



## AVALIAÇÃO DA CALIBRAÇÃO DE UM CIRCUITO AMPLIFICADOR DE FORÇA PARA UM VIDEOLARINGOSCÓPIO ANATÔMICO DE ABS

Vitória Machado Barchinski<sup>1</sup>, Ana Cristina Beitia Kraemer Moraes<sup>2</sup>, Chiara das Dores do Nascimento<sup>3</sup>, Rubimar Almeida Gouvea<sup>4</sup>, Everton Granemann Souza<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Católica de Pelotas- [vitoria.barchinski19@gmail.com](mailto:vitoria.barchinski19@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Católica de Pelotas, Universidade Federal de Rio Grande - [anacristinabkmoraes@gmail.com](mailto:anacristinabkmoraes@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Católica de Pelotas - [chiara.nascimento@ucpel.edu.br](mailto:chiara.nascimento@ucpel.edu.br),

<sup>4</sup>Universidade Católica de Pelotas – [rubimar.gouvea@ucpel.edu.br](mailto:rubimar.gouvea@ucpel.edu.br)

<sup>5</sup>Universidade Católica de Pelotas – [everton.granemann@ucpel.edu.br](mailto:everton.granemann@ucpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A laringoscopia é o procedimento mais comum para realização de intubação orotraqueal. É uma habilidade fundamental para o médico na gestão da via aérea, sendo os videolaringoscópios dispositivos rígidos que permitem a laringoscopia indireta, ou seja, a visualização das cordas vocais e estruturas relacionadas das vias aéreas sem uma linha de visão direta (PAROTTO, 2021). Durante a pandemia da SARS-COV-2, a videolaringoscopia é uma das técnicas preferidas, pois aumenta a probabilidade de sucesso na primeira passagem em pacientes com via aérea difícil. Também permite que o clínico permaneça mais longe da orofaringe do paciente durante a intubação, pois é um procedimento gerador de aerossol que aumenta o risco de transmissão de infecção (LONDON, 2021). Por isso, é fundamental otimizar o processo de manejo de via aérea, utilizando, além de todos os equipamentos de proteção individual, instrumentos confortáveis, para realizar a intubação rapidamente.

Dante desse cenário é essencial frisar que as forças excessivas transmitidas pelo laringoscópio durante a intubação orotraqueal podem levar a alterações dos parâmetros hemodinâmicos e efeitos locais, como edema, lesão de dente e de tecidos moles (CARASSITI, 2012). Além disso, foi observado que a quantidade de força exercida durante a laringoscopia é o principal determinante para a estimulação mecânica da região supraglótica e dos receptores de estiramento presentes no trato respiratório. Assim, o uso de diferentes tipos de lâminas de laringoscópio pode ajudar a diminuir essas respostas (AGGARWAL, 2019).

Dada a relevância do design, alto custo e a utilidade do equipamento na prática médica, este trabalho apresenta uma proposta de um circuito eletrônico para o sensoriamento da força impressa na lâmina e no cabo por um utilizador de um videolaringoscópio. O circuito é dedicado para um videolaringoscópio com design anatômico, impresso em ABS e criado sob medida pelo próprio grupo.

### 2. METODOLOGIA

Para efetuar a leitura da intensidade de força realizada pelo operador durante a intubação, será utilizado um sensor resistivo (FSR 402), com área circular de detecção de 7 cm<sup>2</sup>, fixado ao longo da superfície côncava distal da lâmina videolaringoscópio e no seu cabo.



Para o arranjo do circuito de medição de força, o FSR 402 será conectado a um amplificador operacional (LM324), ligado como inversor, e a um filtro passa-baixas (RC em paralelo), de forma a amplificar a tensão, Vs, de saída e eliminar possíveis interferências da rede elétrica. Vs então será enviado a uma porta analógica do Arduino para processamento e conversão do sinal em unidades de adimensionais. O arranjo do circuito está indicado na Figura 1:

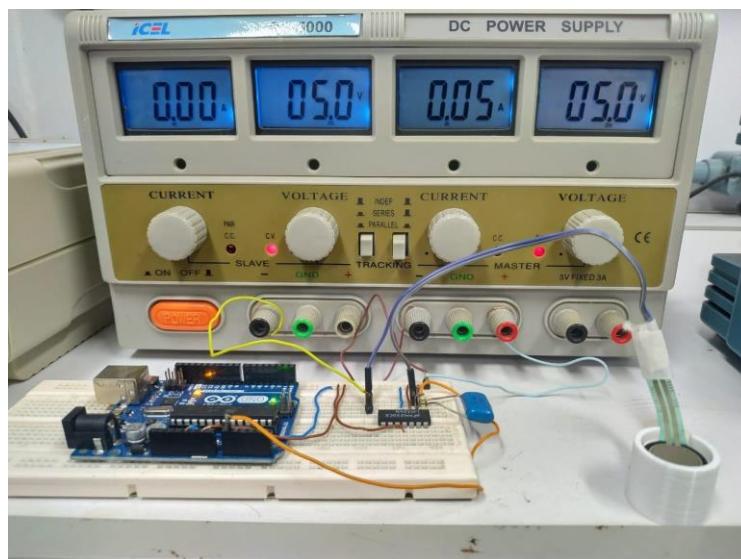


Figura 1: Arranjo do circuito proposto pelos autores. O circuito para instrumentação de força no laringoscópio é composto por um amplificador operacional de realimentação negativa, um filtro passa-baixas e um arduino, com o objetivo de amplificar o sinal de saída do sensor resistivo de força. O FSR 402 encontra-se à direita na foto, abrigado em um suporte cilíndrico branco.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente momento, o sensor de força está na fase de calibração, onde busca-se uma conversão do sinal analógico de tensão, gerado pela compressão do sensor em diferentes intensidades, em unidades de massa. Como metodologia para calibração do FSR 402, fixou-se o sensor de força junto a uma base, impressa sob medida, e alocada sobre uma balança, previamente tarada de forma a eliminar o peso do sensor, do suporte e dos outros materiais presentes durante o posicionamento do conjunto. Para sensibilizar e homogeneizar a distribuição de força durante a calibração, também foi adicionado um segundo suporte, impresso sob medida, para concomitante compressão do FSR 402 e apoio para as massas usadas na calibração, conforme indica a Figura 2:



Figura 2: Sensor de força entre os dois suportes impressos sob medida sendo pressionado por uma massa de 1,0kg durante o processo de calibração.

A etapa de calibração iniciou pela massa de 200 g. Em seguida, foram adicionados, gradativamente, outros valores de massas, em intervalos de aproximadamente 300g, de forma a medir a acurácia dos valores de massa. A calibração foi finalizada com a massa de 1,5Kg. Após cada aferição de massa, aguarda-se um intervalo médio de 10s para a estabilização dos valores na balança e na serial do arduino. O resultado, da massa (g) em função do sinal lido no arduíno (unidades adimensionais - U.A.), pode ser visto na Figura 3.

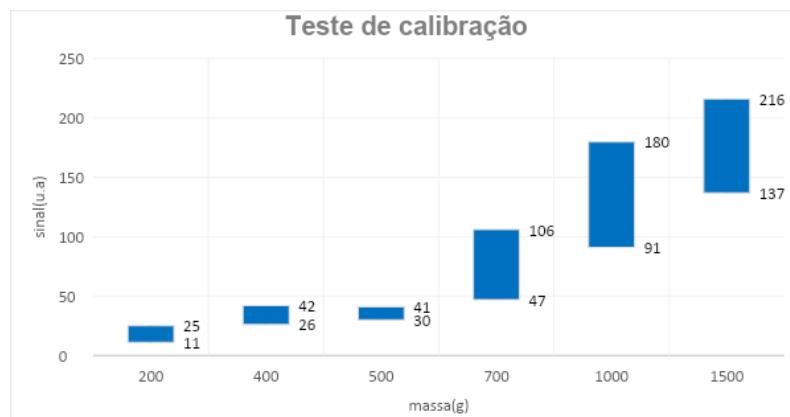


Figura 3. Dados de calibração do FSR 402 obtidos pelos autores.

A partir da análise de dados Figura 3, é possível constatar que o FSR 402, indicado para aferição de massas entre 0 a 10 kg, sobrepõe intervalos de força, com exceção de valores abaixo de 400g. E ainda, mesmo que se aumente o espaçamento em gramas, para as massas - conforme indicado no eixo das abscissas da Figura 3 - o problema da justaposição se mantém, para valores de massa inferiores àqueles indicados pelo fabricante, inviabilizando o seu uso para tal proposta.



Acredita-se que a alta sensibilidade do sensor para baixos valores de massa e a baixa sensibilidade para valores de massa acima de 1,5 kg (as diferenças de sinais acima desse patamar são praticamente imperceptíveis), creditam o seu uso para apenas para instrumentações com forças pequenas, calibradas com massas abaixo de 500g. Em decorrência do problema citado, optar-se-á, para a próxima fase do projeto, pela manutenção do circuito de amplificação e a troca do FSR 402 por extensômetros (*strain gauge*) com outros valores de resistência elétrica.

#### 4. CONCLUSÕES

Como existem poucos estudos avaliando o efeito de força do operador para diferentes videolaringoscópios (RUSSELL, 2011), neste trabalho, foi avaliado a eficácia de um circuito biomédico formado por um amplificador, um filtro passa-baixas e um sensor de força, como captadores de sinais de força dedicados a um videolaringoscópio. Embora o fabricante sugira o uso do sensor FSR 402 para um intervalo para medição de massa de 0 à 10 kg, foi constatado que sua região real de operação não excede 1,5 Kg. Além disso, verificou-se a presença de superposição de sinais elétricos durante a calibração, principalmente para valores acima de 400g. Tais características inviabilizam o uso de tal sensor para aplicação na lâmina e no cabo de videolaringoscópios.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PAROTTO, M. et. al. **Video laryngoscopes and optical stylets for airway management for anesthesia in adults**. Up To Date. Acesso em 02 jul. 2021, Online. Disponível em:

[https://www.uptodate.com/contents/search?search=video-laryngoscopes-and-optical-stylets-for-airway-management-for-anesthesia-in%20adults&sp=0&searchType=PLAIN\\_TEXT&source=USER\\_INPUT&searchControl=TOP\\_PULLDOWN&searchOffset=1&autoComplete=false&language=&max=0&index=&autoCompleteTerm=&rawSentence=](https://www.uptodate.com/contents/search?search=video-laryngoscopes-and-optical-stylets-for-airway-management-for-anesthesia-in%20adults&sp=0&searchType=PLAIN_TEXT&source=USER_INPUT&searchControl=TOP_PULLDOWN&searchOffset=1&autoComplete=false&language=&max=0&index=&autoCompleteTerm=&rawSentence=)

LONDON, M. **COVID-19: Anesthetic concerns, including airway management and infection control**. Up To Date. Acesso em 02 jul. 2021, Online. Disponível em: [https://www.uptodate.com/contents/covid-19-anesthetic-concerns-including-airway-management-and-infection-control?search=videolaryngoscopy&topicRef=107795&source=see\\_link](https://www.uptodate.com/contents/covid-19-anesthetic-concerns-including-airway-management-and-infection-control?search=videolaryngoscopy&topicRef=107795&source=see_link)

CARASSITI, M. et. al. Force and pressure distribution using Macintosh and GlideScope laryngoscopes in normal and difficult airways: a manikin study. **British Journal of Anaesthesia**. Reino Unido, v.108, n. 1, p. 146-151, 2012.

AGGARWAL, H., KAUR, S., BAGHLA, N., KAUR, S. Hemodynamic Response to Orotracheal Intubation: Comparison between Macintosh, McCoy, and C-MAC Video Laryngoscope. **Anesthesia, essays and researches**, Arábia Saudita, v. 13, n. 2, p. 308-312, 2019.

RUSSELL, T. et. al. A Comparison of the Forces Applied to a Manikin during Laryngoscopy with the Glidescope® and Macintosh Laryngoscopes. **Anesthesia and Intensive Care**, Austrália, v. 39, n. 6, p. 1098-1102, 2011.