

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

Maria Clara Xavier Sales

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO MUSCULAR RESPIRATÓRIA E PERIFÉRICA EM  
INDIVÍDUOS TRAQUEOSTOMIZADOS EM DESMAME DA VENTILAÇÃO  
MECÂNICA.**

Belo Horizonte  
2025

Maria Clara Xavier Sales

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO MUSCULAR RESPIRATÓRIA E PERIFÉRICA EM  
INDIVÍDUOS TRAQUEOSTOMIZADOS EM DESMAME DA VENTILAÇÃO  
MECÂNICA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Graduação em Fisioterapia da  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e  
Terapia Ocupacional da Universidade Federal  
de Minas Gerais, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Rodrigo Marques Tonella  
Coorientadora: Lucinara Martins Silva Tallarico.

Belo Horizonte

2025

*“Se a dor do outro não doer em mim,  
eu desconheço o amor.”*

## AGRADECIMENTOS

Vinicio de Moraes já dizia que a vida é a arte do encontro, embora haja tantos desencontros pela vida. E que bom, que dentre milhares de pessoas possíveis, tive a sorte e a bênção de encontrar pessoas incríveis e que guiaram meu caminho até aqui.

Rodrigo, esse encontro mudou a minha vida. Parecia que a gente já se conhecia de décadas. Você ultrapassou com folga o papel de orientador: se tornou um amigo, um apoio, uma referência profissional e uma pessoa com quem aprendi (e ri) demais. Cresci muito ao longo desses anos dividindo com você as felicidades, os dramas, as fofocas e os cafés. A monitoria me marcou profundamente e me mostrou o quanto o aprendizado é ainda mais valioso quando é compartilhado com quem acredita na gente. Obrigada por confiar em mim, por ver em mim potencial mesmo nos momentos em que eu mesma duvidei. E não comemore tanto, porque não vou ficar longe por muito tempo.

Lucinara, mulheres como você abriram caminhos que permitiram que hoje eu pudesse caminhar com mais liberdade. É graças à força de mulheres como você que muitas de nós hoje conseguem sonhar mais alto. Eu só queria que você conseguisse se olhar com os olhos de quem te admira, porque você merece esse amor, essa visão generosa, esse reconhecimento. Obrigada por todas as aulinhas com paixão, pelas explicações pacientes, pelos artigos enviados de madrugada e pelos surtos compartilhados (com lágrimas ou gargalhadas).

Aos meus amigos, obrigada por segurarem minha mão, por não me deixarem cair nos dias em que tudo pesava demais. Obrigada por serem minha família quando a minha estava distante. Por fazerem da caminhada algo leve, mesmo quando o trajeto parecia impossível.

Ao Projeto Respirar, meu mais profundo agradecimento. Fazer parte desse projeto transformou minha forma de enxergar o mundo e o cuidado. Thiago e Liliane, vocês foram mais do que referência técnica, foram inspiração. Com vocês aprendi sobre raciocínio clínico, sobre ética, sobre humanidade. Aprendi a reabilitar com o coração

e com o olhar atento. À minha dupla Maria Luiza, meu agradecimento especial. Dividir as terças com você fez tudo ser mais leve.

À minha família, meu alicerce, meu porto seguro. Obrigada por não soltarem minha mão, por acreditarem em mim mesmo quando tudo parecia incerto. Por serem minha raiz e meu impulso. À minha mãe, minha maior inspiração. A mulher mais doce, mais forte, mais determinada e mais brilhante que conheço. Tudo o que conquistei tem sua força por trás. Obrigada por ser meu exemplo de amor, de garra e de fé. Ao meu pai, que me ensinou que ser bom vale a pena, que amar vale a pena, que cuidar é um ato de nobreza. Você me ensinou que integridade não é escolha, é essência. Ao meu irmão Guilherme, meu melhor amigo, minha metade. Obrigada por vibrar cada conquista como se fosse sua, por sentir cada dor comigo, por ser uma das maiores razões pelas quais eu nunca desisto. À Alice, obrigada por ser a cor, a leveza e a docura que completam meus dias. Aos meus avós, os melhores do mundo, minha eterna gratidão. Eu estou aqui por vocês e por tudo o que fizeram por mim.

Ao João, por ser meu abrigo constante, amor tranquilo, meu apoio firme mesmo nos meus dias mais difíceis. E ao Chico, que trouxe de volta uma parte enorme de mim. Você curou mais do que a minha ansiedade, me ensinou a respirar com mais calma e me mostrou que o amor, às vezes, vem com quatro patas e um olhar que entende tudo.

Aos pacientes e suas famílias, meu agradecimento mais sincero. Vocês confiaram em nós em momentos de fragilidade. Obrigada pela coragem, pela entrega e por permitirem que a ciência e o cuidado pudessem caminhar juntos. Esse trabalho só existe por causa de vocês.

À UFMG, meu lar durante os anos mais intensos da minha vida. Obrigada por ser palco de tantos encontros, descobertas, desafios e conquistas. Aqui vivi o que antes era apenas sonho. Aqui me tornei quem sou. E não, isso não é um adeus, é só um até breve.

## RESUMO

A ventilação mecânica prolongada está associada a disfunções na musculatura respiratória e periférica, além de elevar a probabilidade de necessidade de traqueostomia e dificultar o processo de desmame. A identificação de preditores confiáveis pode auxiliar na definição do momento mais adequado para a interrupção do suporte ventilatório, contribuindo para melhores desfechos clínicos. Este estudo teve como objetivo avaliar se a eletromiografia de superfície diafragmática (EMGsdi), o índice de esforço inspiratório cronometrado (IEIC), a fração de espessamento do diafragma (Fedi) e a espessura do quadríceps femoral (Useq), estão associados ao sucesso no desmame ventilatório em indivíduos traqueostomizados submetidos ao teste de respiração espontânea. Trata-se de um estudo observacional longitudinal, realizado em uma Unidade de Terapia Intensiva. Foram coletados os dados da EMGsdi, IEIC, Fedi e a Useq de indivíduos maiores de 18 anos, traqueostomizados em desmame prolongado da VM. Foram excluídos indivíduos com comprometimento neurológico agudo, com lesões cutâneas que impossibilitassem a obtenção das imagens, hipertensão intracraniana aguda, em isolamento respiratório ou que não assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O desmame foi considerado bem-sucedido quando o paciente permaneceu por pelo menos 48 horas consecutivas sem a necessidade de reconexão à ventilação. Foi realizada análise descritiva dos dados, expressos como média (IC 95%) e frequência absoluta/relativa. As associações entre sucesso e falha no desmame foram analisadas por correlação bisserial por pontos, com nível de significância de  $p < 0,05$ . As análises foram conduzidas no software Statistical Package for the Social Sciences – SPSS® 23.0. Dos 215 indivíduos inicialmente avaliados, 65 foram incluídos. Nenhuma das variáveis (EMGsdi:  $r = 0,10$ ;  $p = 0,469$ ; FEdi:  $r = 0,08$ ;  $p = 0,519$ ; USeq:  $r = -0,10$ ;  $p = 0,447$ ; IEIC:  $r = -0,06$ ;  $p = 0,638$ ) apresentou associação significativa com o sucesso no desmame. Os índices IEIC, FEdi, USeq e EMGsdi não demonstraram associação com o sucesso do desmame em indivíduos traqueostomizados e em desmame prolongado.

**Palavras-chave:** traqueostomia; ventilação mecânica; eletromiografia; pressões respiratórias máximas; ultrassonografia diafragma.

## **ABSTRACT**

Prolonged mechanical ventilation is associated with dysfunctions in both respiratory and peripheral musculature, increases the likelihood of tracheostomy, and complicates the weaning process. Identifying reliable predictors can assist in determining the most appropriate time to discontinue ventilatory support, thereby contributing to improved clinical outcomes. This study aimed to evaluate whether surface diaphragmatic electromyography (sEMGdi), the timed inspiratory effort index (TIEI), diaphragm thickening fraction (DTF), and quadriceps femoris muscle thickness (QFMT) are associated with successful weaning from mechanical ventilation in tracheostomized individuals undergoing a spontaneous breathing trial (SBT). This was a longitudinal observational study conducted in an Intensive Care Unit. Data on sEMGdi, TIEI, DTF, and QFMT were collected from individuals over 18 years of age who were tracheostomized and undergoing prolonged weaning from mechanical ventilation. Exclusion criteria included acute neurological impairment, skin lesions precluding image acquisition, acute intracranial hypertension, respiratory isolation, or failure to provide written informed consent. Weaning was considered successful when the patient remained off mechanical ventilation for at least 48 consecutive hours without the need for reconnection. Descriptive analysis was performed, with data expressed as mean (95% CI) and absolute/relative frequency. Associations between weaning success and failure were analyzed using point-biserial correlation, with a significance level set at  $p < 0.05$ . Statistical analyses were conducted using the Statistical Package for the Social Sciences – SPSS® version 23.0. Of the 215 individuals initially assessed, 65 were included in the study. None of the variables (sEMGdi:  $r = 0.10$ ;  $p = 0.469$ ; DTF:  $r = 0.08$ ;  $p = 0.519$ ; QFMT:  $r = -0.10$ ;  $p = 0.447$ ; TIEI:  $r = -0.06$ ;  $p = 0.638$ ) showed a significant association with weaning success. The TIEI, DTF, QFMT, and sEMGdi indices were not associated with successful weaning in tracheostomized patients undergoing prolonged mechanical ventilation weaning.

**Keywords:** tracheostomy; mechanical ventilation; electromyography; maximal respiratory pressures; diaphragm ultrasonography.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

<b>Figura 1.</b> Pontuação SOFA score.....	20
<b>Figura 2.</b> Fluxo de participantes ao longo do estudo .....	25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Caracterização da amostra no desfecho de desmame, sucesso e falha .....	27
<b>Tabela 2.</b> Comparações das medidas do ultrassom, eletromiografia e IEIC contínuo entre os grupos sucesso e falha.....	29
<b>Tabela 3.</b> Comparação da variação (delta) das medidas do ultrassom, eletromiografia e IEIC contínuo entre os grupos sucesso e falha .....	29
<b>Tabela 4.</b> Associações bivariadas das medidas da fração de espessura do diafragma, ultrassom de quadríceps, RMSD e IEIC contínuo com o desfecho sucesso e falha no desmame.....	30
<b>Tabela 5.</b> Valores de dados vitais.....	51
<b>Tabela 6.</b> Valores de gasometria arterial. ....	51
<b>Tabela 7.</b> Parâmetros ventilatórios. ....	52
<b>Tabela 8.</b> Valores de medida de ultrassom diafragmático. ....	52
<b>Tabela 9.</b> Medidas de RMS de eletromiografia.....	52
<b>Tabela 10.</b> Dados de medida de IEIC .....	52

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**BE** – Excesso de Base.

**BPM** – Batimento por Minuto.

**ECG** – Escala de Coma de Glasgow.

**EMS** – Eletromiografia de Superfície.

**EMGsdi** – Eletromiografia de Superfície Diafragmática.

**FC** – Frequência Cardíaca.

**FEdi** – Fração de Espessamento Diafragmática.

**FIO2** – Fração Inspirada de Oxigênio.

**FR** – Frequência Respiratória.

**IEIC** – Índice de Esforço Inspiratório Cronometrado.

**IRRS** – Índice de Respiração Rápida e Superficial.

**PA** – Pressão Arterial.

**PAD** – Pressão Arterial Diastólica.

**PAS** – Pressão Arterial Sistólica.

**PAM** – Pressão Arterial Média.

**PIC** – Pressão Intracraniana.

**PSV** – Pressão de Suporte Ventilatório.

**PImáx** – Pressão Inspiratória Máxima.

**PEEP** – Pressão Positiva Expiratória Final.

**RMS** – Root Mean Square.

**SAPS** – Simplified Acute Physiology Score.

**SOFA** – Sequential Organ Failure Assessment.

**TC** – Tomografia Computadorizada.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**TCLE** – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

**TRE** – Teste de Respiração Espontânea.

**TQT** – Traqueostomia.

**UFMG** – Universidade Federal de Minas Gerais.

**US** – Ultrassom.

**USDi** – Ultrassom Diafragmático.

**USeq** – Ultrassom do Músculo Quadríceps Femoral.

**VC** – Volume Corrente.

**VM** – Ventilação Mecânica.

**VMP** – Ventilação Mecânica Prolongada.

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 Justificativa .....	16
1.2 Objetivo .....	16
1.2.1    Objetivo geral .....	16
1.2.2    Objetivos específicos.....	17
<b>2.METODOLOGIA .....</b>	<b>18</b>
2.1 Tipo de estudo.....	18
2.2 Amostra .....	18
2.3 Índices de Gravidade .....	18
2.3.1    SAPS III ( <i>Simplified Acute Physiology Score</i> ) .....	18
2.3.2    SOFA ( <i>Sequential Organ Failure Assessment</i> ).....	19
2.3.3    Escala de Coma de Glasgow.....	20
2.4 Instrumento de medida e procedimentos.....	21
2.4.1    Ultrassonografia .....	22
2.4.2    Eletromiografia de Superfície .....	22
2.4.3    Índice de Esforço Inspiratório Cronometrado.....	23
2.5 Análise de dados .....	24
<b>3.RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>4.DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>5.CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) é um recurso essencial no manejo do paciente crítico em unidades de terapia intensiva (UTIs), sendo amplamente utilizada como estratégia de suporte à vida. Seu principal objetivo é substituir, total ou parcialmente, a respiração espontânea ineficaz, garantindo a manutenção das trocas gasosas adequadas<sup>1</sup>. No entanto, apesar de sua importância, a VM está associada a diversas complicações orgânicas e a um elevado custo financeiro, especialmente quando o suporte se estende por longos períodos<sup>2</sup>. Estudos demonstram que até dois terços dos indivíduos submetidos à VM por mais de 24 horas podem desenvolver disfunções induzidas pelo suporte ventilatório invasivo<sup>3</sup>.

Essas disfunções incluem alterações na síntese e degradação de proteínas do diafragma, além de prejuízos à contratilidade muscular relacionados a distúrbios na homeostase do cálcio intracelular<sup>4</sup>. Com o aumento do tempo de VM, a gravidade dessas alterações tende a se intensificar, contribuindo diretamente para dificuldades no processo de desmame e aumento da mortalidade<sup>5</sup>. A falha na extubação é um fator crítico nesse cenário, pois pode levar à necessidade de reintubação, prolongar o tempo de ventilação, estender a permanência hospitalar e elevar o risco de mortalidade<sup>6</sup>. Indivíduos que necessitam ser reintubados após uma tentativa mal sucedida de extubação apresentam um mau prognóstico, com taxas de mortalidade hospitalar superiores a 30% a 40%<sup>7</sup>.

Embora o desmame da VM seja uma etapa fundamental no cuidado ao paciente crítico<sup>8</sup>, ainda não existe um protocolo universal padronizado para esse processo. As práticas clínicas variam amplamente, o que dificulta tanto a realização de estudos epidemiológicos quanto a interpretação dos dados disponíveis. Além disso, os impactos específicos relacionados ao insucesso durante o desmame ainda são pouco compreendidos. Classificações amplas sobre o desmame podem englobar causas e consequências distintas para seu prolongamento, tornando-se, assim, inadequadas para orientar condutas individualizadas<sup>9,10</sup>, não contemplando adequadamente as particularidades de cada caso<sup>9</sup>.

As Orientações Práticas em VM de 2024 da Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB) em conjunto da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT)<sup>10</sup> classificam como início do processo de desmame da VM a primeira tentativa de desconexão do paciente do suporte ventilatório. Essa tentativa pode ocorrer por meio de um teste de respiração espontânea (TRE). Em indivíduos com traqueostomia, considera-se a primeira tentativa de separação, o período de ventilação espontânea contínua por, no mínimo, 24 horas, sem a utilização do ventilador mecânico.

Com base na resposta do paciente à primeira tentativa, o desmame pode ser classificado como<sup>11</sup>: 1) Simples, quando o desmame é realizado em até 24 horas após a tentativa inicial, com sucesso ou óbito; 2) Difícil, naqueles em que a separação ocorre entre o segundo e o sétimo dia de VM; ou 3) Prolongado compreendendo situações em que a separação não é concluída antes de sete dias, podendo resultar em sucesso tardio ou falência do processo. O desmame é classificado como bem sucedido quando o paciente permanece em ventilação espontânea por sete dias consecutivos sem necessidade de reintubação, ou por tempo inferior caso o paciente receba alta da UTI nesse intervalo. Para indivíduos traqueostomizados, o critério permanece a ventilação espontânea sustentada durante sete dias ou até a alta da UTI<sup>12</sup>.

Em um estudo multicêntrico de Béduneau e colaboradores (2017)<sup>9</sup>, que envolveu um total de 1.812 indivíduos que tiveram ao menos uma tentativa de desconexão, sem decisões de retirada terapêutica. Os indivíduos foram classificados em dois grupos, sendo um de desmame simples e outro de desmame difícil ou prolongado. Uma análise multivariada identificou que os indivíduos que tiveram um desmame simples eram, no geral, mais jovens, com menor Sequential Organ Failure Assessment Score (SOFA) na admissão, menor tempo de VM antes da tentativa inicial de desconexão e estavam internados para procedimentos cirúrgicos eletivos. Por outro lado, cada dia adicional de VM em indivíduos que tiveram o desmame difícil ou prolongado, aumentou de 19% para 36,8% a mortalidade em nesses indivíduos ainda internados na UTI e sem um desmame bem sucedido dez dias após a primeira tentativa de extubação. Adicionalmente, um estudo observacional unicêntrico que contou com 195 indivíduos, descobriu que a traqueostomia foi preditor de desmame prolongado<sup>13</sup>.

Diante do exposto, fica claro que a determinação de um momento ideal para dar início ao desmame ventilatório é um desafio do ponto de vista clínico, pois tanto um desmame precoce, quanto um desmame tardio podem influenciar negativamente nos desfechos do tratamento<sup>14</sup>. Na tentativa de minimizar erros, foram criados diversos índices preditores que vêm sendo investigados como ferramenta para avaliar o sucesso da descontinuidade da VM<sup>15,16</sup>.

Dentre os diversos índices já descritos na literatura, destaca-se o Índice de Tobin ou Índice de respiração rápida e superficial (IRRS), dado pela razão entre a frequência respiratória (FR) e o volume corrente (VC), em que valores abaixo de 105 rpm/L indicam sucesso no desmame<sup>17</sup>. Além disso, também pode-se destacar a medida de Plmáx, avaliada com o auxílio de uma válvula unidirecional e um manovacuômetro<sup>18</sup>. Outros índices como a eletromiografia de superfície diafrágmatica (EMGsdi)<sup>19</sup>, a ultrassonografia diafrágmatica (USdi), a ultrassonografia do músculo quadríceps femoral (USeq)<sup>20</sup> e o Índice de Esforço Inspiratório Cronometrado (IEIC), vêm sendo estudados para avaliar sua aplicabilidade na prática clínica.

Para indivíduos em desmame prolongado que enfrentam dificuldades para interromper a VM, a análise da musculatura respiratória torna-se fundamental<sup>21</sup>. A pressão inspiratória máxima (Plmáx) é um parâmetro utilizado em casos de suspeita de fraqueza muscular inspiratória, com o propósito de quantificar a força alcançada durante uma inspiração máxima e sustentada. Esse procedimento avalia a pressão gerada pela musculatura inspiratória durante um ciclo espontâneo. A aferição pode ser feita com o uso de manovacuômetros, e no caso de indivíduos sob VM, utiliza-se uma válvula unidirecional acoplada ao tubo endotraqueal ou à traqueostomia, permitindo a obtenção de um volume minuto próximo ao volume residual. O valor medido serve como indicador prognóstico para o sucesso do desmame da ventilação<sup>21</sup>.

Em 1986, Marini e colaboradores<sup>18</sup> propuseram um método para padronizar a avaliação da Plmáx, recomendando tempos de oclusão da válvula unidirecional entre 20 e 25 segundos. Essa abordagem visava capturar os maiores valores de pressão durante a manovacometria. Mais tarde, Souza e colaboradores (2012)<sup>22</sup>, realizaram um estudo utilizando um manovacuômetro digital, adotando um tempo de oclusão prolongado de 60 segundos. Os

resultados mostraram que os maiores picos de pressão foram registrados entre 40 e 60 segundos de oclusão, destacando-se como um avanço relevante, já que pesquisas anteriores indicavam alta variabilidade nas medições entre examinadores, especialmente ao usar dispositivos analógicos<sup>22</sup>. Para mitigar as diferenças de resultados causadas por tempos de oclusão variados, Guimarães e colaboradores (2019)<sup>23</sup>, propuseram o IEIC. Esse índice, calculado como a razão entre o pico de pressão inspiratória e o tempo necessário para alcançá-lo, demonstrou, no estudo, que valores iguais ou superiores a 1 cmH<sub>2</sub>O/s estavam diretamente associados ao sucesso no desmame ventilatório, indicando seu potencial como ferramenta preditiva eficaz.

A eletromiografia de superfície (EMS) é uma técnica não invasiva amplamente utilizada para avaliar a função do diafragma. Este método permite medir a atividade muscular voluntária<sup>24</sup>, identificar déficits musculares<sup>25</sup>, além de oferecer dados relevantes para o manejo clínico de indivíduos dependentes de VM. Duarte e colaboradores (2017)<sup>26</sup>, investigaram a atividade eletromiográfica do diafragma em indivíduos submetidos a transplante hepático durante o uso de VM e logo após a extubação, observando uma redução na eficácia do diafragma após a extubação. A EMS, por proporcionar uma análise detalhada da função diafragmática durante o processo de desmame, facilita a criação de planos de tratamento personalizados, com o objetivo de otimizar as chances de sucesso na descontinuação da VM.

A monitorização da massa muscular em indivíduos críticos tem sido investigada por meio do ultrassom (US), que é considerado uma ferramenta de fácil aplicação à beira leito, não invasiva, sem emissão de radiação e com alta concordância tanto intra quanto interexaminadores<sup>27</sup>. O ultrassom diafragmático pode ser utilizado para avaliação da excursão, espessura e fração de espessamento<sup>28</sup>. Estudos, como o de Francis e colaboradores (2016)<sup>29</sup>, validaram o uso do ultrassom para medir a espessura diafragmática em indivíduos ventilados mecanicamente, demonstrando sua reprodutibilidade. Gruther e colaboradores. (2008)<sup>30</sup>, também demonstraram a validade do US para acompanhar a perda de massa muscular, com correlação negativa significativa entre a espessura do músculo reto femoral e o tempo de internação.

Estudos mais recentes, como o de Tourel e colaboradores. (2020)<sup>31</sup>, compararam as medidas do ultrassom do quadríceps com a tomografia

computadorizada (TC), encontrando uma correlação significativa, o que sugere que o ultrassom é uma ferramenta útil para monitorização à beira do leito. Mechelli e colaboradores (2019)<sup>32</sup>, confirmaram a validade do US comparado à ressonância magnética para medir o tecido muscular, mostrando excelente correlação.

A musculatura periférica também é gravemente afetada em indivíduos com necessidade de VMP, desenvolvendo atrofia muscular devido ao estresse oxidativo, alterações na síntese de proteínas, quebra de sarcômeros, acúmulo de lipídios intracelulares e disfunções mitocondriais<sup>33,34</sup>. Em 2008, Gruther e colaboradores evidenciaram que a ultrassonografia é um método válido para monitorar a diminuição da massa muscular, observando uma correlação negativa significativa entre a espessura do músculo reto femoral e a duração da hospitalização<sup>30</sup>.

Embora a associação entre os índices preditores e desfechos de desmame ventilatório esteja bem documentada na literatura, persistem lacunas no que tange os indivíduos traqueostomizados em desmame prolongado da VM. A capacidade de índices como o IEIC, EMGsdi, fração de espessamento diafragmática (FEdi) e USeQ de prever os desfechos de desmame e hospitalares, neste grupo específico, permanece como objeto de estudo. Diante disso, o presente trabalho buscou avaliar se esses índices estão associados aos desfechos de desmame (sucesso e insucesso) em indivíduos traqueostomizados em desmame prolongado da VM

## 1.1 Justificativa

Embora diversos índices preditores tenham sido estudados para a previsão de desfechos hospitalares e do desmame da VM, sua aplicabilidade tem sido majoritariamente direcionada a indivíduos intubados, com tempos mais curtos de ventilação mecânica e com foco na decisão de extubação e na previsão de sucesso desse processo. Entretanto, a utilização desses índices preditivos no desmame de indivíduos traqueostomizados ainda permanece sob investigação.

Em casos de desmame prolongado da VM, os índices preditores de sucesso são, em geral, pouco aplicáveis, uma vez que, diante de desconforto respiratório, o paciente pode ser reconectado ao suporte ventilatório sem a necessidade de nova intubação orotraqueal. Por definição, essa população demanda um período superior a sete dias entre a primeira tentativa de desmame e a retirada definitiva do suporte ventilatório, o que a torna particularmente vulnerável a complicações e a um prognóstico incerto.

Diante desse contexto, torna-se fundamental investigar se índices como o IEIC, EMGsdi, FEdi e a espessura do quadríceps (USeq) apresentam associação com os desfechos de desmame nesse grupo específico. A identificação de preditores de desmame pode contribuir para a tomada de decisão clínica, reduzindo o tempo de internação e as complicações associadas ao uso prolongado da VM. Assim, este estudo torna-se relevante, uma vez que busca fornecer evidências adicionais, que possam aprimorar a abordagem terapêutica e a reabilitação desses indivíduos.

## 1.2 Objetivo

### 1.2.1 Objetivo geral

Investigar se a Eletromiografia de Superfície do músculo diafragma (EMGsdi), o Índice de Esforço Inspiratório Cronometrado (IEIC), a Fração de Espessamento Diafragmático (FEdi) e a Espessura do músculo quadríceps femoral (USeq) se associaram com o desfecho de desmame da VM em indivíduos traqueostomizados e em desmame prolongado da ventilação

mecânica.

#### 1.2.2 Objetivos específicos

- 1) Analisar a relação entre SAPS III (*Simplified Acute Physiology Score*), SOFA (*Sequential Organ Failure Assessment*) e a Escala de Coma de Glasgow (ECG), com os desfechos do desmame ventilatório em indivíduos traqueostomizados.

## **2 METODOLOGIA**

### **a. Tipo de estudo**

Foi realizado um estudo observacional longitudinal, conduzido no período de março de 2022 a novembro de 2023, realizado em uma unidade de terapia intensiva do Hospital Risoleta Tolentino Neves, em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 54575221.6.0000.5149) (ANEXO A).

### **b. Amostra**

A amostra foi composta por indivíduos traqueostomizados, com idade maior de 18 anos, de ambos os sexos, que estivessem em desmame prolongado da VM.

Foram excluídos indivíduos com comprometimento neurológico agudo, doenças neuromusculares progressivas, indivíduos em isolamento respiratório, os que se recusaram a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice A), e os que estivessem apresentando instabilidade clínica e hemodinâmica.

### **c. Índices de Gravidade**

#### **i. SAPS III (*Simplified Acute Physiology Score*)**

O SAPS III (Simplified Acute Physiology Score) é um sistema prognóstico composto por 20 variáveis<sup>38</sup>. Ele prevê o risco de mortalidade hospitalar no momento da internação na UTI, considerando as variáveis do indivíduo, as variáveis fisiológicas presentes, que devem ser avaliadas em até 1 hora após admissão na UTI, e o motivo da admissão na UTI. Juntas, essas variáveis determinam o nível de gravidade da doença, e permitem avaliar o estado de saúde antes da hospitalização, servindo como um parâmetro da condição prévia do paciente. Cada variável analisada recebe uma pontuação de acordo com a severidade do distúrbio fisiológico (Apêndice C).

Para o cálculo do SAPS III, utilizou-se a calculadora digital disponível em:  
Simplified      Acute      Physiology      Score      (SAPS)      3.

## ii. SOFA (*Sequential Organ Failure Assessment*)

O score SOFA (Sequential Organ Failure) é um método objetivo e simplificado, usado para avaliar a quantidade e gravidade das disfunções em seis sistemas orgânicos: sistema respiratório, coagulação, hepático, cardiovascular, renal e neurológico (Figura 1). Essa pontuação possibilita tanto a análise isolada de cada disfunção, quanto a avaliação global da condição do paciente<sup>39</sup>. Cada sistema recebe uma pontuação que varia de 0, indicando funcionamento dentro da normalidade, até 4, representando um alto grau de disfunção. O escore total pode atingir no máximo 24 pontos. A avaliação deve ser realizada 24 horas após a admissão do paciente e, posteriormente, repetida a cada 48 horas, o que explica o termo sequencial no nome do score.

Para o cálculo do SOFA, utilizou-se a calculadora digital disponível em: [SOFA score](#).

SOFA score	1	2	3	4
<b>Respiração</b>				
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> (mmHg)	<400	<300	<220	<100
<b>Coagulação</b>				
Plaquetas ×10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	<150	<100	<50	<20
<b>Fígado</b>				
Bilirrubina (mg/dL)	1,2- 1,9	2,0-5,9	6,0-11,9	>12,0
<b>Cardiovascular<sup>1</sup></b>				
Hipotensão	PAM <70	Dopamina ≤5 ou dobutamina (qualquer)	Dopamina >5 ou norepinefrina ≤0,1	Dopamina >15 ou norepinefrina >0,1

**Sistema Nervoso  
Central (SNC)**

Escala de Coma de Glasgow	13-14	10-12	6-9	<6
------------------------------	-------	-------	-----	----

**Renal**

Creatinina (mg/dL) ou débito urinário (mL/d)	1,2- 1,9	2,0-3,4	3,5-4,9 <500	ou >5,0 ou <200
--	-------------	---------	-----------------	--------------------

---

**Figura 1.** Pontuação SOFA score

<sup>1</sup> Medicações vasoativas administradas por pelo menos 1 hora (dopamina e norepinefrina em µg/kg/min).

**iii. Escala de Coma de Glasgow**

A análise do nível de consciência e do comprometimento cerebral em indivíduos pode ser realizada por meio de um sistema de pontuação baseado em quatro domínios principais: abertura ocular, resposta verbal, resposta motora e resposta pupilar. A soma das pontuações obtidas nesses parâmetros permite classificar a gravidade do comprometimento neurológico do paciente.

A abertura ocular é avaliada da seguinte forma: recebe quatro pontos se ocorre de maneira espontânea, três pontos quando estimulada pela voz, dois pontos quando estimulada pela dor, um ponto se está ausente e zero ponto caso seja inviável aplicá-la devido a edema ou hematoma. A resposta verbal é pontuada em cinco quando o paciente está orientado, em quatro quando apresenta confusão, em três se pronuncia apenas palavras desconexas, em dois quando emite apenas sons ou gemidos e em um quando não há resposta. Caso o paciente esteja intubado, atribui-se zero ponto. A resposta motora recebe seis pontos quando o paciente obedece a ordens, cinco pontos quando localiza a dor ou o estímulo, quatro pontos quando há flexão normal, três pontos para flexão anormal, dois pontos para extensão anormal e um ponto para ausência de resposta. A resposta pupilar é avaliada com zero pontos quando o reflexo pupilar está presente bilateralmente, menos um ponto quando há ausência unilateral e

menos dois pontos quando não há reflexo pupilar bilateral.

A soma das pontuações obtidas resulta em um escore final que permite classificar a gravidade do comprometimento cerebral. Um escore entre 13 e 15 indica comprometimento leve ou inexistente, entre 9 e 12 indica comprometimento moderado, entre três e oito sugere comprometimento grave e implica na necessidade de intubação orotraqueal, enquanto escores inferiores a três são indicativos de estado de coma e também requerem intubação orotraqueal.

#### **d. Instrumento de medida e procedimentos**

Os indivíduos do estudo estavam sendo ventilados mecanicamente por meio do ventilador modelo Servo i da marca Maquet®. Foram coletados os dados vitais, que estavam sob monitorização por meio do monitor multiparamétrico da marca Dixtal®. Os parâmetros monitorados incluíram o eletrocardiograma, frequência cardíaca, frequência respiratória, saturação periférica de oxigênio e pressão arterial média.

Todos os indivíduos foram submetidos ao TRE durante 30 minutos, seguindo os parâmetros do protocolo institucional. O ventilador foi configurado no modo espontâneo, em pressão de suporte com oito cmH<sub>2</sub>O de pressão, pressão expiratória final positiva (PEEP) de cinco cmH<sub>2</sub>O e fração inspirada de oxigênio (FiO<sub>2</sub>) inferior a 40%.

Após confirmação de sucesso no TRE e decisão clínica da equipe multiprofissional favorável ao desmame, um fisioterapeuta e pesquisador que não participou da decisão da equipe, realizou sequencialmente as avaliações ultrassonográficas da fração de espessamento diafragmático (FEdi), da espessura do quadríceps (USeq), da eletromiografia de superfície do diafragma (EMGsdi) e, por último, do índice de eficácia inspiratória crônica (IEIC), mantendo os mesmos parâmetros do TRE. Os resultados dessas avaliações não foram compartilhados com a equipe assistencial para evitar influência na decisão clínica.

## i. Ultrassonografia

Tanto a ultrassonografia diafragmática, quanto a do músculo quadríceps femoral foram realizadas por um único avaliador utilizando um equipamento da marca GE Healthcare, modelo *Logic E R7 PRO*, configurado no modo B, com transdutor linear, frequência entre seis e 12 MHz e preset. Para a medida da FEdi, os indivíduos foram posicionados em decúbito dorsal, com a cabeceira elevada a aproximadamente 35° e com o braço direito acima da cabeça. O transdutor foi colocado verticalmente na zona de aposição diafragmática, entre a linha axilar anterior e média, e entre o oitavo e nono espaços intercostais. A identificação do diafragma foi feita pela presença de uma camada muscular entre duas linhas hiperecóicas, correspondentes à pleura parietal e à pleura visceral. Foram mensuradas as espessuras no final da inspiração e expiração. O cálculo da espessura foi feito por meio da fórmula: [(espessura ao final da inspiração - espessura ao final da expiração) / espessura ao final da expiração] x 100.<sup>27,40</sup>

Para a avaliação do músculo quadríceps femoral, optou-se por utilizar o membro direito por conveniência. Os indivíduos foram posicionados em decúbito dorsal, com a cabeceira elevada a aproximadamente 35° e joelhos estendidos. Foi feita a medida da distância entre a espinha ilíaca ântero-superior e a borda superior da patela, e para medida de espessura do músculo quadríceps femoral, utilizou-se o terço inferior da medida. O transdutor foi posicionado perpendicular ao fêmur, no eixo transversal ao músculo, com mínima compressão feita pelo avaliador. Para o valor da espessura do quadríceps, considerou-se a soma das medidas da espessura dos músculos reto femoral e vasto intermédio entre a distância da borda inferior da fáscia superior do reto femoral, até a borda superior do fêmur, desconsiderando a camada de tecido adiposo e epitelial<sup>28</sup>.

## ii. Eletromiografia de Superfície do Músculo Diafragma

A EMGsdi foi realizada com um eletromiógrafo de superfície da marca EMG System do Brasil LTDA, modelo NS 00263. Os participantes foram posicionados em decúbito dorsal, com a cabeceira a aproximadamente 35°. Utilizou-se um canal com dois eletrodos auto adesivos da marca 3M do Brasil®, posicionados a 5 cm do processo xifóide e na margem costal direita, com 16 cm

de distância entre eles. A captação dos sinais ocorreu a uma frequência de 500Hz, com sensibilidade de 500 $\mu$ V. A atividade elétrica muscular foi analisada por um período de 10 segundos, representada pelo *Root Mean Square (RMS)*<sup>41</sup>.

### iii. Índice de Esforço Inspiratório Cronometrado

O IEIC foi mensurado utilizando um manovacuômetro digital da marca NEPEB-LabCare, acoplado a uma válvula unidirecional. Antes da avaliação, foi realizada a aspiração traqueal, sendo feita uma pré-oxigenação a 100% da fração inspirada de oxigênio ( $\text{FiO}_2$ ) por dois minutos por questões de segurança ao participante. Durante o teste, a VM foi desconectada e o manovacuômetro foi acoplado, sendo registrados os picos pressóricos inspiratórios durante o tempo de 60 segundos. O IEIC foi calculado pela relação entre o pico máximo de pressão alcançado, e o tempo necessário para atingi-lo. O teste era interrompido caso ocorressem alterações na frequência cardíaca ( $>120$  mmHg ou  $<60$  bpm), variações superiores a 20% na pressão arterial média ( $>120$  mmHg ou  $<70$  mmHg), quedas na saturação de oxigênio ( $>90\%$ ) ou sinais de desconforto respiratório, como sudorese, agitação ou alterações do nível de consciência<sup>26</sup>.

Após a coleta das medidas de FEdi, USeq, EMGsdi e IEIC, os indivíduos foram desconectados da VM e foi feita a monitorização dos dados vitais por 48 horas conforme a decisão da equipe responsável. O desmame foi considerado bem sucedido caso o paciente permanecesse sem a necessidade de VM por 48 horas consecutivas. O insucesso foi definido como a necessidade de reconexão na VM antes do período estabelecido de 48 horas. A taxa de alta hospitalar e de óbito dos participantes também foi analisada.

## e. Análise de dados

Para determinar o tamanho da amostra necessária para o estudo, foi considerado um *power* de 0.80, alfa de 5%, matriz de correlação *Unstructured*, o delineamento fatorial 2x3 (dois grupos e três medidas repetidas) e uma projeção de perda igual a 15%. Desse modo, o cálculo amostral para análise estatística *Generalized Estimating Equations* resultou em um tamanho de amostra total igual a 65 indivíduos.

Foi realizada a análise descritiva dos dados e os resultados expressos como média (intervalo de confiança de 95%) e frequências absoluta/relativa.

Para verificar a distribuição normal dos dados quantitativos foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Como alguns dados não apresentaram distribuição normal, o procedimento de *bootstrapping bias-corrected and accelerated (BCa) method* com 1000 réplicas foi empregado e obtidos os respectivos intervalos de confiança de 95% (LaFleur and Greevy, 2009)<sup>42</sup>.

As comparações intra e entre grupos foram conduzidas via Equações de Estimativas Generalizadas (GEE – *Generalized Estimating Equations*) (Liang & Zeger, 1986). A função de ligação utilizada foi *identity*, a probabilidade de distribuição normal e a matriz de correlação *unstructured*.

Para se determinar a melhor função de ligação e a melhor matriz de correlação do modelo, foi utilizado o critério de quasi-verossimilhança sob o modelo de independência (QIC).

As comparações post hoc, par a par, foram conduzidas via teste de Bonferroni para múltiplas comparações, sendo que as comparações entre grupos foram realizadas pela variação da resposta (delta) nos momentos: 24h fora da VMpré-desconexão; 48h fora da VM- pré-desconexão e 48h fora da VM- 24h fora da VM.

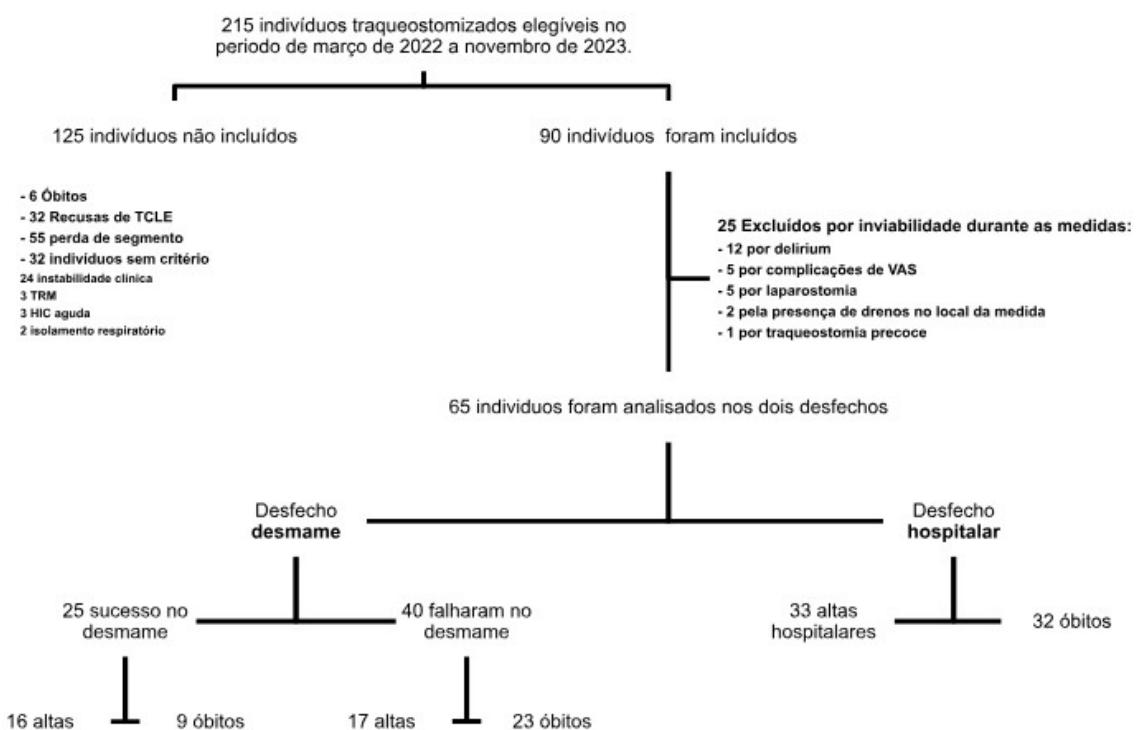
As análises de associação bivariadas com o desfecho clínico de Sucesso versus Falha no desmame, foram realizadas via teste de correlação bisserial por pontos.

Os dados perdidos foram tratados na condição de *missing-at-random*, o nível de significância adotado foi p<0,05 e os dados foram analisados no software *Statistical Package for the Social Sciences* – SPSS® 23.0.

### 3 RESULTADOS

Inicialmente, foram elegíveis 215 participantes traqueostomizados em desmame prolongado da VM. No entanto, 93 não atenderam aos critérios de inclusão estipulados para a pesquisa. Desse modo, 122 participantes foram selecionados, dos quais 25 precisaram ser excluídos devido a fatores que impediram a realização das avaliações propostas pelo protocolo. Dentre os 25, 12 apresentaram agitação psicomotora, cinco tiveram complicações em vias aéreas superiores, cinco passaram por laparostomia, dois possuíam drenos na região de aferição das medidas e um passou por procedimento de urgência devido à obstrução aguda da via aérea. Dos 97 indivíduos elegíveis restantes, 32 não assinaram o TCLE. Sendo assim, 65 participantes foram efetivamente incluídos no estudo, dos quais 25 obtiveram sucesso no desmame da VM, e 40 não conseguiram concluir o processo (Figura 2).

**Figura 2.** Fluxo de participantes ao longo do estudo



O perfil da amostra e a distribuição dos participantes entre os grupos foram detalhados na Tabela 1. No total, participaram 65 indivíduos, com idade média

de 60 anos. A maior parte era composta por homens (61,5%), com um IMC médio de 25,34 kg/m<sup>2</sup>. As condições mais frequentes no momento da admissão na UTI foram acidente vascular encefálico (AVE), responsável por 36,9% dos casos, e traumatismo cranioencefálico (TCE), observado em 15,4% dos indivíduos.

No momento da avaliação, a pontuação na escala de coma de Glasgow foi de 9 (3–11) no grupo que teve sucesso no desmame e de 6 (3–11) no grupo que não obteve sucesso, com diferença estatisticamente significativa entre eles ( $p = 0,001$ ). No entanto, não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos em relação ao tempo de VM, dias de internação na UTI e evolução hospitalar.

A pontuação SAPS III no momento da admissão apresentou uma média geral de 59 (12,0–93,0). Entre os indivíduos que obtiveram sucesso no desmame, a média foi de 52 (12,0–73,0) pontos, enquanto no grupo insucesso, a média foi de 63 (28,0–93,0) pontos, com  $p = 0,007$ . Por fim, a análise dos parâmetros preditores de desmame (FEdi, USeq, EMGsdi e IEIC) não indicou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização da amostra no desfecho de desmame, sucesso e falha.

VARIÁVEIS	AMOSTRA TOTAL (n= 65)	GRUPO SUCESSO (n= 25)		GRUPO FALHA (n= 40)	SUCESSO X FALHA p-valor
<b>Idade (anos)</b>	60,0 (18,0 – 84,0)	58,3 (20,0 – 84,0)		61,0 (18,0 – 84,0)	0,497
<b>Sexo, masc (n / %)</b>	40 / 61,5	13 / 52,0		27 / 67,5	0,211
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25,3 (14,0 – 45,5)	24,3 (14,0 – 31,7)		26,0 (17,1 – 45,5)	0,217
<b>ECG</b>	7,4 (3,0– 11,0)	9,1 (3,0 – 11,0)		6,3 (3,0 – 11,0)	<b>0,001*</b>
<b>SAPS III</b>	58,9 (12,0– 93,0)	51,6 (12,0 – 73,0)		63,4 (28,0 – 93,0)	<b>0,007*</b>
<b>SOFA</b>	4,7 (0,0 – 8,0)	4,6 (2,0 – 8,0)		4,8 (0,0 – 7,0)	0,427
<b>Diagnóstico (n / %)</b>					0,753
<b>AVE</b>	24 / 36,9	10 / 40,0		14 / 35,0	
<b>TCE</b>	10 / 15,4	6 / 24,0		4 / 10,0	
<b>Abdome agudo</b>	6 / 9,2	2 / 8,0		4 / 10,0	
<b>Sepse</b>	5 / 7,7	1 / 4,0		4 / 10,0	
<b>Outros</b>	20 / 30,8	6 / 24,0		14 / 35,0	
<b>Tempo VM (dias)</b>	14,3 (7,0 – 42,0)	12,4 (7,0 – 20,0)		15,4 (7,0 – 42,0)	0,086
<b>Dias UTI</b>	21,4 (7,0– 43,0)	19,5 (7,0 – 40,0)		15,4 (7,0 – 42,0)	0,194
<b>Desf. Hosp./ alta (n%)</b>	33 / 50,8	16 / 64,0		17 / 42,5	0,092
<b>Esp. Insp. (cm)</b>	0,21 (0,10 - 0,37)	0,22 (0,13 – 0,34)		0,20 (0,10–0,37)	0,762
<b>Esp. Exp. (cm)</b>	0,18 (0,05 – 0,35)	0,18 (0,11 – 0,31)		0,18 (0,05–0,35)	0,867
<b>FEdi (%)</b>	16,44 (1,0 – 47,0)	15,50 (4,0 – 47,0)		17,01 (1,0 – 40,0)	0,549
<b>USeq (cm).</b>	1,57(0,81 – 3,41)	1,55 (0,80 – 3,41)		1,54 (0,56 – 3,09)	0,433
<b>EMGsdi-RMS (µV)</b>	6,8 (3,1 – 16,8)	6,3 (3,4 – 16,8)		7,2 (3,1 – 14,9)	0,329

<b>Pico insp. Max (mmHg).</b>	79,7 (30,0 – 15,0)	75,7 (33,0– 153,0)	82,0 (30,0– 34,0)	0,565
<b>Tempo até o pico (s)</b>	54,1 (14,0 – 60,0)	52,6 (14,0 – 60,0)	54,9 (31,0–60,0)	0,435
<b>IEIC (mmHg)</b>	1,5 (0,2 – 4,7)	1,6 (0,6 – 4,7)	1,5 (0,2 – 3,1)	0,705

Dados expressos como média (mínimo-máximo), frequência absoluta /relativa. \* p valor significativo

**Legenda:** IMC índice de massa corpórea; ECG escala de coma de Glasgow no momento da coleta; SAPS III *Simplified Acute Physiology Score*, SOFA *Sequential Organ Failure Assessment* diagnóstico em número e porcentagem, AVE- acidente vascular cerebral, TCE –traumatismo crânio encefálico; Desf. Hosp.(desfecho hospitalar em número/porcentagem), Espins-espessura inspiratória da ultrassonografia do diafragma, Esp. Exp. - espessura expiratória da ultrassonografia diafragma; FEdi- Fração de espessamento diafragmático; USeq – espessura reto femoral e vasto intermédio; EMGsdi-RMS- Eletromiografia diafragmática representada pelo *Roen Means Square*; pico insp Máx –pico inspiratório Máximo alcançado em 60 segundos; tempo para alcançar pico máximo em 60 segundos; IEIC – Índice de esforço inspiratório cronometrado.

A FE diafragma aumentou significativamente nos grupos sucesso e falha nas 48h após a desconexão em relação ao momento pré-desconexão ( $15,50\% \pm 10,34$  vs  $22,39\% \pm 10,39$ ,  $p=0,009$ ;  $16,97\% \pm 9,16$  vs  $22,13\% \pm 11,09$ ,  $p= 0,044$ , respectivamente). Porém, a variação das respostas ao longo do tempo não foi diferente entre os grupos ( $p>0,05$ ). O IEIC contínuo apresentou um aumento 48h após em relação a 24h após desconexão no grupo sucesso ( $1,58\text{cmH}_2\text{O/s} \pm 1,03$  vs  $1,95 \text{ cmH}_2\text{O/s} \pm 0,80$ ;  $p=0,001$ ). O grupo uma fallha apresentou um aumento no IEIC 48h após a desconexão em relação aos momentos pré ( $1,56 \text{ cmH}_2\text{O/s} \pm 0,52$  vs  $2,40 \text{ cmH}_2\text{O/s} \pm 1,34$ ;  $p= 0,012$ ) e 24h após a desconexão ( $1,76 \text{ cmH}_2\text{O/s} \pm 0,56$  vs  $2,40 \text{ cmH}_2\text{O/s} \pm 1,34$ ,  $p= 0,008$ ). A magnitude das alterações não foram diferentes entre os grupos (Tabelas 2 e 3).

**Tabela 2.** Comparações das medidas do ultrassom, eletromiografia e IEIC contínuo entre os grupos sucesso e falha

Desfechos	GRUPOS	TEMPO			p-valor
		PRE	24h APÓS	48h APÓS	
<b>FE diafragma</b>	SUCESSO	15,50 ± 10,34	19,19 ± 8,90	<b>22,39 ± 10,39*</b>	<b>p=0,009</b>
	FALHA	16,97 ± 9,16	16,46 ± 7,50	<b>22,13 ± 11,09#</b>	<b>p= 0,044</b>
<b>US quadríceps</b>	SUCESSO	1,62 ± 0,50	1,49 ± 0,35	1,53 ± 0,47	p>0,005
	FALHA	1,57 ± 0,44	1,60 ± 0,48	1,49 ± 0,57	p>0,005
<b>RMS</b>	SUCESSO	6,34 ± 3,27	6,81 ± 2,38	7,28 ± 2,53	p>0,005
	FALHA	7,05 ± 3,14	8,08 ± 3,84	7,30 ± 2,34	p>0,005
<b>IEIC</b>	SUCESSO	1,58 ± 1,03	1,50 ± 0,55	<b>1,95 ± 0,80#</b>	<b>0,001</b>
	FALHA	1,56 ± 0,52	1,76 ± 0,56	<b>2,40 ± 1,34*#</b>	<b>0,008</b>

**Legenda:** FEdi-Fração de espessamento diafragmático; USeq – espessura reto femoral e vasto intermédio; RMS- Eletromiografia diafragmática representada pelo *Roon Means Square*; IEIC – Índice de esforço inspiratório cronometrado.

\* p<0,01 comparado ao momento PRE

# p<0,01 comparado ao momento 24h após

**Tabela 3.** Comparação da variação (delta) das medidas do ultrassom, eletromiografia e IEIC contínuo entre os grupos sucesso e falha

Desfechos	GRUPOS	TEMPO		
		24h PÓS – PRE	48h PÓS - PRE	48h - 24h PÓS
<b>FE diafragma</b>	SUCESSO	3,74 ± 14,18	7,35 ± 12,88	3,61 ± 11,05
	FALHA	-0,68 ± 9,61	5,15 ± 14,31	6,05 ± 13,73
<b>US quadríceps</b>	SUCESSO	-0,13 ± 0,43	-0,12 ± 0,58	0,05 ± 0,39
	FALHA	0,01 ± 0,26	-0,09 ± 0,37	-0,12 ± 0,41
<b>RMS</b>	SUCESSO	0,60 ± 3,32	1,05 ± 3,66	0,43 ± 2,77
	FALHA	1,08 ± 3,74	0,01 ± 3,50	-0,65 ± 4,97
<b>IEIC</b>	SUCESSO	0,03 ± 0,95	0,37 ± 1,06	0,49 ± 0,56
	FALHA	0,33 ± 0,56	0,80 ± 1,42	0,33 ± 0,42

**Legenda:** FEdi-Fração de espessamento diafragmático; USeq – espessura reto femoral e vasto

intermédio; RMS- Eletromiografia diafragmática representada pelo *Roon Means Square*; IEIC – Índice de esforço inspiratório cronometrado.

A variação da FE diafragma, do US quadríceps, RMSD e IEIC não se associou com o desfecho do desmame (sucesso e falha) ( $p>0,05$ ) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Associações bivariadas das medidas da fração de espessura do diafragma, ultrassom de quadríceps, RMSD e IEIC contínuo com o desfecho sucesso e falha no desmame

Variáveis clínicas	24h-PRE		48h-PRE	
	$r_b$ (IC95%)	p-valor	$r_b$ (IC95%)	p-valor
<b>FE diafragma</b>	-0,15 (-0,41 – 0,10)	0,322	-0,15 (-0,44 – 0,14)	0,544
<b>US quadríceps</b>	0,11 (-0,18 – 0,37)	0,476	0,00 (-0,27 – 0,30)	0,989
<b>RMSD</b>	0,07 (-0,25 – 0,36)	0,649	-0,04 (-0,37 – 0,25)	0,820
<b>IEIC</b>	0,20 (-0,11 – 0,40)	0,264	0,18 (-0,50 – 0,22)	0,354

**Legenda:** FEdi-Fração de espessamento diafragmático; USeq – espessura reto femoral e vasto intermédio; RMS- Eletromiografia diafragmática representada pelo *Roon Means Square*; IEIC – Índice de esforço inspiratório cronometrado.

$r_b$  (IC95%) – Coeficiente de correlação bisserial por pontos com intervalo de confiança de 95%.  
p-valor – Probabilidade associada ao teste estatístico, indicando a significância dos resultados.

## **4 DISCUSSÃO**

Os achados principais do estudo indicaram que as variáveis EMGsdi, FEdi, USeq e IEIC não apresentaram associação com desfechos favoráveis no desmame prolongado da VM em indivíduos traqueostomizados. Ao confrontar esses dados com evidências já descritas na literatura, observa-se, inicialmente, que a análise do diafragma por eletromiografia (EMGdi) deve considerar os diferentes tipos de desmame, já que indivíduos em processo prolongado, isto é, aqueles submetidos à VM por mais de sete dias, demonstraram maior comprometimento da musculatura respiratória<sup>9,43</sup>.

As alterações musculares decorrentes de perda de força, redução de espessura e diminuição de resistência acarretam um desequilíbrio entre a oferta e a demanda energética e metabólica. Isso, por sua vez, impacta na condução dos impulsos elétricos entre o sistema nervoso central e o músculo respiratório<sup>44,45</sup>. A presente pesquisa avaliou unicamente indivíduos em desmame prolongado e não identificou relação entre a EMGdi e os desfechos de sucesso no processo de retirada da ventilação. Em contraponto, estudos que não diferenciaram os tipos de desmame e realizaram a avaliação da EMGdi em momentos mais precoces demonstraram que indivíduos que falharam no desmame apresentaram aumento na EMGdi<sup>46,47</sup>.

O delineamento metodológico parece ser um fator influente nos resultados da EMGdi como preditora de desfecho. A presente investigação analisou a EMGsdi de forma transversal ao final de 30 minutos de teste de respiração espontânea (TRE), sem encontrar associação entre os valores de EMGdi e o sucesso ou falha do desmame. Outro estudo que também utilizou medida única no início do TRE evidenciou baixa sensibilidade da EMGdi como preditor de desfecho<sup>19</sup>. Já pesquisas longitudinais que monitoraram a EMGdi durante todo o TRE encontraram relação entre o aumento dessa variável e a falha no desmame<sup>46,47</sup>.

Adicionalmente, destaca-se que grande parte dos estudos com EMGdi não padronizou os níveis de pressão de suporte durante o TRE<sup>46,47</sup>. Diferentemente disso, este estudo utilizou pressão de suporte fixada em oito cmH<sub>2</sub>O durante a coleta dos dados de EMGsdi e não identificou associação com o sucesso no desmame. A variação de resultados pode estar relacionada à influência que os diferentes níveis de pressão de suporte exercem sobre os valores de EMGdi<sup>48,49</sup>. Em 2022, Possi e

colaboradores<sup>47</sup> observaram aumento na AEdi em indivíduos que falharam no desmame, após realização de TRE por duas horas, sendo os primeiros 10 minutos em pressão de suporte e o restante com CPAP. Resultado semelhante foi descrito por Diao e colaboradores<sup>46</sup> em avaliação com TRE de 120 minutos, inicialmente com 10 cmH<sub>2</sub>O de suporte, seguido de CPAP.

A análise das características clínicas da amostra revelou que indivíduos que evoluíram com falha no desmame apresentaram, no início da VM, maiores escores no SAPS III. Drees e colaboradores (2018)<sup>16</sup>, ao avaliarem SAPS II e função diafragmática desde o início da VM, evidenciaram que a disfunção do diafragma ocorre precocemente, independentemente do valor inicial do SAPS II. No entanto, na presente pesquisa, valores elevados de SAPS III se relacionaram ao desfecho desfavorável. Corroborando com essa observação, Demoule e colaboradores (2013)<sup>3</sup>, identificaram que menores respostas ao estímulo frênico foram mais frequentes em indivíduos com altos escores de SAPS II, também associados a maior incidência de falha no desmame.

Outro fator relevante foi a Escala de Coma de Glasgow (ECG), cujas menores pontuações foram significativamente mais frequentes no grupo que falhou no desmame. Estudos prévios sobre desmame prolongado<sup>50,51</sup>, apontaram que baixos valores de ECG configuraram um fator de risco independente para o prolongamento do processo e se relacionaram com uma maior mortalidade.

Em relação à fração de espessamento do diafragma (FEdi), não há consenso quanto ao ponto de corte ideal para predizer sucesso no desmame<sup>52</sup>. Alguns autores propõem valores entre 20% e 36% como indicativos de probabilidade de sucesso<sup>27,53</sup>. Entretanto, esses estudos apresentam heterogeneidade nos critérios de inclusão, sobretudo quanto à classificação dos tipos de desmame (simples, difícil ou prolongado), o que pode impactar na aplicabilidade dos achados. Em casos de VM prolongada, modificações estruturais da musculatura respiratória precisam ser consideradas na avaliação ultrassonográfica, pois interferem na acurácia da previsão<sup>27,53</sup>. Em investigações restritas a indivíduos com mais de sete dias de ventilação, foram identificados valores de FEdi entre 15% e 30% em casos de sucesso<sup>54</sup>. No presente estudo, não houve diferença estatística nos valores de FEdi entre os grupos sucesso e falha, indicando ausência de influência direta no desfecho do desmame. No entanto, após 48h de desmame em ambos os grupos, os valores atingiram o ponto de corte sugerido pela literatura atual<sup>53,54</sup>, o que pode significar

que existe outras explicações para o insucesso do desmame não relacionado exclusivamente à espessura do diafragma.

A análise do Índice de Esforço Inspiratório Cronometrado (IEIC) dos músculos respiratórios, de forma mais ampla, também não apresentou associação com os desfechos de desmame ou hospitalares. Em 2019, Guimarães e colaboradores<sup>23</sup> observaram que valores superiores a 1 cmH<sub>2</sub>O/s do IEIC, avaliados semanalmente em indivíduos traqueostomizados em desmame prolongado, era indicativo de sucesso. Contudo, no presente estudo, a avaliação foi transversal, após o TRE, e não houve associação significativa entre valores médios atingidos iguais a 1,5 cmH<sub>2</sub>O/s no grupo de falha e os desfechos analisados, contrariando o que foi proposto no índice original.

No que se refere à ultrassonografia do quadríceps (USQ), alguns pontos merecem destaque. Estudos demonstram que a maior perda de espessura ocorre nos primeiros sete dias de VM, com desaceleração dessa perda ao longo do tempo de internação<sup>41,55</sup>. Pesquisas com indivíduos em ventilação por períodos mais curtos demonstraram que valores de USeq abaixo de 2,1 cm estavam associados à falha no desmame<sup>20</sup>. No entanto, a análise do presente estudo, focada em indivíduos em desmame prolongado, não demonstrou capacidade discriminatória da medida de USeq quanto ao desfecho de sucesso ou falha.

Outro aspecto importante diz respeito à técnica utilizada na avaliação ultrassonográfica do quadríceps. Estudos compararam a espessura com a área de secção transversa (AST), observando que as medidas de espessura tendem a ser subestimadas quando comparadas à AST entre o sétimo e o décimo dia de ventilação<sup>34</sup>. Hamza e colaboradores (2022) também não encontraram associação entre espessura do vasto intermédio e falha no desmame em indivíduos com VM prolongada<sup>55</sup>, o que se alinha com os achados do presente estudo. Em oposição, Vieira e colaboradores (2022) identificaram relação entre alterações na AST do reto femoral e o sucesso no desmame. Contudo, a obtenção técnica de imagens de AST é desafiadora em indivíduos com ventilação prolongada, o que inviabilizou sua aplicação na presente pesquisa, situação também descrita por Pardo e colaboradores (2018)<sup>41</sup>.

Entre as limitações da pesquisa, destaca-se a realização em centro único. Além disso, a avaliação da EMG<sub>SDI</sub> ainda necessita de padronização metodológica, o que dificulta sua reproduzibilidade. A literatura indica que a EMG<sub>SDI</sub> apresenta

maior valor preditivo quando avaliada longitudinalmente. Em contrapartida, a amostra foi composta exclusivamente por indivíduos traqueostomizados em desmame prolongado, um grupo ainda pouco explorado na literatura. As avaliações foram conduzidas por examinador único previamente treinado, minimizando possíveis vieses de medida. Também foram consideradas variáveis clínicas iniciais e índices de mortalidade relacionados aos preditores de desmame, abordagem nem sempre presente com essa casuística.

## **5 CONCLUSÃO**

Não foram encontradas associações entre os índices preditores de desmame: IEIC, FEdi, USeq e EMGsdi e o desmame em indivíduos traqueostomizados e em desmame prolongado da ventilação mecânica. No entanto, maiores pontuações na Escala de Coma de Glasgow e menores escores no SAPS III foram associadas a piores resultados no desmame entre os indivíduos do estudo.

## REFERÊNCIAS

- 1- CORDEIRO, André Luiz Lisboa; SARMENTO, George Jerre Vieira. Modos ventilatórios básicos. In: \_\_\_\_\_. **Fisioterapia respiratória aplicada ao paciente crítico: manual prático**. Barueri, SP: Editora Manole, 2020. p. 153.
- 2- PROVOST, K. A.; EL-SOLH, A. A. Complications associated with mechanical ventilation. In: TOBIN, M. J. (ed.). **Principles and practices of mechanical ventilation**. 3. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2012. p. 973–994.
- 3- DEMOULE, A. *et al.* Diaphragm dysfunction on admission to the intensive care unit: prevalence, risk factors, and prognostic impact – a prospective study. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 188, p. 213–219, 2013.
- 4- PEÑUELAS, O. *et al.* Ventilator-induced diaphragm dysfunction: translational mechanisms lead to therapeutical alternatives in the critically ill. **Intensive Care Medicine Experimental**, v. 7, p. 48, 2019.
- 5- BARCHUK, A. *et al.* Prevalence of Diaphragmatic Dysfunction in the Long-Term Acute Care Setting and Its Effects on Ventilator Weaning Outcomes: A Retrospective Cohort Study. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 101, p. 555–560, 2022.
- 6- THILLE, A. W.; RICHARD, J.-C. M.; BROCHARD, L. The decision to extubate in the intensive care unit. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, New York, v. 187, p. 1294–1302, 2013.
- 7- EPSTEIN, S. K.; CIUBOTARU, R. L. Independent effects of etiology of failure and time to reintubation on outcome for patients failing extubation. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, New York, v. 158, p. 489–493, 1998.
- 8- BOLES, J.-M. *et al.* Weaning from mechanical ventilation. **European Respiratory Journal, Lausanne**, v. 29, p. 1033–1056, 2007.
- 9- BÉDUNEAU, G. *et al.* Epidemiology of weaning outcome according to a new definition: the WIND study. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, New York, v. 195, n. 6, p. 772–783, 15 mar. 2017.
- 10- ÍSOLA, A. M.; VIANNA, A.; PINHEIRO, B. V. (coords.). Desmame do paciente da ventilação mecânica invasiva. In: \_\_\_\_\_. **Orientações práticas de ventilação mecânica**. São Paulo: Associação de Medicina Intensiva Brasileira; Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, 2024. p. 178–184.
- 11- GARCÍA-FERNÁNDEZ, J. J. *et al.* Failure of Non-Invasive Respiratory Support in Patients with SARS-CoV-2. **Journal of Clinical Medicine**, Basel, v. 12, n. 20, p. 6537, 15 out. 2023.

- 12- ALAMAMI, A. *et al.* Clinical outcomes of COVID-19-induced acute respiratory distress syndrome in patients with three different respiratory support modalities: a retrospective cohort study. **Cureus**, San Francisco, v. 14, n. 11, e31991, 28 nov. 2022.
- 13- NA, S. *et al.* Factors associated with prolonged weaning from mechanical ventilation in medical patients. **Therapeutic Advances in Respiratory Disease**, London, v. 16, 2022.
- 14- LIN, L. *et al.* Correlation of surface respiratory electromyography with esophageal diaphragm electromyography. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, Amsterdam, v. 259, p. 45–52, jan. 2019.
- 15- AL-HUSINAT, L. *et al.* The Role of Ultrasonography in the Process of Weaning from Mechanical Ventilation in Critically Ill Patients. **Diagnostics, Basel**, v. 14, n. 4, p. 398, 12 fev. 2024.
- 16- DRES, M.; DEMOULE, A. Diaphragm dysfunction during weaning from mechanical ventilation: an underestimated phenomenon with clinical implications. **Critical Care**, London, v. 22, n. 1, p. 73, 20 mar. 2018.
- 17- TOBIN, M. J. *et al.* The pattern of breathing during successful and unsuccessful trials of weaning from mechanical ventilation. **American Review of Respiratory Disease**, New York, v. 134, p. 1111–1118, 1986.
- 18- MARINI, J. J.; SMITH, T. C.; LAMB, V. Estimation of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients: the measurement of maximal inspiratory pressure. **Journal of Critical Care**, New York, v. 1, n. 1, p. 32–38, mar. 1986.
- 19- AL TAYAR, A. S.; ABDELSHAFY, E. E. Diaphragm electromyography versus ultrasonography in the prediction of mechanical ventilation liberation outcome. **Respiratory Care**, [S.I.], 19 jul. 2022.
- 20- ER, B. *et al.* Association of baseline diaphragm, rectus femoris and vastus intermedius muscle thickness with weaning from mechanical ventilation. **Respiratory Medicine**, Amsterdam, v. 185, 106503, ago.-set. 2021.
- 21- CARUSO, P. *et al.* Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 110–123, 2015.
- 22- SOUZA, L. C.; SILVA, C. T.; LUGON, J. R. Evaluation of the inspiratory pressure using a digital vacuometer in mechanically ventilated patients: analysis of the time to achieve the inspiratory peak. **Respiratory Care**, v. 57, n. 2, p. 257–262, fev. 2012.
- 23- GUIMARÃES, B. L. S. *et al.* Serial weekly measurements of the timed inspiratory effort index can predict successful prolonged weaning. **Respiratory Care**, v. 64, n. 10, p. 1286–1292, out. 2019.

- 24- RODRÍGUEZ-TRIVIÑO, C. Y. et al. Assessment of diaphragmatic function through surface electromyography in healthy individuals: a cross-sectional observational study. **Colombian Journal of Anesthesiology**, Bogotá, v. 51, e1070, 2023.
- 25- SILVA, A. M. O. da; CLIQUET JR, A.; BOIN, I. F. S. F. B. Profile of respiratory evaluation through surface electromyography, manovacuometry, and spirometry in candidates on the liver transplant waiting list. **Transplantation Proceedings**, v. 44, n. 9, p. 2580–2583, 2012.
- 26- DUARTE, R. P. et al. Diaphragm muscle surface electromyography in patients submitted to liver transplant and eligible for extubation. **Transplantation Proceedings**, v. 49, n. 4, p. 807–810, 2017.
- 27- SANTANA, P. V. et al. Diaphragmatic ultrasound: a review of its methodological aspects and clinical uses. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, DF, v. 46, n. 6, e20200064, 2020.
- 28- TUINMAN, P. R. et al. Respiratory muscle ultrasonography: methodology, basic and advanced principles and clinical applications in ICU and ED patients – a narrative review. **Intensive Care Medicine**, v. 46, n. 4, p. 594–605, abr. 2020.
- 29- FRANCIS, C. A.; HOFFER, J. A.; REYNOLDS, S. Ultrasonographic evaluation of diaphragm thickness during mechanical ventilation in intensive care patients. **American Journal of Critical Care**, v. 25, n. 1, p. e1–e8, jan. 2016.
- 30- GRUTHER, W. et al. Muscle wasting in intensive care patients: ultrasound observation of the M. quadriceps femoris muscle layer. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 40, n. 3, p. 185–189, 2008.
- 31- TOUREL, C. et al. Reliability of standardized ultrasound measurement of quadriceps muscle thickness in critically ill neurological patients: comparison with computed tomography measures. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 52, jrm00021, 2020.
- 32- MECHELLI, F. et al. Validity of ultrasound imaging versus magnetic resonance imaging for measuring anterior thigh muscle, subcutaneous fat, and fascia thickness. **Methods and Protocols**, v. 2, n. 3, 58, 2019.
- 33- DRES, M. et al. Coexistence and impact of limb muscle and diaphragm weakness at time of liberation from mechanical ventilation in medical intensive care unit patients. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 195, p. 57–66, 2017.
- 34- PUTHUCHEARY, Z. A. et al. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. **JAMA**, v. 310, n. 15, p. 1591–1600, 16 out. 2013.
- 35- METNITZ, P. G. et al. SAPS 3—From evaluation of the patient to evaluation of the intensive care unit. Part 1: Objectives, methods and cohort description. **Intensive Care Medicine**, v. 31, n. 10, p. 1336–1344, out. 2005.

- 36- VINCENT, J. L. *et al.* Use of the SOFA score to assess the incidence of organ dysfunction/failure in intensive care units: results of a multicenter, prospective study. **Critical Care Medicine**, v. 26, n. 11, p. 1793–1800, nov. 1998.
- 37- SILVA JUNIOR, J. M. *et al.* Aplicabilidade do escore fisiológico agudo simplificado (SAPS 3) em hospitais brasileiros. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 60, n. 1, p. 20–31, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-70942010000100003>. Acesso em: 7 jan. 2025.
- 38- VINCENT, J. L. *et al.* The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. **Intensive Care Medicine**, v. 22, p. 707–710, 1996.
- 39- TEASDALE, G.; JENNETT, B. Assessment of coma and impaired consciousness: a practical scale. **The Lancet**, v. 2, n. 7872, p. 81–84, 13 jul. 1974.
- 40- TEASDALE, G.; MURRAY, G.; PARKER, L.; JENNETT, B. Adding up the Glasgow Coma Score. **Acta Neurochirurgica. Supplementum (Wien)**, v. 28, n. 1, p. 13–16, 1979.
- 41- PARDO, E. *et al.* Reliability of ultrasound measurements of quadriceps muscle thickness in critically ill patients. **BMC Anesthesiology**, v. 18, n. 1, p. 205, 27 dez. 2018.
- 42- LaFLEUR, B. J.; GREEVY, R. A. Introduction to Permutation and Resampling-Based Hypothesis Tests. **Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology**, v. 38, n. 2, p. 286–294, 2009.
- 43- BAKDASH, J. Z.; MARUSICH, L. R. Repeated Measures Correlation. **Frontiers in Psychology**, v. 8, p. 456, 7 abr. 2017. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00456. **Erratum in:** **Frontiers in Psychology**, v. 10, p. 1201, 28 maio 2019.
- 44- VASSILAKOPOULOS, T.; ZAKYNTHINOS, S.; ROUSSOS, CH. Respiratory muscles and weaning failure. **European Respiratory Journal**, v. 9, n. 11, p. 2383–2400, nov. 1996.
- 45- KLAWITTER, F. *et al.* Mitochondrial Dysfunction in Intensive Care Unit-Acquired Weakness and Critical Illness Myopathy: A Narrative Review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 6, p. 5516, 14 mar. 2023.
- 46- DIAO, S. *et al.* The diaphragmatic electrical activity during spontaneous breathing trial in patients with mechanical ventilation: physiological description and potential clinical utility. **BMC Pulmonary Medicine**, v. 24, n. 1, p. 263, 30 maio 2024.
- 47- POZZI, M. *et al.* Accessory and Expiratory Muscles Activation During Spontaneous Breathing Trial: A Physiological Study by Surface Electromyography. **Frontiers in Medicine (Lausanne)**, v. 9, p. 814219, 10 mar. 2022.

- 48- ROESTHUIS, L. H. *et al.* Recruitment pattern of the diaphragm and extra diaphragmatic inspiratory muscles in response to different levels of pressure support. **Annals of Intensive Care**, v. 10, n. 1, p. 67, 29 maio 2020.
- 49- SILVA JUNIOR, E. F. F. D. *et al.* Surface electromyography signal processing and evaluation on respiratory muscles of critically ill patients: A systematic review. **PLoS One**, v. 18, n. 4, p. e0284911, 27 abr. 2023.
- 50- PU, L. *et al.* Weaning critically ill patients from mechanical ventilation: A prospective cohort study. **Journal of Critical Care**, v. 30, n. 4, p. 862.e7–13, ago. 2015.
- 51- HUANG, H. Y.; HUANG, C. Y.; LI, L. F. Prolonged Mechanical Ventilation: Outcomes and Management. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 9, p. 2451, 27 abr. 2022.
- 52- HAAKSMA, M. E. *et al.* Expert consensus On Diaphragm Ultrasonography in the critically ill (EXODUS): a Delphi consensus statement on the measurement of diaphragm ultrasound-derived parameters in a critical care setting. **Critical Care**, v. 26, n. 1, p. 99, 8 abr. 2022.
- 53- PODDIGHE, D. *et al.* Accuracy of respiratory muscle assessments to predict weaning outcomes: a systematic review and comparative meta-analysis. **Critical Care**, v. 28, n. 1, p. 70, 7 mar. 2024.
- 54- GOLIGHER, E. C. *et al.* Mechanical Ventilation-induced Diaphragm Atrophy Strongly Impacts Clinical Outcomes. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 197, n. 2, p. 204–213, 15 jan. 2018.
- 55- HAMZA, E. M. M. *et al.* Correlation between weaning outcome of patients on prolonged mechanical ventilation and changes in skeletal muscles as assessed by ultrasonography. **Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis**, v. 71, n. 4, p. 491–498, 2022.

## **APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

**Título da Pesquisa: APLICAÇÃO DA ULTRASSONOGRAFIA MÚSCULO ESQUELÉTICA, DIAFRAGMÁTICA, ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE DO MÚSCULO DIAFRAGMA, MEDIDA DE FORÇA INSPIRATÓRIA, ÍNDICE DE ESFORÇO RESPIRATÓRIO CRONOMETRADO E SUAS CORRELAÇÕES DURANTE A DESCONTINUIDADE DA VENTILAÇÃO MECÂNICA EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA.**

**Prezado(a) senhor(a), seu familiar** está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa. Para que sua participação possa acontecer, esse documento, chamado **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**, existente em duas vias de igual teor, precisa ser lido e assinado por você e uma via ficará contigo e outra com o pesquisador, ambas assinadas por ele também. Leia-o com calma e tire todas as suas dúvidas. Ao final do documento você encontra o número para contato dos pesquisadores e do comitê de ética em pesquisa responsável, caso surja alguma dúvida posterior, sinta-se livre para ligar em qualquer um desses telefones.

**Sobre a pesquisa:** este estudo tem como objetivo investigar a espessura do músculo da respiração, medida por meio de um exame de ultrassom, a ativação muscular desse mesmo músculo medida por um exame chamado eletromiografia e a força dos músculos responsáveis pela inspiração através de um equipamento que mede a força para respirar. Essa pesquisa tem o objetivo de descobrir se o resultado desses exames pode ajudar a esclarecer o sucesso da retirada da máquina de respirar (processo em que a pessoa passa a respirar com cada vez menos ajuda de aparelhos até que não seja mais preciso utilizá-los) de indivíduos internados em Unidades de Terapia Intensiva. Este projeto resultará em um artigo científico que posteriormente será publicado.

A finalidade deste estudo é contribuir para o melhor entendimento do comportamento dos músculos da respiração durante o período em que a pessoa está sendo preparada para voltar a respirar sem a ajuda dos aparelhos de ventilação

mecânica.

Objetivando preservar a privacidade e o sigilo, a identificação do seu familiar bem como, os dados coletados e as imagens obtidas por meio dos exames serão confidenciais e ficarão sob responsabilidade dos pesquisadores, durante 5 anos. Após este período os dados impressos serão destruídos por máquina desfragmentadora e os arquivos de computador serão deletados definitivamente. O sigilo dos dados será garantido pela anonimização dos indivíduos, transcritos em banco de dados, exclusivo para esta pesquisa, sem a possibilidade de identificação do paciente, pois cada participante será identificado apenas por um número. Os arquivos tanto impressos ou eletrônicos ficarão sob guarda do pesquisador principal, em computador e armário chaveado, de acesso exclusivo.

**Pessoas que podem participar da pesquisa:** indivíduos de ambos os sexos internados em UTI que precisem da ajuda de aparelhos para respirar, com idade igual ou superior a 18 anos, utilizando traqueostomia, candidatos à saída da ventilação mecânica.

**A participação de seu familiar no estudo:** após a assinatura e concordância do TCLE, o pesquisador anotará os números da máquina de respirar, que são mostrados no aparelho e dados sobre o motivo da internação de seu parente, razão pela qual ele precisou da ajuda de aparelhos para respirar e o dia da colocação do tubo. Os resultados de exames de sangue e de imagem serão registrados durante o tempo que o indivíduo ficou na máquina. O indivíduo será submetido a um exame de ultrassom,a cada 3 dias, que será realizado na região da coxa onde, será avaliada a espessura do músculo da perna e,para esse fim, as pernas do indivíduo serão posicionadas de forma a ficarem esticadas e bem alinhadas,o transdutor do ultrassom, que é o equipamento que captura as imagens,será colocado em contato com a pele, utilizaremos um gel condutor na ponta desse transdutor. Ele será posicionado na parte da frente e no meio da coxa e logo abaixo a esse ponto próximo ao joelho. A outra medida de ultrassom será feita na região lateral do tórax em uma região próxima às últimas costelas,local de visualização do músculo da respiração, a cada 3 dias. Duas imagens serão coletadas, uma delas, quando a pessoa solta todo o ar que está nos pulmões e a outra quando ela respira

profundamente. Essas imagens serão salvas em computador e examinadas pelos pesquisadores responsáveis.Todas as imagens de ultrassom serão obtidas com um aparelho de modelo *Logic E R 7 PRO* da marca *GEHealthcare*.

Outro exame a que o indivíduo será submetido, é o de eletromiografia, que será realizado na região do tórax. Essa medida será feita apenas três vezes: ao iniciar a respiração espontânea, após não precisar mais do ventilador mecânico e 48h após ficar sem o ventilador .Para esse fim, serão colocados dois eletrodos que são uma espécie de adesivos que capturam sinais elétricos dos músculos da respiração. Isso nos ajudará a avaliar a função do músculo enquanto o indivíduo respira.Esses eletrodos serão colocados na parte da frente do tórax,região onde termina o tórax e começa a barriga. Serão dois, distante um do outro em 16 cm dos dois lados do tórax.Durante esse exame o indivíduo vai estar deitado na cama com a cabeceira elevada a 35°.Dois cabos serão acoplados em um *notebook* que possui um programa específico para a captura dos sinais da eletromiografia, esses cabos serão acoplados aos eletrodos que farão a captura dos sinais de atividade elétrica dos músculos durante 10 segundos.Para esse exame será utilizado um aparelho chamado eletromiógrafo de superfície da marca EMG System do Brasil Ltda. série EMG800C modelo NS\_00263. Os eletrodos que serão utilizados serão auto adesivos da marca 3M do Brasil®. Os dados serão capturados e salvos em um computador *notebook* Samsung.Também será realizado um outro exame para avaliar a força dos músculos que participam da inspiração (quando o ar entra nos pulmões). Quando o indivíduo estiver apto a sair da máquina de respirar, iremos higienizar os pulmões utilizando uma sonda de sucção (aspiração de secreção pulmonar); feito esse procedimento, o seu familiar fará força para respirar por 10 segundos, apenas com oxigênio. Em seguida, será conectado um aparelho que consegue medir a pressão do ar que entra e sai dos pulmões e a força que a pessoa faz para puxar o ar será medida por 1 minuto.Todos esses exames serão realizados no próprio leito do paciente sem que haja necessidade retirá-lo do local para a realização dos exames. O tempo total estimado para a realização de cada um dos três exames são de 20 minutos para eletromiografia, 15 minutos para medidas de ultrassonografia e 15 minutos para medida de pressão que avalia a força dos músculos respiratórios.

**Riscos:** Durante os exames pode acontecer aumento transitório da frequência cardíaca ou respiratória, pressão arterial ou intracraniana (caso esteja sendo acompanhada), queda temporária no nível de oxigênio no sangue, desconforto expiratório ou parada cardiorrespiratória em casos extremos. O pesquisador estará atento aos dados vitais e aos monitores da UTI que acompanham seu familiar e, caso alguma dessas alterações ocorram, medidas imediatas serão tomadas com participação dos fisioterapeutas, médicos, enfermeiros e demais membros da equipe da UTI, para que volte tudo ao normal. Existe também o risco de desconforto por causa do contato do aparelho no tórax do paciente, pois o ultrassom utiliza gel para fazer o exame e este se encontra em temperatura mais baixa que o corpo. Além disso, serão colados no tórax pequenos adesivos iguais ao que faz o eletrocardiograma, para registrar a função dos músculos. Em caso de indivíduos que apresentem excesso de pêlos no tórax, uma pequena depilação no local com gilete precisará ser realizada. Caso haja alguma irritação local o médico será prontamente avisado.

**Benefícios:** o seu familiar será avaliado continuamente por exames que traduzem o estado respiratório, sendo que a evolução do quadro dele estará muito mais acompanhada de perto e relatórios semanais serão elaborados e entregues ao final do estudo ao paciente e à família. Com a participação de seu familiar também poderemos estudar melhor o comportamento dos músculos da respiração e os impactos que o uso de aparelhos de ventilação mecânica causa no corpo das pessoas que precisam deles para respirar por muito tempo. Além de proporcionar um maior tempo de observação dos dados respiratórios e do aparelho de respirar do seu familiar. A partir desse estudo, passaremos a conhecer melhor essas alterações e conseguiremos pensar em alternativas de tratamento para que a pessoa volte a respirar sozinha novamente, de forma mais rápida.

**Natureza voluntária do estudo e liberdade de se retirar a qualquer momento:** ao assinar esse documento você concorda com a participação de forma voluntária de seu familiar, sem receber nenhum valor monetário por isso. Saiba que você tem o direito de desistir de participar a qualquer momento, sem que haja modificação do tratamento que ele vem recebendo aqui ou geração de qualquer tipo de dano para vocês.

**Gastos financeiros:** Durante a coleta, os testes e todos os materiais necessários para a realização da pesquisa não terão nenhum custo adicional para você ou seus familiares, visto que o seu familiar já se encontra internado na UTI e os exames serão feitos na própria UTI.

**Uso dos resultados:** Os resultados encontrados neste estudo são apenas e exclusivamente para fins de pesquisa. Ao final do estudo, eles serão publicados em forma de um artigo científico em uma revista nacional ou internacional. O participante poderá ter acesso aos resultados ao final do estudo. Esses dados também poderão ser usados em apresentações em congressos e seminários. Independente da maneira em que os dados forem utilizados, a identidade de seu familiar, ou qualquer outra informação que possa identificá-lo, será mantida em absoluto sigilo. Os dados obtidos durante a pesquisa ficarão guardados por cinco anos com os pesquisadores, para possíveis consultas e caso haja necessidade de utilizar esses dados em outra pesquisa, o seu familiar será localizado para novamente permitir a utilização e assinar outro TCLE para isso. Fica garantido seu direito à indenização, diante de danos decorrentes da pesquisa, nos termos da lei.

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que li e entendi todas as informações sobre o estudo, sendo os objetivos e procedimentos satisfatoriamente explicados pelos pesquisadores. Tive oportunidade de considerar a informação acima e pude tirar todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito de, agora ou mais tarde, discutir qualquer dúvida que venha a ter com relação à pesquisa com:

Lucinara Martins Silva Tallarico (31) 991528335 / email: lucinara1@yahoo.com.br

Prof. Dr. Rodrigo Marques Tonella (19) 99156-2113 / (31) 3409-7404 / e-mail: [digomato@gmail.com](mailto:digomato@gmail.com)

Prof.Dr. Marcelo Velloso (31) 982326161 / e-mail: [marcello.vel@gmail.com](mailto:marcello.vel@gmail.com)

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar: o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP-UFMG.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005, Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.

E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel.: 3409-4592.

Ao assinar este termo de consentimento, indico que estou de acordo com participação do

\_\_\_\_\_ no estudo e autorizo a utilização dos dados obtidos através da coleta realizada.

*Belo Horizonte*, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 202\_\_.

Assinatura do Responsável: \_\_\_\_\_

Assinatura do Pesquisador 1: \_\_\_\_\_

Data: Assinatura do Pesquisador 2: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B – Protocolo de Avaliação

### **DADOS PESSOAIS:**

**Nome:**

**Idade:**

**Sexo:** ( )M ( )F

**Hospital:**

**Causa da internação:**

### **Condições associadas:**

- |                              |          |
|------------------------------|----------|
| ( ) Etilismo                 | ( ) ASMA |
| ( ) Hipotensão / Hipertensão | ( ) DM   |
| ( ) Tabagismo                | ( ) DPOC |

### **Anotações gerais:**

---

---

**Internação na instituição:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Admissão na UTI:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Peso ideal na admissão:**

**Altura:**

### **Setor de origem do paciente:**

- |                |                   |
|----------------|-------------------|
| ( ) CC         | ( ) OS            |
| ( ) Enfermaria | ( ) Outro serviço |

### **Especialidade:**

**Nº de prontuário:**

**Leito da internação:**

**SAPS II:**

**SOFA:**

**Intubação:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Motivo:**

IRpA( )

IRpA pós VNI ( )

↓ Nível Consciência ( )

PCR ( )

PO( )

### **TUBO OROTRAQUEAL:**

**Dias de TOT na 1<sup>a</sup> avaliação fisioterapêutica:** \_\_\_\_\_ dias.

**Número do TOT:**

**Pressão do cuff:**

**Rima:**

**Interrupção da sedação:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

**Motivo:**

Janela neurológica ( )

Desmame      ventilatório      ( )

**Índices preditivos de desmame:**

IRRS:

Tubo T:

Plmáx:

Data do primeiro TRE:

Tempo para extubação horas/dias:

PS:

Reintubação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Extubação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Motivo:**

IRpA( )

PCR ( )

IRpA pós VNI ( )

PO ( )

↓Nível de Consc. ( )

Não se aplica ( )

**TRAQUEOSTOMIA:**

Dias de IOT até a realização de TQT:

Data da realização da TQT: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Número da TQT:

Sedação 1:

Concentração: ml/h \_\_\_\_\_ ampolas

Sedação 2:

Concentração: ml/h \_\_\_\_\_ ampolas

**Motivo:**

Glasgow ≤8( )

Edema VAS( )

Desmame difícil( )

Cx cabeça e pescoço( )

**Dias de TQT na 1<sup>a</sup> avaliação fisioterapêutica:****Pressão do cuff:****Parâmetros ventilatórios na primeira avaliação:**

Modalidade:

PSV:

Modo:

DP:

VC:

FR:

VCexp:

PIT:

PC:

Plt:

PEEP:

C:

Tins:

R:

RI:E:

Fluxo:

FiO2:

SpO<sub>2</sub>:

Interrupção da sedação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Motivo:**

( )Janela neurológica

( )Desmame ventilatório

**Data da interrupção total:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Início do desmame:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**TRE com qto de PSV na 1<sup>a</sup> tentativa:**

**Situação do desmame:**

TER / 7 PS ( )

PSV=10 ( )

Esp PSV≤20 ( )

SIMV ( )

A/C ( ).

**EXAMES:**

Raio X \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Período do desmame \_\_\_\_\_

Tomo \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Período do desmame \_\_\_\_\_

ECO: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Período do desmame \_\_\_\_\_

**DESFECHO:**

Tempo total de desmame em IOT: \_\_\_\_\_ dias.

Em TQT: \_\_\_\_\_ dias.

Tempo total de desmame: \_\_\_\_\_ dias (desde a abertura da ESP até 48 h sem necessidade de ventilador mecânico).

Tempo internação na UTI: \_\_\_\_\_ dias.

Tempo de internação hospitalar \_\_\_\_\_ até a alta:

Óbito: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ ( ) Não se aplica.

Observações:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_**DADOS DA COLETA:****HEMODINÂMICA**

Drogas vasoativas:

**Dia 1-** Noradrenalina ( ) Vasopressina ( ) Dobutamina ( ) Dopamina ( )

Concentração: \_\_\_\_\_ ml/h \_\_\_\_\_ mg/kg

**Dia 2-** Noradrenalina ( ) Vasopressina ( ) Dobutamina ( ) Dopamina ( )

Concentração: \_\_\_\_\_ ml/h \_\_\_\_\_ mg/kg

**Dia 3-** Noradrenalina ( ) Vasopressina ( ) Dobutamina ( ) Dopamina ( )

Concentração: \_\_\_\_\_ ml/h \_\_\_\_\_ mg/kg.

**Dados vitais**

Dados /Data	01 ____ / ____ / ____	02 ____ / ____ / ____	03 ____ / ____ / ____
FC			
PAS			
PAD			
PAM			

Sat. O <sub>2</sub>			
PIC			
Capnografia			

**Tabela 5.** Valores de dados vitais.

#### Gasometria arterial

Gases/Data	01 ____/____	02 ____/____	03 ____/____
pH			
PaO <sub>2</sub>			
PaCO <sub>2</sub>			
HCO <sub>3</sub>			
BE			
SatO <sub>2</sub>			

**Tabela 6.** Valores de gasometria arterial.

#### Parâmetros Ventilatórios

Parâmetros ventilatórios/data	01 ____/____	02 ____/____	03 ____/____
Modo	AC/ PSV	AC/ PSV	AC/ PSV
Modalidade			
PEEP			
Relação I:E			
PIT			
P. platô			
Complacência Est			
Resistência			
DP			
FiO <sub>2</sub>			
FR			
Pressão Inspiratória			
Tempo inspiratório			
SatpO <sub>2</sub>			

Volume Corrente			
-----------------	--	--	--

**Tabela 7.** Parâmetros ventilatórios.

**Ultrassom diafragmático**

Medidas/Data	01 / / /	02 / / /	03 / / /
Medida após a inspiração			
Medida após a expiração			
FE			
Nº da imagem			

**Tabela 8.** Valores de medida de ultrassom diafragmático.

**Eletromiografia**

Valores de RMS/Data	01 / / /	02 / / /	03 / / /
RMS direito			
RMS esquerdo			
Nome do arquivo			

**Tabela 9.** Medidas de RMS de eletromiografia.

**IEIC**

Dados IEIC/Data	01 / / /	02 / / /	03 / / /
Tempo da medida			
Valor máximo			
Tempo para atingir o máximo			
Valor do IEIC			
Nome do arquivo			

**Tabela 10.** Dados de medida de IEIC

## APÊNDICE C – *Simplified Acute Physiology Score (SAPS) III*

Idade, anos	<40	0
	40-59	+5
	60-69	+9
	70-74	+13
	75-79	+15
	≥80	+18
Tempo de internação antes da admissão na UTI, dias	<14      0      14-27      +6      ≥28      +7	
Localização intra-hospitalar antes da admissão na UTI	Pronto Socorro      +5	
	Outra UTI      +7	
	Outra ala      +8	

Utilização das principais opções terapêuticas antes da admissão na UTI	<b>Outro/nenhum</b>	<b>0</b>
	Drogas vasoativas	+3
Admissão planejada ou não planejada na UTI	<b>Planejado</b>	<b>0</b>
	Não planejado	+3
Situação cirúrgica na admissão na UTI	Cirurgia programada	0
	Sem cirurgia	+5
	Cirurgia de emergência	+6
Infecção aguda na admissão na UTI	<b>Outro/nenhum</b>	<b>0</b>
	Nosocomial	+4
	Respiratório	+5
<b>Escala/pontuação de coma de Glasgow</b> Menor em 1 hora de admissão na UTI	<b>≥13</b>	<b>0</b>
	7-12	+2
	6	+7
	5	+10
	3-4	+15
Bilirrubina total, mg/dL ( $\mu$ mol/L) Maior em 1 hora de admissão na UTI	<b>&lt;2 mg/dL (&lt;34,2 <math>\mu</math>mol/L)</b>	<b>0</b>
	2-5,9 mg/dL (34,2-102,5 $\mu$ mol/L)	+4
	$\geq$ 6 mg/dL ( $\geq$ 102,6 $\mu$ mol/L)	+5
Temperatura corporal, °C ( $^{\circ}$ F) Maior em 1 hora de admissão na UTI	<b>≥35 °C (<math>\geq</math>95 <math>^{\circ}</math>F)</b>	<b>0</b>
	<35 °C ( $<$ 95 $^{\circ}$ F)	+7
Creatinina, mg/dL ( $\mu$ mol/L) Maior em 1 hora de admissão na UTI	<b>&lt;1,2 mg/dL (&lt;106,1 <math>\mu</math>mol/L)</b>	<b>0</b>
	1,2-1,9 mg/dL (106,1-176,7 $\mu$ mol/L)	+2
	2-3,4 mg/dL (176,8-309,3 $\mu$ mol/L)	+7
	$\geq$ 3,5 mg/dL ( $\geq$ 309,4 $\mu$ mol/L)	+8

Frequência cardíaca, batimentos/min Maior em 1 hora de admissão na UTI	<b>&lt;120</b>	<b>0</b>
	120-159	+5
	≥160	+7

Leucócitos, G/L Maior em 1 hora de admissão na UTI	<b>&lt;15</b>	<b>0</b>	<b>≥15</b>	<b>+2</b>
---	---------------	----------	------------	-----------

pH Menor em 1 hora de admissão na UTI	<b>&gt;7,25</b>	<b>0</b>	<b>≤7,25</b>	<b>+3</b>
--	-----------------	----------	--------------	-----------

Plaquetas, G/L Menor em 1 hora de admissão na UTI	<b>≥100</b>	<b>0</b>
	50-99	+5
	20-49	+8
	<20	+13

Frequência cardíaca, batimentos/min Maior em 1 hora de admissão na UTI	<b>&lt;120</b>	<b>0</b>
	120-159	+5
	≥160	+7

Leucócitos, G/L Maior em 1 hora de admissão na UTI	<b>&lt;15</b>	<b>0</b>	<b>≥15</b>	<b>+2</b>
---	---------------	----------	------------	-----------

pH Menor em 1 hora de admissão na UTI	<b>&gt;7,25</b>	<b>0</b>	<b>≤7,25</b>	<b>+3</b>
--	-----------------	----------	--------------	-----------

Plaquetas, G/L Menor em 1 hora de admissão na UTI	<b>≥100</b>	<b>0</b>
	50-99	+5
	20-49	+8
	<20	+13

Pressão arterial sistólica, mm Hg  
Menor em 1 hora de admissão na UTI

$\geq 120$	0
70-119	+3
40-69	+8
<40	+11

Oxigenação

$\text{PaO}_2 \geq 60$ e sem VM	0
$\text{PaO}_2 < 60$ e sem VM	+5
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \geq 100$ e VM	+7
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$ e VM	+11

Comorbidades

Terapia do câncer  
Quimioterapia, imunossupressão, radioterapia,  
tratamento com esteroides

Não 0

Sim +3

IC crônica (NYHA IV)

Não 0

Sim +6

Câncer hematológico	<b>Não 0</b>	Sim +6
Cirrose	<b>Não 0</b>	Sim +8
AIDS	<b>Não 0</b>	Sim +8
Câncer metastático	<b>Não 0</b>	Sim +11

#### Motivo(s) de admissão na UTI

Cardiovascular/neurológico Se ambos os motivos estiverem presentes, apenas o pior valor (-4) é pontuado; selecione "Neurológico: convulsões".	<b>Nenhum 0</b>	
	Cardiovascular: distúrbios do ritmo	-5
	Neurológico: convulsões	-4
Cardiovascular: choque hipovolêmico hemorrágico, choque hipovolêmico não hemorrágico	<b>Não 0</b>	Sim +3

Cardiovascular: choque séptico	<b>Não 0</b>	Sim +5
Cardiovascular: choque anafilático, choque misto e indefinido	<b>Não 0</b>	Sim +5
Neurológico: coma, estupor, paciente obtuso, distúrbios de vigilância, confusão, agitação, delírio	<b>Não 0</b>	Sim +4
Neurológico: déficit neurológico focal	<b>Não 0</b>	Sim +7
Neurológico: efeito de massa intracraniana	<b>Não 0</b>	Sim +10
Digestivo: abdômen agudo, outros	<b>Não 0</b>	Sim +3
Digestivo: pancreatite grave	<b>Não 0</b>	Sim +9
Hepático: insuficiência hepática	<b>Não 0</b>	Sim +6

## ANEXO A – Parecer Consustanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



### PARECER CONSUSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** APLICAÇÃO DA ULTRASSONOGRAFIA DIAFRAGMÁTICA, ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE DO MÚSCULO DIAFRAGMA, MEDIDA DE FORÇA INSPIRATÓRIA, TIMED INSPIRATORY EFFORT INDEX E SUAS CORRELAÇÕES DURANTE A DESCONTINUIDADE DA VENTILAÇÃO MECÂNICA EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA.

**Pesquisador:** Rodrigo Marques Tonella

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 54575221.6.0000.5149

**Instituição Proponente:** Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.216.383

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo observacional de medidas repetidas, prospectivo, sem grupo controle o diafragma é um músculo estriado esquelético de função exclusivamente ventilatória. Seu funcionamento pode ser alterado devido a diversas doenças e a evolução destas podem necessitar de cuidados de terapia intensiva. A ocorrência de quadros de sepse pode levar ao aparecimento de miopatias e/ou polineuropatias, que podem resultar em maior permanência do indivíduo sob ventilação mecânica (VM). O Índice de Esforço Inspiratório Cronometrado (IEIC) é o índice utilizado para a mensuração da pressão inspiratória máxima (Plmáx) em indivíduos com desmame prolongado da VM. A ultrassonografia diafragmática (USD) é outro recurso de avaliação da função diafragmática, a partir dele pode-se avaliar a excursão e o espessamento do diafragma, e seu resultado pode ser preditivo de sucesso no desmame da VM. A eletromiografia de superfície (EMS) é um método de estudo da função diafragmática, utilizado para verificar as magnitudes dos picos gráficos da atividade muscular voluntária. Por meio de sua realização pode-se obter informações importantes para o manejo clínico de indivíduos dependentes da ventilação mecânica. Objetivo: avaliar a função diafragmática de indivíduos em processo de desmame da ventilação mecânica. Método: os indivíduos incluídos

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 § 2º. Andar § Sala 2005 § Campus Pampulha

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@ppq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 5.216.383

serão submetidos à US para mensuração da fração de espessamento do diafragma, e espessura dos músculos reto femoral e vasto medial utilizando um transdutor linear de 6 a 13 MHz. Para a realização da EMS será utilizado o eletromiógrafo de superfície em uma frequência de 500 Hz e sensibilidade de amplitude do sinal de 500uV. Para a mensuração da Plmáx será realizado o IEIC. Resultados esperados: espera-se que o uso do USD, IEIC e EMS sejam capazes de monitorar a desempenho diafragmático do indivíduo durante o processo de desmame e permitir a elaboração de estratégias e protocolos de treinamento muscular inspiratório.

**Objetivo da Pesquisa:**

Hipótese:

Espera-se encontrar uma correlação entre a atividade eletromiográfica do diafragma, o aumento da força muscular inspiratória e o incremento da espessura diafragmática e a partir desses resultados, avaliar o tempo e o desfecho do desmame. A espessura do músculo quadríceps auxiliará no diagnóstico de sarcopenia e sua evolução no desmame serão importantes na correlação com o comportamento do músculo respiratório. Além disso,

a partir dos resultados obtidos dos três métodos diagnósticos, poderá se traçar um plano de treinamento muscular inspiratório personalizado, o que poderá diminuir as chances de falha e retorno à VM.

**Objetivo Primário:**

O objetivo do presente estudo será avaliar a função diafragmática de pacientes em processo de desmame da ventilação mecânica, através da ultrassonografia, EMS e da mensuração da Plmáx (TIE).

**Objetivo Secundário:**

Avaliar a correlação entre os valores obtidos e os tempos de desmame e de internação na UTI. Estratificar os diversos perfis de alteração da função diafragmática e correlacionar variáveis de gravidade do paciente crítico. Analisar a influência de parâmetros de mecânica ventilatória e troca gasosa no sucesso do desmame e no tempo de internação em UTI. Correlacionar medidas de função diafragmática obtidas pelo US, EMS, Plmáx e IEIC

com a evolução da espessura da musculatura esquelética especificamente do músculo quadríceps avaliada pelo US, durante o processo de desmame da VM

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Ao submetermos o indivíduo às medidas de Pressão Inspiratória Máxima para cálculo do IEIC, pode acontecer eventualmente o aumento de frequência respiratória, cardíaca, pressão arterial média e pressão intracraniana que deverão retornar rapidamente aos valores basais após a medida

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 § 2º. Andar § Sala 2005 § Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.216.383

realizada em um minuto. Há o risco do indivíduo apresentar além de desconforto respiratório transitório (dispneia), eventos mais graves como parada cardíaca e dessaturação periférica de oxigênio. Como todos os indivíduos estarão continuamente monitorizados, caso alguma das alterações supracitadas ocorra, a equipe será acionada e o procedimento imediatamente interrompido. A aquisição de dados eletromiográficos e de

ultrassonografia diafragmática dependem da colaboração do paciente em respirar mais profundamente durante alguns segundos, o que pode causar sensação temporária de mal-estar, facilmente revertida com repouso respiratório.

**Benefícios:**

A avaliação da performance da musculatura respiratória trará dados objetivos do status do sistema muscular respiratório do voluntário e trará dados objetivos do status do sistema muscular respiratório durante um importante período de internação do indivíduo grave que é o desmame da VM.

Detectar valores alterados e o comportamento deles na evolução do processo, pode guiar estratégias concretas de treinamento muscular respiratório individualizado e baseado nos valores obtidos, com intuito de minimizar o tempo necessário para o desmame definitivo da máquina

### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

## Pesquisa relevante para VM

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

- 1) Folha de rosto preenchida e assinada.
  - 2) Aprovação da Câmara Departamental da EFFTTO
  - 4) Parecer da Gerência da NEPE do Risoleta Neves.
  - 5) Instrumentos de coleta de dados
  - 6) Projeto completo
  - 7) TCLE como carta convite, resguardando a confidencialidade dos dados, o anonimato, o direito à recusa, e desistir do projeto a qualquer momento sem qualquer prejuízo. Foi informado sobre a metodologia, o objetivo e o armazenamento de 05 anos dos dados, salvaguardando a sua consulta. Esclarece que não haverá qualquer forma de pagamento, mas disponibiliza apoio em caso de gerar algum risco à integridade física, mental ou de qualquer outra natureza ao participante. Consentimento para registro de áudio, vídeo, imagens. Dados do pesquisador e do COEP relatados.

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 – 2º Andar – Sala 2005 – Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

**UF: MG**      **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 5.216.383

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Considerando que o participante da pesquisa se refere a paciente internado em UTI, ligado a respirador, que não conseguirá assinar o TCLE, não é encontrado óbice ético no TCLE do responsável do participante que será aplicado. Em caso do participante tiver consciente e em condição receber o Processo de Consentimento Livre e Esclarecido antes de se iniciar a pesquisa, e, assinar o termo do TCLE em algum momento posterior, em TCLE pós informado, solicita-se que seja realizado, conforme a garantia da autonomia resguardada pela Resolução CNS 466/12. Considerando que estas situações serão observadas, e anexado o TCLE pós informado direcionado a estes pacientes em emendas futuras, quando aplicável, aprova-se a pesquisa.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇOES_BASICAS_DO_PROJECTO_1570830.pdf	14/12/2021 13:26:54		Aceito
Declaração de concordância	Parecer_35_2020_Adendo.pdf	14/12/2021 13:26:15	Rodrigo Marques Tonella	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_FINAL_COMITE_081221.pdf	08/12/2021 22:17:40	Rodrigo Marques Tonella	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_COMITE.pdf	08/12/2021 22:03:01	Rodrigo Marques Tonella	Aceito
Parecer Anterior	Parecer_Camara.pdf	26/08/2021 20:55:45	Rodrigo Marques Tonella	Aceito
Folha de Rosto	Folha_Rosto_Aassinada_Diretoria.pdf	26/08/2021 20:19:37	Rodrigo Marques Tonella	Aceito

**Situação do Parecer:**

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 – 2º. Andar – Sala 2005 – Campus Pampulha  
Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 5.216.383

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELO HORIZONTE, 28 de Janeiro de 2022

---

Assinado por:  
Críssia Carem Paiva Fontainha  
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 º 2º. Andar º Sala 2005 º Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br