padrões de segurança e prevenção de infecções.

O protótipo de cricotireoidostomia possui ponta perfurante, o que proporciona uma abertura segura e controlada da via aérea em emergências, sendo projetado com uma cânula de tamanho adequado e um corpo com abas que funciona como uma trava, evitando a lesão da parede posterior da traqueia. Isso é crucial, pois a caneta esferográfica, além de não ter um tamanho adequado, não possui ponta perfurante ou uma trava que é potencialmente perigoso, podendo causar traumas à parede posterior da traqueia.

O protótipo foi desenvolvido com o material PLA Antiviral *Protect* contendo nanopartículas de prata que conferem propriedades antimicrobianas e inibe a proliferação de vírus, inclusive o SARS-CoV-2. O material da caneta esferográfica não fornece essas características antimicrobianas e de inibição viral ao produto, aumentando o risco de complicações infecciosas durante a realização do procedimento.

O protótipo inclui facilitar o treinamento de profissionais de saúde na execução da cricotireoidostomia. O uso de uma caneta esferográfica não proporcionaria um método de

treinamento realista ou eficaz para esse procedimento específico e não seria prático ou seguro em tais cenários de emergência.

É crucial destacar a importância do treinamento adequado dos profissionais para evitar o uso inadvertido do dispositivo, considerando seu potencial papel na sobrevivência do paciente. Médicos devidamente capacitados podem realizar o procedimento em serviços hospitalares com falta de materiais e profissionais especializados para a intervenção cirúrgica, além de ser aplicável em locais fora do ambiente de saúde, como em acidentes automobilísticos em áreas distantes de serviços de média a alta complexidade. Isso pode ser feito com maior rapidez e eficiência, eliminando a necessidade de portar vários instrumentos ou enfrentar desafios no transporte e utilização.

O manejo prático e adequado da via aérea difícil é de suma importância. Nesse contexto, a construção do protótipo pode contribuir para melhorar a sobrevivência dos pacientes que requerem manejo cirúrgico da via aérea, especialmente em ambientes pré-hospitalares, onde a variedade necessária de equipamentos para abordagem pode ser limitada e evitando o uso inadvertido de objetos inadequados para o procedimento, proporcionando uma transição adequada do paciente grave até ser transportado para o ambiente hospitalar, onde receberá o suporte necessário.

O protótipo de média fidelidade para cricotireoidostomia de emergência surge como alternativa. Desenvolvido com tecnologia de impressão 3D, é um equipamento portátil, de fácil manuseio, resistente e compacto que pode ser facilmente transportado pelo médico. Seu uso em situações de via aérea difícil pode ter impacto significativo na morbimortalidade de pacientes com dificuldade de ventilação por máscara-ambu ou intubação orotraqueal especialmente em contextos extra-hospitalares.

Médicos devidamente capacitados podem realizar o procedimento em serviços hospitalares com indisponibilidade de materiais e profissionais capacitados para a intervenção cirúrgica, e até mesmo em locais fora do ambiente de saúde, incluindo situações de emergência como, por exemplo, em acidentes automobilísticos em áreas distantes dos serviços de média a alta complexidade, com maior rapidez e eficiência, sem a necessidade de portar vários instrumentos ou que estes sejam de difícil transporte ou utilização.

A limitação do estudo se deu pela necessidade de Impressora 3D, material próprio e específico para impressão.

Nesse contexto, a construção de um protótipo de média fidelidade para cricotireoidostomia de emergência surge como alternativa acessível e reprodutível.

## **5.1 Aplicabilidade**

O desenvolvimento desse instrumento simples proporciona a realização da cricotireoidostomia por punção com agulha guiada por indicador com um único equipamento, sendo uma técnica simples e passível de adequação a diferentes contextos, tendo em vista a seu baixo custo e portabilidade.

## **5.2 Impacto Social**

O protótipo de média fidelidade para Cricotireoidostomia de Emergência desenvolvido apresenta perspectivas comerciais, podendo ser licenciado para produção, e também aplicações na saúde pública em redes de baixa a alta complexidade. Isso inclui a criação de protocolos para abordagem terapêutica de vias aéreas de difícil acesso, contribuindo para a rapidez do procedimento e facilitação da manutenção da permeabilidade das vias aéreas para trocas gasosas e respiração do paciente grave.

## **6 CONCLUSÃO**

O protótipo de média fidelidade para cricotireoidostomia de emergência foi desenvolvido.

## 7 REFERÊNCIAS

Anselmo NA, Cazon KMJ, da Silva Pinto AC, Guerra Junior ACM, da Silva Costa CD, Raphe R. Synthetic tracheal model for tracheostomy and cricothyroidostomy: improving training options with a low-cost alternative for undergraduate medical education. *Rev Med (São Paulo)*. 2018;97(1):24-9.

Aziz S, Foster E, Lockey DJ, Christian MD. Emergency scalpel cricothyroidotomy use in a prehospital trauma service: a 20-year review. *Emerg Med J*. 2021 May;38(5):349-354. doi: 10.1136/emermed-2020-210305.

Bye R, St Clair T, Delorenzo A, Bowles KA, Smith K. Needle Cricothyroidotomy by Intensive Care Paramedics. *Prehosp Disaster Med*. 2022 Oct;37(5):625-629. doi: 10.1017/S1049023X22001157.

Chen Y, Han Y, August M, Ferraro NF, Zhang Q, Zhang H. Cricothyroid Membrane Puncture-Guided Tracheostomy: A New Technique for Emergency Airway Access. *J Oral Maxillofac Surg*. 2018 Jun; 76(6):1248-1254. doi: 10.1016/j.joms.2017.12.028.

Chua H, Wong T, Lim WY, Wong P. Emergency front-of-neck airway in the COVID-19 patient: Cannula or surgical cricothyroidotomy? *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2020; 39(4):475-477. doi: 10.1016/j.accpm.2020.06.007.

Combes X, Jabre P, Amathieu R, Abdi W, Luis D, Sebbah JL, et al. Cricothyroidotomie en situation d'urgence: évaluation d'un scénario dynamique associant intubation et ventilation impossibles. *Ann Fr Anesth Réanim*. 2011; 30(2): 113-6. doi: 10.1016/j.jannfar. 2010.11.016

Falcão LFR, Costa LHD. Manejo das Vias Aéreas. IN: Falcão LFR (editores: Falcão, LFR; Costa, LHD; Amaral JLG). *Emergências fundamentos e práticas*. (1ª Edição), Martinari, São Paulo, Brasil, 2015; 1139: 21-31.

Helm M, Hossfeld B, Jost C, Lampl L, Böckers T. Emergency cricothyroidotomy performed by inexperienced clinicians--surgical technique versus indicator-guided puncture technique. *Emerg Med J*. 2013 Aug; 30(8):646-9. doi: 10.1136/emermed-2012-201493.

Kisser U, Braun C, Huber A, Stelter K. Bystander cricothyrotomy with ballpoint pen: a fresh cadaveric feasibility study. *Emerg Med J*. 2016 Aug; 33(8):553-6. doi: 10.1136/emered-2015-205659.

Langvad S, Hyldmo PK, Nakstad AR, Vist GE, Sandberg M. Emergency cricothyrotomy--a systematic review. *Scand J Trauma, Resusc Emerg Med*. 2013; 21(43): 1-14. doi: 10.1186/1757-7241-21-43.

Lima DS, Ribeiro Junior MF, Vieira-Jr HM, Campos TD, Saverio SD. Alternatives for establishing a surgical airway during the COVID-19 pandemic. *Rev Col Bras Cir*. 2020; 47: e20202549. doi: 10.1590/0100-6991e-20202549.

Medeiros, GC. Disfagia orofaríngea em pacientes submetidos à intubação orotraqueal prolongada em UTIs. São Paulo: USP, 2012.

Morimoto SYU, Cabral AKPS, Sanguinetti DCM, Freitas ESR, Merino GSA D, Costa JÂP, Coelho WK, Amaral DS. Órteses e próteses de membro superior impressas em 3D: uma revisão integrativa. *Cad Bras Ter Ocup*. 2021;29:e2078.

Rosa VA, Zobot D, Alves DD, Muniz IM, Matos E de S. Oficina de prototipação como ação extensionista: um relato de experiência com jovens de uma comunidade de baixa renda. *Revista de Sistemas e Computação - RSC [Internet]*. 2019 Jan 22 [cited 2024 Mar 14];8(2). Available from: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rsc/article/view/5784>

Sant'Anna F, Rossi MA, Cerqueira A, Fernandes ACS. Cricotireotomia no manejo de obstrução aguda das vias aéreas. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-fac*. 2010; 10(2): 35-41.

Santana L, Alves JL, Sabino Netto A da C, Merlini C. Estudo comparativo entre PETG e PLA para Impressão 3D através de caracterização térmica, química e mecânica. *Matéria (Rio J) [Internet]*. 2018; 23(4): e12267. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620180004.0601>

Silva ILI, Ferreira MAV, Andrade AN de, Nascimento PLA do, Carneiro VSM, Mota CCB de O. Nanopartículas de prata em bases de próteses de PMMA para controle de atividade

microbiana. Arq Odontol [Internet]. 15º de março de 2022 [citado 17º de dezembro de 2023]; 57:236-43.

Silva A de S, de Lima JPC, Costa MH, de Oliveira MGM, Guimarães GP, Ferreira MDL, Pires EA de M, Reis MY de FA. Nanotecnologia aplicada no enfrentamento da COVID-19 / Nanotechnology applied to combating COVID-19. Braz. J. Develop. [Internet]. 2021 Dec. 29 [cited 2023 Dec. 18]; 7(12):113420-38. Available from: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/40873>.

Schober P, Biesheuvel T, de Leeuw MA, Loer SA, Schwarte LA. Cricotirotomias pré-hospitalares em um serviço de emergência médica por helicóptero: análise de 19.382 despachos. BMC Emerg Med. 2019; 19(1):12.

Shukla BK, Tyagi H, Bhandari H, Garg S. Nanotechnology-Based Approach to Combat Pandemic COVID 19: A Review. Macromol Symp. 2021; 397(1): 2000336. doi: 10.1002/masy. 202000336.

Talving P, DuBose J, Inaba K, Demetriades D. Conversion of emergent cricothyrotomy to tracheotomy in trauma patients. Arch Surg. 2010; 145(1):87-91. doi: 10.1001/archsurg.2009

Tapgard M, Hansen T M, Rognas L. Anaesthetist-provided pre-hospital advanced airway management in children: a descriptive study. Scand J Trauma, Resusc Emerg Med. 2015;7(1): 1-7. Doi: 10.1186/s13049-015-0140-0.

## 8 ANEXO 1



SAMU 192 MACRO NORTE / MG  
NÚCLEO DE EDUCAÇÃO PERMANENTE



Montes Claros, 19 de Março de 2024.

O núcleo de Educação Permanente (NEP), confirma seu apoio de cooperação científico e tecnológico ao Projeto **"PROTÓTIPO DE MÉDIA FIDELIDADE PARA CRICOTIREOIDOSTOMIA DE EMERGÊNCIA"** desenvolvido pelo discente Robson Fernando Scardua do Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas a Saúde da Universidade do Vale do Sapucaí. Foi realizado, teste protótipo de media fidelidade para cricotireoidostomia de emergência, no período (29/11/2023), no equipamento de treinamento de cricotireoidostomia Laerdal Airway Management Trainer da marca Lardeal®.

---

Dr Wille Dingsor Souza Pereira

Instrutor Médico  
Núcleo de Educação Permanente – NEP  
SAMU Macro Norte

## ASSINATURAS DIGITAIS DO DOCUMENTO

O documento eletrônico **Of\_cio\_Robson\_Assinado.pdf**, incluindo a(s) sua(s) assinatura(s), contém 2 páginas e foi produzido para ser assinado digitalmente, mediante o uso de certificados digitais ICP-Brasil, de acordo com os termos do Art. 10, § 1º, da Medida Provisória nº 2.200-2, de 24 de agosto de 2001.



### Documento assinado digitalmente por:

Assinado digitalmente por:  
Wille Dingsor Souza Pereira  
19/03/2024 - 11:35:13h - Num. Controle: 504727  
CPF: 062.292.446-08

## 9 NORMAS ADOTADAS

<http://www.icmje.org/> MPCAS – Elaboração e formatação do Trabalho de Conclusão de Curso  
– Univás

## 10 FONTES CONSULTADAS

DeCS - Descritores em Ciências da Saúde. Disponível em: <http://www.decs.bvs.br>