



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS MÉDICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA**

NÁDIA MARIA DA CONCEIÇÃO DUARTE

**ANÁLISE DAS PRESSÕES DOS BALONETES DOS TUBOS ENDOTRAQUEAIS
DE PACIENTES SUBMETIDOS A CIRURGIAS NO CENTRO CIRÚRGICO DO
HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO:
ESTUDO PROSPECTIVO OBSERVACIONAL**

Recife
2019

NÁDIA MARIA DA CONCEIÇÃO DUARTE

**ANÁLISE DAS PRESSÕES DOS BALONETES DOS TUBOS ENDOTRAQUEAIS
DE PACIENTES SUBMETIDOS A CIRURGIAS NO CENTRO CIRÚRGICO DO
HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO:
ESTUDO PROSPECTIVO OBSERVACIONAL**

Tese de Doutorado apresentada ao
colegiado do Curso de Pós-Graduação em
Cirurgia do Centro de Ciências Médicas da
Universidade Federal de Pernambuco,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Doutor em Cirurgia.

Área de Concentração: Cirurgia Clínica e
Experimental.

Orientador

Prof. Dr. José Luiz de Figueiredo

Coorientadora

Profa. Dra. Ana Maria Menezes Caetano

Recife

2019

Catálogo na fonte:
bibliotecária: Elaine Freitas, CRB4:1790

D812a	Duarte, Nádia Maria da Conceição Análise das pressões dos balonetes dos tubos endotraqueais de pacientes submetidos a cirurgias no centro cirúrgico do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco: estudo prospectivo observacional/ Nádia Maria da Conceição Duarte. – 2019. 69 f.; il. Orientador: José Luiz de Figueiredo. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Médicas. Programa de Pós-Graduação em Cirurgia. Recife, 2019. Inclui referências, apêndices e anexo. 1. Intubação traqueal. 2. Tubo traqueal. 3. Balonete. 4. Pressão do balonete. 5. Anestesiologia. I. Figueiredo, José Luiz de (orientador). II. Título. 617.91 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2020 -005)
-------	--

**ANÁLISE DAS PRESSÕES DOS BALONETES DOS TUBOS ENDOTRAQUEAIS
DE PACIENTES SUBMETIDOS A CIRURGIAS NO CENTRO CIRÚRGICO DO
HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO:
ESTUDO PROSPECTIVO OBSERVACIONAL**

NÁDIA MARIA DA CONCEIÇÃO DUARTE

NÍVEL: DOUTORADO

APROVADA EM: 30/10/2019

ORIENTADOR INTERINO: JOSÉ LUIZ DE FIGUEIREDO

BANCA EXAMINADORA

PROF. Dr. JOSÉ LUIZ DE FIGUEIREDO (PRESIDENTE) – CCM/UFPE

PROF. Dr. ÁLVARO ANTÔNIO BANDEIRA FERRAZ – CCM/UFPE

PROF. Dr. FLÁVIO KREIMER – CCM/UFPE

PROF. Dr. JOSÉ RODRIGUES LAUREANO FILHO – FOP/UPE

PROFA. Dra. CÉLIA MARIA MACHADO BARBOSA DE CASTRO – CCS/UFPE

Dedico este trabalho

Aos meus pacientes,
que me lembram continuamente da responsabilidade que tenho
com a atualização de conhecimentos,
com o compromisso de uso das melhores evidências científicas
e com o juramento médico de respeito pela vida humana.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Luiz de Figueiredo, que com sua reconhecida curiosidade científica e interesse pela pesquisa, acolheu a mim e ao meu trabalho, tornando possível a finalização e defesa desta tese. Não tenho palavras para expressar minha gratidão por tamanha cortesia e profissionalismo.

Ao Prof. Dr. Josemberg Marins Campos, pela oportunidade que me concedeu para ingressar no Programa de Pós-graduação em Cirurgia da UFPE, onde tive o privilégio de me tornar Mestre e pleitear o título de Doutora.

À Profa. Dra. Ana Maria Menezes Caetano, minha coorientadora, pela parceria constante e pelo incondicional suporte técnico, científico e emocional. Nenhuma dedicatória que eu pudesse escrever poderia conter o respeito e admiração pela sua trajetória acadêmica e dedicação ao ensino da Anestesiologia nesta Universidade.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Pessoa Cavalcanti Lira, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia da UFPE, pela excelência e dedicação à frente do Programa de Pós-graduação em Cirurgia.

A todos os professores e funcionários da Pós-Graduação em Cirurgia, por terem me proporcionado as condições necessárias para a finalização deste curso.

Aos médicos especialistas e residentes de Anestesiologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco, que doaram seu tempo, seus pacientes e sua boa vontade, ingredientes essenciais para a realização desta pesquisa.

A todos os pacientes que, com muita humildade e verdadeira sabedoria, aceitaram participar do estudo, contribuindo efetivamente para o avanço da ciência.

À UFPE, minha casa durante a graduação em Medicina, que mais uma vez me acolheu como aluna de pós-graduação no Doutorado.

A todos, não nominados, que participaram de forma direta ou indireta na realização deste projeto.

RESUMO

O controle inadequado da pressão dos balonetes dos tubos traqueais pode resultar em complicações imediatas ou tardias, como broncoaspiração ou lesões traqueais, que podem demandar complexas intervenções médicas para corrigi-las e consequente aumento de morbidade e mortalidade. A técnica objetiva com uso de manômetro é a mais recomendada para manutenção de valores seguros de pressão (20–30 cmH₂O). Mas como este instrumento não é largamente disponível nas salas cirúrgicas, os profissionais de saúde, entre eles anesthesiologistas, recorrem a técnicas subjetivas. O objetivo deste estudo foi avaliar a adequação da técnica subjetiva para obtenção das pressões dos balonetes, o conhecimento sobre os limites de pressão recomendados para os balonetes dos tubos traqueais e a experiência profissional com uso do manômetro entre médicos especialistas e residentes de anesthesiologia de um mesmo hospital universitário. Este foi um estudo observacional prospectivo, realizado no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco, entre os meses de março e novembro de 2016, com participantes que realizaram intubação traqueal e técnica subjetiva de insuflação dos balonetes com seringa, seguida de palpação digital. Pacientes com via aérea difícil, anormalidades anatômicas de laringe e traqueia, risco de broncoaspiração e os casos de emergência não foram incluídos. Até 60 minutos após a intubação, um investigador registrava a pressão do balonete utilizando um manômetro analógico (AMBU®) conectado ao balão guia do tubo. Os dados de 47 anesthesiologistas foram avaliados no estudo — 24 residentes e 23 especialistas. As pressões média (DP) e mediana (IQR) encontradas em cmH₂O foram, respectivamente, 52,5 (27,1) e 50 (30–70), com valores mínimo e máximo de 12 e 120. Da amostra, 83% dos balonetes encontravam-se fora da faixa adequada de pressão, sem diferença entre especialistas e residentes. Correção da pressão foi realizada em 76,6% dos casos. O conhecimento sobre as diretrizes para estabelecimento de pressões adequadas neste procedimento e o nível de experiência com a técnica objetiva também foram semelhantes entre os grupos. Concluímos que o manuseio de balonete de tubo traqueal com técnica subjetiva de insuflação com seringa e palpação digital não é eficiente para garantir os níveis pressóricos recomendados, resultando em alta prevalência de pressões inadequadas, sem diferença no desempenho entre especialistas e residentes. O nível de conhecimento

desses profissionais sobre os limites mínimos e máximos de pressão recomendados para os balonetes é igualmente baixo, assim como a experiência no uso de dispositivos para realização de técnicas objetivas.

Palavras chave: Intubação traqueal. Tubo traqueal. Balonete. Pressão do balonete. Manômetro. Anestesiologia.

ABSTRACT

Inadequate control of tracheal tube cuff pressure can result in immediate or late complications, such as bronchial aspiration or tracheal injuries, which may require complex medical interventions to correct them and consequent increase in morbidity and mortality. The objective technique using a pressure gauge is the most recommended for maintaining safe pressure values (20–30 cm H₂O). But as this device is not widely available in operating rooms, health professionals, including anesthesiologists, resort to subjective techniques. The aim of this study was to evaluate the adequacy of the subjective technique for obtaining cuff pressures, knowledge of recommended pressure limits for tracheal tube cuffs and professional experience with use of pressure gauge between specialist physicians and anesthesiology residents of the same university hospital. This was a prospective observational study, conducted at the Clinical Hospital of the Federal University of Pernambuco, between March and November 2016, with participants performing tracheal intubation and subjective technique of balloon cuff inflation with syringe, followed by digital palpation. Laryngeal and tracheal anatomical abnormalities, risk of bronchoaspiration and emergency cases were not included. Within 60 minutes after intubation, an investigator recorded cuff pressure using an analogical pressure gauge (AMBU®) attached to the tube guide cuff. Data from 47 anesthesiologists were evaluated in the study — 24 residents and 23 specialists. The mean (DP) and median (IQR) pressures found in cmH₂O were 52.5 (27.1) and 50 (30–70), with minimum and maximum values of 12 and 120. Of the sample, 83% of the cuffs were outside the appropriate pressure range, with no difference between specialists and residents. Pressure correction was performed in 76.6% of cases. Knowledge of guidelines for setting appropriate pressures in this procedure and level of experience with the objective technique were also similar between the groups. We conclude that the handling of tracheal tube cuff with subjective technique of syringe insufflation and digital palpation is not efficient to guarantee the recommended pressure levels, resulting in high prevalence of inadequate pressures, with no difference in performance between specialists and residents. Their level of knowledge of the recommended minimum and maximum pressure limits for cuffs is equally low, as is their experience in using devices to perform objective techniques.

Key-words: Tracheal intubation. Tracheal tube. Cuff. Cuff pressure. Pressure gauge. Anesthesiology.

LISTA DE QUADROS

Página

Quadro 1 – Técnicas comuns para avaliar as pressões dos balonetes traqueais.....	17
Quadro 2 – Causas comuns de vazamento dos tubos traqueais.....	26

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 –	Tubo traqueal sem balonete.....	21
Figura 2 –	Tubo traqueal com balonete	21
Figura 3 –	Tubo traqueal aramado	22
Figura 4 –	Tubo traqueal pré-dobrado (Polar norte).....	22
Figura 5 –	Tubo traqueal pré-dobrado (Polar sul).....	22
Figura 6 –	Tubo traqueal com balonete posicionado nas vias aéreas.....	24
Figura 7 –	Tubo instalado na traqueia com balonete insuflado com pressão adequada (a), abaixo (b) e acima do ideal (c).....	25
Figura 8 –	Manômetro analógico utilizado para aferição da pressão do balonete.....	27
Figura 9 –	Insuflação do balonete com manômetro analógico após intubação traqueal.....	32
Figura 10 –	Manômetro analógico com medida da pressão ideal para o balonete (20-30cmH ₂ O).....	32
Figura 11 –	Distribuição de frequência da pressão ideal <i>versus</i> não ideal dos balonetes entre todos os participantes (n = 47).....	36

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 — Perfil dos profissionais pesquisados e situação dos balonetes.....	35
Tabela 2 — Comparação entre especialistas e residentes quanto aos níveis encontrados de pressão dos balonetes (cmH ₂ O), pressão ideal (20–30 cmH ₂ O) e correção da pressão (n = 47).....	37
Tabela 3 — Comparação entre especialistas e residentes quanto a conhecimento sobre limites recomendados para pressão dos balonetes e uso de técnica objetiva com manômetros (n = 47).....	37
Tabela 4 — Comparação entre residentes quanto aos níveis encontrados de pressão dos balonetes (cmH ₂ O), pressão ideal (20–30 cmH ₂ O) e correção da pressão (n = 24).....	38
Tabela 5 — Comparação entre residentes quanto a conhecimento sobre limites recomendados para pressão dos balonetes e uso de técnica objetiva com manômetros (n = 24).....	38

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

IT	Intubação traqueal
cmH₂O	Centrímetros de água
et al	E outros
PVC	Policloreto de vinila
%	Porcento
HC/UFPE	Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco
R1	Residente de primeiro ano de treinamento
R2	Residente de segundo ano de treinamento
R3	Residente de terceiro ano de treinamento
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
mm	Milímetro
®	Marca registrada
O₂/Ar	Mistura gasosa de Oxigênio e Ar comprimido
CEP	Código de Endereçamento Postal
SPSS	Pacote de <i>software</i> para análise estatística de dados
p	Nível descritivo ou probabilidade de significância
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CEP/CCS/UFPE	Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco
n	Número de elementos
DP	Desvio Padrão
IQR	Intervalo Interquartil
mL	Mililitros
F	Teste Exato de Fisher
χ²	Teste Qui Quadrado
AMBU	Empresa fabricante de equipamentos médicos
AMBU®	Manômetro de balonetes fabricado pela empresa AMBU
a.C.	Antes de Cristo
USA	Estados Unidos da América

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	16
2	OBJETIVOS	19
2.1	OBJETIVO GERAL	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3	REVISÃO DA LITERATURA	20
3.1	VIA AÉREA ARTIFICIAL E TUBO TRAQUEAL	20
3.2	BALONETE	23
3.3	PRESSÃO DO BALONETE	24
3.4	CONSEQUÊNCIAS DA PRESSÃO ALTA DO BALONETE	25
3.5	CONSEQUÊNCIAS DA PRESSÃO BAIXA DO BALONETE	25
3.6	INSTRUMENTOS PARA REGULAÇÃO DA PRESSÃO DO BALONETE	26
3.7	EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL COM MANUSEIO DO BALONETE	28
4	MÉTODO	29
4.1	LOCAL E PERÍODO DE EXECUÇÃO DO ESTUDO	29
4.2	DESENHO DO ESTUDO	29
4.3	POPULAÇÃO ESTUDADA	29
4.4	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS PARTICIPANTES	29
4.4.1	Critérios de inclusão	29
4.4.1.1	Médicos especialistas	29
4.4.1.2	Residentes	29
4.4.1.3	Pacientes	30
4.4.2	Critérios de exclusão	30
4.5	TAMANHO DA AMOSTRA	30
4.6	SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES	30
4.7	PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA EXECUÇÃO DA PESQUISA E COLETA DE DADOS	31
4.8	PROCEDIMENTOS PARA O REGISTRO DE DADOS	33
4.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS E CARACTERIZAÇÃO AMOSTRAL	33
4.10	ASPETOS ÉTICOS	34
4.11	RISCOS	34

4.12	BENEFÍCIOS.....	34
5	RESULTADOS.....	35
6	DISCUSSÃO	39
7	PERSPECTIVAS E CONTRIBUIÇÃO À CIÊNCIA.....	42
8	CONCLUSÕES	44
	REFERÊNCIAS.....	45
	APÊNDICE A – CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	49
	APÊNDICE B –TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	50
	APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS	52
	ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	53
	ANEXO B – ARTIGO DA TESE ACEITO PARA PUBLICAÇÃO NO BRAZILIAN JOURNAL OF ANESTHESIOLOGY	54
	ANEXO C – CERTIFICADO DO TEMA LIVRE “ANÁLISE DAS PRESSÕES DE BALONETES DE TUBOS ENDOTRAQUEAIS ESTUDO OBSERVACIONAL PROSPECTIVO”, APRESENTADO NO 64º CONGRESSO BRASILEIRO DE ANESTESIOLOGIA, EM CURITIBA-PR, EM 14/11/2017.	67
	ANEXO D – CERTIFICADO PIBIC/UFPE/CNPQ - PARA DESENVOLVER O PROJETO PESQUISA DOS TUBOS ENDOTRAQUEAIS	68
	ANEXO E – CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO DE PÔSTER “PESQUISA DOS TUBOS ENDOTRAQUEAIS” NO 26º CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE (CONIC).....	69

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

A intubação traqueal (IT) é uma das habilidades essenciais requeridas na prática anestésica, nas emergências, na terapia intensiva e nos ambientes de resgate extra-hospitalares. As complicações decorrentes do manuseio das vias aéreas estão relacionadas entre as mais frequentes da atividade médica.¹⁻³

Para aumentar a proteção das vias aéreas, os tubos utilizados para a IT possuem balonetes ao redor da sua porção distal, que devem ser insuflados através de um guia, também chamado de balão piloto ou balão guia, de modo a criar uma vedação do espaço entre o tubo e as paredes da traqueia, com pressões recomendadas entre 20 e 30 cmH₂O.⁴

A falta de adesão a estas recomendações pode implicar em complicações. Pressões de insuflação abaixo de 20 cmH₂O aumentam o risco de perda do gás que está sendo dirigido aos pulmões pela ventilação e de broncoaspiração de secreções e outros conteúdos presentes na orofaringe ou estômago.⁵ Pressões de insuflação mantidas acima de 30 cmH₂O podem superar a pressão dos capilares locais, com consequente redução do fluxo sanguíneo para a mucosa da porção ântero-lateral da traqueia. Pressões acima de 50 cmH₂O podem causar obstrução vascular completa e isquemia traqueal.⁶

A manutenção de valores inadvertidamente elevados da pressão dos balonetes dos tubos pode acarretar desde complicações menores, como disfagia, rouquidão e dor de garganta, até graves lesões e aumento da morbimortalidade — perda de mucosa ciliar, ulceração, hemorragia, paralisia de nervo recorrente laríngeo, estenose traqueal, traqueomalácia e fístula traqueoesofágica.⁷⁻¹⁰

Assim, para prevenir complicações, a pressão do balonete do tubo traqueal deve ser mantida no nível mais baixo possível, para garantir a adequação do fluxo sanguíneo para a mucosa traqueal, porém deve ser alta o suficiente para garantir a vedação segura do espaço entre as paredes do tubo e da traqueia^{11,12}.

Estratégias distintas têm sido desenvolvidas para obter adequado controle da pressão dos balonetes e reduzir os riscos destas complicações.¹³⁻¹⁹

No método padrão-ouro para instalação da pressão entre os limites ideais de 20 e 30 cmH₂O, o balonete deve ser insuflado através do seu piloto com o auxílio de um manômetro calibrado, analógico ou digital, que permite a medição contínua ou intermitente da pressão intrabalonete em tempo real, possibilitando ajustá-la sem interrupção da medição^{12,19}. Em pacientes sob ventilação mecânica internados em unidades de terapia intensiva, a recomendação é monitorização objetiva da pressão dos balonetes dos tubos traqueais ou cânulas de traqueostomia diariamente, a cada 8 horas.²⁰

Entretanto estes instrumentos são considerados de custo elevado para aquisição e manutenção. Como consequência, técnicas subjetivas para a insuflação, apesar de ineficientes, continuam sendo as mais utilizadas.^{18,21}. (Quadro 1).

Quadro 1. Técnicas comuns para avaliar as pressões dos balonetes traqueais.

Técnica	Descrição
Técnica de volume oclusivo mínimo	Determinação do volume de ar a ser injetado no balonete com base em quanto é necessário para eliminar o vazamento inspiratório final, audível com ventilação com pressão positiva
Técnica de mínimo vazamento	Determinação do volume de ar a ser injetado no balonete com base em quanto é necessário para auscultar apenas um pequeno escape inspiratório final
Técnica de volume pré-determinado	Injeção de volume pré-determinado de ar para insuflar o balonete
Técnica de palpação	Palpação digital do balão guia após insuflar o balonete endotraqueal

Fonte: Adaptado de Feng *et al.*¹⁸

Na técnica subjetiva mais comumente realizada, injeta-se uma quantidade aleatória de ar com uma seringa através do balão piloto e, através da palpação digital deste, infere-se se a pressão está adequada ou não.

Estudos revelam que, com este método, a média de pressão deixada nos balonetes situa-se entre 35–62 cmH₂O, uma conduta de hiperinsuflação explicada pela grande variabilidade no volume de ar necessário para atingir pressões adequadas nos balonetes em diferentes perfis de pacientes, diâmetros de tubos utilizados, gases medicinais utilizados durante a ventilação pulmonar e pelo desejo do profissional de minimizar os riscos de aspiração pulmonar do conteúdo gástrico.^{4,13,16,22,23}

No entanto, as evidências se acumulam contra o uso de técnicas subjetivas, e ainda sinalizam que não há correlação entre a pressão medida nos balonetes e a idade, sexo, altura ou peso dos pacientes. Da mesma forma, os achados das pressões não diferem em função do tamanho do tubo endotraqueal e do nível de capacitação do profissional que realiza o procedimento.^{21,24-26}

Assim, o objetivo principal do estudo foi observar o valor das pressões dos balonetes dos tubos traqueais insuflados por técnica subjetiva, em pacientes submetidos a IT por médicos especialistas em anestesiologia do corpo clínico do serviço de Anestesiologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HC/UFPE) ou por residentes de anestesiologia em treinamento no serviço durante o período da pesquisa. Também foram pesquisados o nível de conhecimento sobre os limites ideais mínimos e máximos de pressão para os balonetes de tubos traqueais e a experiência dos médicos participantes com o uso do manômetro analógico para a execução da técnica objetiva de instalação destas pressões.

A hipótese era que a insuflação dos balonetes dos tubos traqueais com a técnica subjetiva resultaria em elevadas frequências de pressões intrabalonetes abaixo ou acima dos limites recomendados, e que o conhecimento dos limites pressóricos ideais e nível de experiência com manômetros seriam baixos, sem diferenças entre especialistas e residentes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar o valor das pressões dos balonetes dos tubos traqueais insuflados por técnica subjetiva, em pacientes submetidos a IT por médicos especialistas em anestesiologia do corpo clínico do hospital e residentes de anestesiologia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.2 Comparar o nível de conhecimento de médicos especialistas em anestesiologia do corpo clínico do hospital e residentes de anestesiologia sobre os limites ideais mínimos e máximos de pressão para os balonetes de tubos traqueais.

2.2.3 Comparar a experiência profissional de médicos especialistas em anestesiologia do corpo clínico do hospital e residentes de anestesiologia com o uso do manômetro analógico para a execução da técnica objetiva de instalação das pressões dos balonetes dos tubos traqueais.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 VIA AÉREA ARTIFICIAL E TUBO TRAQUEAL

Escrituras hindus de 2.000 a.C. fazem referência a uma das primeiras descrições de traqueostomia cirúrgica encontradas. Na Grécia antiga, Hipócrates (460–380 a.C.) descreveu a intubação da traqueia de humanos para sustentar a ventilação. Muitos séculos se passaram sem mais nada de novo surgir, em termos de invenções para a abordagem das vias aéreas. Até que, em 1543, Andreas Vesalius introduziu um bambu na traqueia de um animal moribundo e manteve a ventilação com um fole. Nesta mesma época, o médico italiano Antonio Brasavola realizou a primeira traqueostomia bem sucedida e documentada, indicando-a para uma obstrução tonsilar.²⁷

Em 1885, o cirurgião e pediatra Joseph O'Dwyer, de Nova Iorque, desenvolveu um sistema de tubos de metal, que eram introduzidos às cegas na traqueia para aliviar a obstrução de vias aéreas causadas pela pseudomembrana da difteria. Por ser um método não invasivo, rapidamente se popularizou e sofreu inúmeros aperfeiçoamentos, até que a intubação sob visão direta ocupasse o seu lugar algumas décadas mais tarde.²⁸

Foi em 1895 que o alemão Kirstein desenvolveu o “autoscópio” e tornou assim a visualização direta da laringe possível. Em 1920, Chevalier Jackson aperfeiçoou esse instrumento e, com a introdução de uma lâmpada de tungstênio, facilitou a visualização da laringe com o laringoscópio.

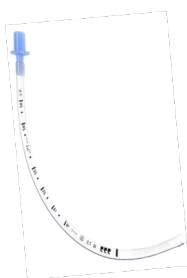
Já na década de 40, foram desenvolvidos os laringoscópios até hoje utilizados. Em 1941 Robert Miller descreveu sua lâmina de formato reto e em 1943 Sir Robert Macintosh desenvolveu uma lâmina de formato curvo. Com a técnica às cegas caindo em desuso e a popularização da intubação sob visão direta, os tubos traqueais também sofreram modificações. A começar pelos materiais, que de metal, foram substituídos por borracha — material esse que seria utilizado pelos próximos 40 anos.²⁷

Em 1931, o anestesiológico americano Arthur Ernest Guedel criou o tubo endotraqueal de borracha preta macia, com balonete na sua extremidade distal, feito a partir de um dreno de *penrose*. É considerado, por este feito, o inventor e precursor

do uso de tubos com balonetes. Guedel utilizou o seu próprio cachorro de estimação, chamado de "Airway", para fazer uma demonstração, na Faculdade de Medicina da Universidade de Indiana, que provaria a eficiência e adequação da função de selo da sua invenção — tubo endotraqueal com balonete. O animal foi anestesiado, intubado e submerso em um tanque de água. Este experimento foi um sucesso e consagrou Guedel e seu balonete com o prêmio "*Dunked Dog Experiment*".²⁹

Nos dias atuais, o tubo traqueal mais largamente utilizado é construído de policloreto de vinila (PVC). Para a intubação traqueal, deve inserido através das cordas vocais, com sua porção distal permanecendo na região da traquéia imediatamente antes da sua bifurcação (carina), para fornecer oxigênio e gases inalados aos pulmões³⁰. Os tubos podem ser confeccionados com e sem balonetes, aramados ou pré-dobrados (Figuras 1, 2, 3, 4 e 5). As principais razões para estabelecer uma via aérea definitiva em um paciente, através da intubação traqueal, são a incapacidade deste para manter a perviedade das vias aéreas, de proteger as vias aéreas contra aspiração, a falta de ventilação, a falta de oxigenação e a antecipação de um padrão respiratório deteriorado com iminente insuficiência respiratória.³⁰

Figura 1. Tubo traqueal sem balonete.



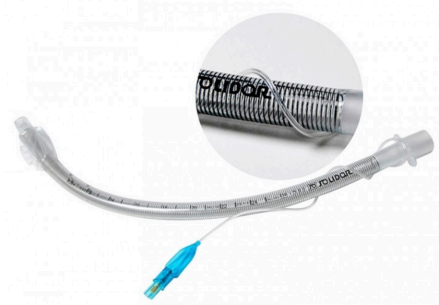
Fonte: Autora da Tese

Figura 2. Tubo traqueal com balonete.



Fonte: Autora da Tese

Figura 3. Tubo traqueal aramado.



Fonte: Autora da Tese

Figura 4. Tubo traqueal pré-dobrado (polar norte).



Fonte: Autora da Tese

Figura 5. Tubo traqueal pré-dobrado (polar sul).



Fonte: Autora da Tese

3.2 BALONETE

O balonete é um balão inflável na extremidade distal dos tubos traqueais, cânulas de traqueostomia, tubos laríngeos ou dispositivos extraglótricos.

No Brasil, o tipo de balonete dos tubos endotraqueais mais comumente utilizado é o de PVC com formato globular, mas existem ainda os de formato cilíndrico, confeccionados em poliuretano e de formato piriforme, confeccionados em PVC.³¹

Os balonetes são classificados em de alta pressão e baixo volume e de alto volume e baixa pressão.

Os tubos com balonetes de alta pressão e baixo volume, requerem, para a sua distensão, insuflação de altas pressões internas (180–250 mmHg). Parte desta pressão é transmitida para a traquéia, aumentando o risco de isquemia de mucosa e de lesões. O volume de ar a ser insuflado com este tipo de balonete é, em média, de 4 mL e qualquer pequeno volume de ar injetado a mais, acarreta grandes elevações na pressão interna do balonete.³²

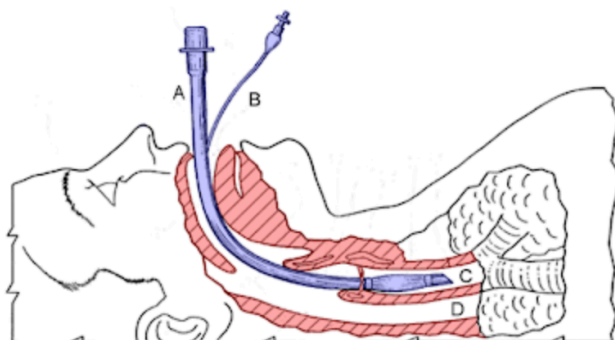
Em contrapartida, os tubos com balonetes de alto volume e baixa pressão permitem que o balonete acomode grande volume de ar, antes de aumentar a pressão, deixando desimpedida a circulação sanguínea da mucosa traqueal adjacente. Este é o tipo de balonete de tubo traqueal mais utilizado atualmente.³³

O balonete possui um balão guia, e os dois são conectados por um fino pertuito, também chamado de linha de insuflação. A linha de insuflação corre da extremidade distal do tubo, a partir do balonete, até unir-se ao balão guia. Em cerca de metade do trajeto, a linha corre justaposta à parede do tubo traqueal, porém antes de chegar ao balão guia, ela se descola da parede do tubo. No balão guia, na sua extremidade oposta à linha de insuflação, existe uma válvula que deve ser comprimida com um manômetro ou com o bico de uma seringa para introduzir ar ambiente, solução salina, Lidocaína²⁹ ou Óxido Nitroso³⁴ no interior do balão piloto, gerando dilatação do balonete. Uma vez insuflado, o balonete produz uma vedação contra a parede traqueal. Isso deve garantir a ventilação, evitar que conteúdos sólidos ou líquidos oriundos da orofaringe ou do estômago entrem na traquéia e manter a boa perfusão da mucosa traqueal.⁵

Alguns estudos, no entanto, apontam que, mesmo com pressão de insuflação mantida em 30 cmH₂O, invariavelmente, ocorre passagem de secreções orofaríngeas para o interior da traqueia.^{35,36}

Outra função importante da manutenção da insuflação do balonete, é centralizar o tubo no interior da traqueia, de forma que a sua ponta distal não se apoie na mucosa traqueal, evitando o trauma mecânico nesta região. (Figura 6). Tubos pediátricos são produzidos com e sem balonetes e discussões ainda existem quanto à indicação destes.³⁷.

Figura 6. Tubo traqueal com balonete posicionado nas vias aéreas. A: Tubo traqueal. B: Linha de insuflação e balão guia. C: Traqueia. D: Esôfago.



Fonte: Adaptado de El-Orbany *et al*³⁸

3.3 PRESSÃO DO BALONETE

Proporcionar e manter uma pressão apropriada do balonete dos tubos traqueais para pacientes ventilados mecanicamente é tarefa essencial.³⁹

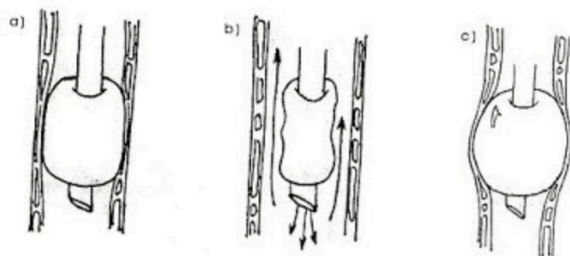
A pressão dentro do balonete insuflado é dinâmica e pode ser alterada por vários fatores.

Causas relacionadas à elevação da pressão dos balonetes são: o tamanho e a forma da traquéia, o uso de Óxido Nitroso, alterações na posição da cabeça e do pescoço, pneumoperitônio, posição de Trendelenburg, tosse, aspiração traqueal, broncoespasmo, laringoespasmo, edema pulmonar e altitude (transporte aéreo, por exemplo).⁴⁰⁻⁴³

Causas relacionadas à redução da pressão dos balonetes são: sedação, bloqueio neuromuscular e diminuição da temperatura corporal (como durante a circulação extra-corpórea).^{35,44}

Assim, ajustes regulares devem estar previstos para garantia da adequação contínua dos níveis pressóricos ¹⁵ (Figura 7).

Figura 7. Tubo instalado na traqueia com balonete insuflado com pressão adequada (a), abaixo (b) e acima do ideal (c).



Adaptado de El-Orbany *et al*³⁸

3.4 CONSEQUÊNCIAS DA PRESSÃO ALTA DO BALONETE

Se os balonetes são insuflados com pressões inadequadamente altas, pode ocorrer isquemia, pela redução do fluxo sangüíneo da mucosa traqueal, e complicações diversas, desde rouquidão e dor de garganta até aumento mortalidade.^{7,45,46,47} Pacientes em prótese ventilatória submetidos a anestesia ou internados em unidades de terapia intensiva têm sido observados, frequentemente, com pressões de balonetes de tubos muito acima dos valores recomendados.^{48,49}

3.5 CONSEQUÊNCIAS DA PRESSÃO BAIXA DO BALONETE

Por outro lado, se estes balonetes são insuflados a pressões mais baixas do que o necessário, podem causar vazamento, com consequente ventilação inadequada, aspiração do conteúdo gástrico e infecção respiratória^{25,50-52}.

Durante o período intraoperatório, os vazamentos podem causar perda de gases anestésicos e redução da liberação destes para o paciente, resultando em profundidade inadequada da anestesia, demandando correções da pressão do balonete ou troca de tubo.³⁸ O vazamento do balonete do tubo traqueal no intraoperatório é uma causa de preocupação substancial para o anestesiológico, já que a incapacidade de gerenciá-lo pode resultar em graves consequências.

A correção do vazamento com reinsuflação do balonete ou substituição do tubo pode ser tecnicamente difícil e arriscada em casos de via aérea difícil, pressão intracraniana elevada, doença cardíaca ou acesso difícil à região, como nas neurocirurgias,

cirurgias de cabeça e pescoço e robóticas^{40,53}. Nestas situações, a manipulação do tubo e seu balonete pode ter implicações com risco de vida e não ser uma opção no decorrer da cirurgia.

Com a falta de protocolos e diretrizes definidas para gerenciar vazamentos intraoperatórios do balonete, a agilidade e capacidade de tomar decisões críticas por parte do anestesiológista devem ser treinadas e valorizadas. Este profissional deve estar atento para identificar as causas de vazamentos e, ao mesmo tempo utilizar técnicas de manejo de pressão dos balonetes para mantê-los dentro de limites seguros para evitar danos aos pacientes.⁵³ (Quadro 2)

Quadro 2. Causas comuns de vazamento dos tubos traqueais.

Vazamento ao redor do balonete com sistema de insuflação intacto e funcionando adequadamente.	Vazamento devido a defeitos estruturais do balonete, do sistema de insuflação, danos não intencionais ou defeitos de fabricação.
Insuflação insuficiente do balonete	Válvula de insuflação incompetente
Migração cefálica do tubo traqueal	Balão piloto perfurado
Deslocamento para a traqueia de sonda nasogástrica	Linha de insuflação perfurada
Grande discrepância entre o tubo traqueal e os diâmetros traqueais	Parte intramural da linha de insuflação defeituosa
Elevada pressão de pico nas vias aéreas	Balonete assimétrico
	Balonete perfurado ou rasgado

Adaptado de El-Orbany *et al.*³⁸

3.6 INSTRUMENTOS PARA REGULAÇÃO DA PRESSÃO DO BALONETE

Dispositivos com reguladores eletrônicos de pressão dos balonetes de vias aéreas artificiais já estão disponíveis no mercado, porém são de elevado custo e ainda carecem de estudos que deem suporte à sua padronização e uso.⁵⁴

Assim, os manômetros analógicos são os instrumentos mais comumente utilizados para o controle de pressão dos balonetes dos tubos traqueais em anestesia, terapia

intensiva, resgates extra-hospitalares e emergências, com capacidade de aferição da pressão entre zero e 120 cmH₂O (Figura 8).

Figura 8. Manômetro analógico utilizado para aferição da pressão do balonete de tubo traqueal.



Fonte: Autora da Tese

Apesar das evidências científicas que recomendam seu uso^{12,15,55,56}, eles não são utilizados de forma rotineira, sendo substituídos pela técnica subjetiva de palpação digital, mesmo com os diversos estudos confirmando que esta não é adequada para identificar o valor, em cmH₂O, da pressão existente no interior dos balonetes^{57,58}. Devido à ineficácia desta técnica de aferição subjetiva, através da sensibilidade digital humana de palpação do balão piloto, a insuflação excessiva dos balonetes é comumente relatada em pacientes em uso de prótese ventilatória.^{12,13,15,21,25,59,60}

Até então não há diretrizes que recomendem calibração obrigatória para esses dispositivos. Porém, um estudo⁶¹ realizado com objetivo de investigar o nível de conformidade de marcas comerciais de diferentes manômetros, utilizando um calibrador de pressão específico para os mesmos, identificou que 48% dos dispositivos testados apresentaram um erro de variação de calibração superior a 1,3 cmH₂O nos níveis de pressão entre 20 e 30 cmH₂O; a minoria destes manômetros passou nos critérios de homologação. Os autores concluem que há um problema real de confiabilidade e acompanhamento desses dispositivos médicos e sugerem a continuidade do uso dos mesmos, porém com maior controle pela engenharia biomédica.

3.7 EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL COM MANUSEIO DO BALONETE

Quanto ao desempenho de profissionais de saúde na tarefa de insuflar os balonetes até pressões seguras por técnicas subjetivas, as pesquisas que compararam grupos distintos, incluindo médicos especialistas e residentes, concluíram que a experiência clínica não tem efeitos significativos na taxa de sucesso e que esta habilidade não evolui com o passar do tempo de formação.^{21,25,62,63}

Pesquisa realizada com enfermeiras de 30 unidades de terapia intensiva de North West England⁶⁴, sobre técnicas e rotinas de manuseio de balonetes de tubos traqueais e traqueóstomos de pacientes internados nestas unidades, concluiu que apenas 7% dos serviços pesquisados mediam rotineiramente a pressão dos balonetes logo após uma IT, após a troca de um tubo ou na recepção de um paciente já intubado. Das enfermeiras que participaram da pesquisa, 67% não sabia a pressão máxima aceitável para os balonetes que manipulavam.

4 MÉTODO

4.1 LOCAL E PERÍODO DE EXECUÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco, entre os meses de março e novembro de 2016.

4.2 DESENHO DO ESTUDO

O estudo foi do tipo observacional prospectivo, realizado após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (CAAE: 44486515.7.0000.5208) — Anexo A. Todos os aspectos éticos relativos à pesquisa com sujeitos humanos foram obedecidos.

4.3 POPULAÇÃO ESTUDADA

Os participantes do estudo foram médicos especialistas em anestesiologia do corpo clínico do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco e residentes de anestesiologia que estavam em treinamento no serviço no período pesquisado, juntamente com seus respectivos pacientes, na proporção de 1:1 (1 participante com 1 paciente).

4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS PARTICIPANTES

4.4.1 Critérios de inclusão

4.4.1.1 Médicos especialistas

Médicos com especialização completa em Anestesiologia, membros do corpo clínico do serviço de Anestesiologia do HC/UFPE que aceitaram participar da pesquisa.

4.4.1.2 Residentes

Médicos residentes de anestesiologia em treinamento no HC/UFPE que aceitaram participar da pesquisa.

4.4.1.3 Pacientes

- Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- Ambos os gêneros
- Idade entre 18 e 65 anos
- Submetidos a anestesia geral com intubação traqueal
- Uso da técnica subjetiva de insuflação com seringa e palpação digital do balão guia pelos residentes e especialistas

4.4.2 Critérios de exclusão

- Pacientes submetidos a anestesia geral com intubação traqueal e técnica objetiva para insuflação dos balonetes
- Pacientes com via aérea difícil antecipada
- Pacientes com risco de broncoaspiração
- Pacientes portadores de anormalidades anatômicas de laringe ou traqueia previamente conhecidas
- Procedimentos de emergência

(Apêndice A)

4.5 TAMANHO DA AMOSTRA

O tamanho da amostra foi calculado a partir do total de residentes ($R1+R2+R3$) que estavam em treinamento no bloco cirúrgico do serviço no período pesquisado, acrescentando-se quantidade semelhante de especialistas em anestesiologia do quadro clínico do serviço, para fins de equiparação da observação, o que resultou em 48 participantes (24 especialistas 24 residentes). Cada participante (especialista ou residente) e seu respectivo paciente, tiveram seus dados coletados e registrados uma única vez durante toda a pesquisa.

4.6 SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES

No período da pesquisa, os dias de coleta de dados foram selecionados de modo a que todos os médicos residentes em treinamento e número igual de especialistas pudessem participar, sem haver repetição destes participantes.

O procedimento selecionado para a pesquisa era sempre a primeira anestesia geral com intubação traqueal do dia realizada por um residente, desde que os critérios de inclusão e exclusão fossem obedecidos e o TCLE assinado pelo respectivo paciente. Para cada residente que era adicionado como participante, a próxima anestesia geral com intubação traqueal realizada por um especialista era incluída, desde que os critérios de inclusão e exclusão fossem obedecidos e o TCLE assinado pelo respectivo paciente.

Os pacientes eram convidados a participar do estudo durante a avaliação pré-anestésica realizada na antessala do bloco cirúrgico, antes da entrada para a sala de cirurgia. A todos eles era explicada de forma clara os termos da pesquisa, incluindo objetivos, riscos e a garantia dos seus direitos de aceitar ou não de participar no estudo. Quando aceitavam a participação, eram incluídos apenas após a leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. O TCLE foi confeccionado em duas cópias, uma para o paciente e outra para ser anexada aos formulários do estudo (Apêndice B).

4.7 PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA EXECUÇÃO DA PESQUISA E COLETA DE DADOS

Os tubos selecionados para intubação eram do mesmo fabricante, com diâmetro interno de 7,0 a 7,5 mm para mulheres e 8,0 a 8,5 mm para homens. Antes da intubação, todos os tubos foram testados para defeitos de fabricação, do tipo vazamento do balonete (através de injeção de ar no balão piloto) e ausência ou insuficiência de enchimento do balonete por obstrução do pertuito (linha de insuflação).

Após indução da anestesia geral, a intubação traqueal era realizada por um médico especialista ou residente de anestesiologia. A técnica subjetiva de insuflação do balonete do tubo era realizada através de injeção de ar no balão piloto, com uso de uma seringa de plástico de 10 mL, onde se injetava quantidade de ar suficiente para vedação, de acordo com o critério próprio de cada médico. Em seguida, o médico fazia a palpação digital do piloto para confirmar que o mesmo estava insuflado com pressão adequada. A mistura de gases utilizadas na ventilação pulmonar era composta por oxigênio e ar comprimido (O_2/Ar), sem inclusão de Óxido Nitroso.

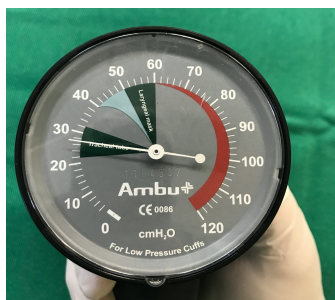
Para verificar o desempenho de cada médico participante do estudo com o uso da técnica subjetiva de insuflação com seringa e palpação digital para obtenção das pressões dos balonetes dos tubos traqueais, em até 60 minutos após a intubação traqueal, a medida da pressão intrabalonete era realizada pelos pesquisadores através de técnica objetiva, utilizando um manômetro analógico (AMBU®) acoplado ao balão guia, registrando em formulário próprio os dados obtidos (Figuras 9 e 10).

Figura 9. Insuflação do balonete com manômetro analógico após intubação traqueal.



Fonte: Autora da Tese

Figura 10. Manômetro analógico com medida da pressão ideal para o balonete (20–30 cmH₂O).



Fonte: Autora da Tese

Quando a pressão estava fora dos limites recomendados, o pesquisador informava ao médico que conduzia o caso, para que este pudesse fazer sua tomada de decisão quanto à correção.

Para verificar o nível de conhecimento de cada médico participante do estudo sobre os limites ideais mínimos e máximos de pressão para os balonetes de tubos traqueais e a experiência profissional com uso de manômetro analógico para a execução da técnica objetiva de instalação destas pressões, após a medida da pressão do balonete e estabilização da anestesia, o residente ou especialista respondia a um questionário com três perguntas:

a) Quais os limites ideais mínimos e máximos de pressão, em cmH₂O, para os balonetes de tubos traqueais?

- A resposta registrada do participante à pergunta “a” era o intervalo entre os valores mínimos e máximos das pressões recomendadas para balonetes de tubos traqueais, em cmH₂O.

b) Já utilizou um manômetro analógico para a execução da técnica objetiva de instalação destas pressões?

- A resposta “sim” do participante à pergunta “b” significava que o mesmo já houvera utilizado o manômetro analógico pelo menos uma vez. Com esta resposta, era solicitado ao participante que respondesse à pergunta “c”.
- A resposta “não” do participante à pergunta “b” significava que o mesmo nunca havia utilizado o manômetro analógico. Com esta resposta, a enquete era encerrada.

c) Usa, rotineiramente, manômetro analógico para a execução da técnica objetiva de instalação destas pressões?

- A resposta “sim” do participante à pergunta “c” significava que o mesmo utilizava regularmente o manômetro analógico na sua prática anestésica.
- A resposta “não” do participante à pergunta “c” significava que o mesmo utilizava o manômetro analógico de forma esporádica e sem regularidade.

4.8 PROCEDIMENTOS PARA O REGISTRO DE DADOS

Para registrar os dados coletados utilizou-se um formulário, a partir do qual foi montado um banco de dados em planilha *Excel* com as variáveis de cada participante. Os dados ficarão sob responsabilidade da pesquisadora Nádia Maria da Conceição Duarte pelo período mínimo de 05 (cinco) anos (Apêndice C).

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS E CARACTERIZAÇÃO AMOSTRAL

Os cálculos estatísticos foram realizados no software SPSS for Windows versão 21.0. Para apresentação dos resultados, as variáveis qualitativas foram expressas por valores absolutos e percentuais.

As variáveis quantitativas foram expressas por média, desvio-padrão (DP), mediana, intervalo inter quartil (IQR), mínimo e máximo. Para o estudo de associações entre as variáveis qualitativas foi aplicado o teste *Qui-Quadrado de Pearson e Exato de Fisher*. Foram considerados com diferença estatística significativa os resultados cujos níveis descritivos (valores de p) foram inferiores a 0,05.

4.10 ASPETOS ÉTICOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CEP/CCS/UFPE), CAAE: 44486515.7.0000.5208. (Anexo B). A coleta de dados foi iniciada apenas após esta aprovação. O projeto apoiou-se nos referenciais da bioética e todos os pacientes receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foi explicitado, por escrito e verbalmente, que o paciente poderia não participar da pesquisa sem prejuízo ao seu tratamento.

4.11 RISCOS

Os acontecimentos indesejados que poderiam vir a ocorrer durante a coleta de dados da pesquisa eram decorrentes da manipulação do tubo traqueal e seu balão piloto: queda da pressão intrabalonete, dano ao balão piloto ou extubação traqueal não intencional. Entretanto, tanto o pesquisador, quanto os residentes e especialistas estavam cientes e atentos quanto a estes riscos. Na ocorrência de quaisquer das eventualidades supracitadas, já estavam programadas as intervenções para a correção imediata, reinsuflação do balonete, troca do tubo ou reintubação traqueal.

4.12 BENEFÍCIOS

O estudo trouxe benefícios para os pacientes, pois os balonetes de tubos que estavam hiper ou hipoinсуflados tiveram correção imediata, por opção do médico responsável pelo caso, acarretando menores probabilidades de lesão traqueal ou broncoaspiração. Com os resultados obtidos no estudo, é possível conscientizar profissionais de saúde para o uso do manômetro específico e reduzir morbidades associadas à prática inadequada de insuflar o balonete utilizando-se de técnicas subjetivas.

5 RESULTADOS

Dos 48 participantes do estudo, houve perda de um caso no grupo especialistas, após identificação de erro, decorrente de coleta de dados do mesmo profissional já previamente pesquisado (duplicação). Assim, foram analisados os resultados de 47 participantes (24 residentes e 23 especialistas), cujos respectivos pacientes foram submetidos a anestesia geral, intubação traqueal e uso da técnica subjetiva de insuflação com seringa e palpação digital para instalação da pressão do balonete, no centro cirúrgico do HC-UFPE.

A Tabela 1 mostra a análise descritiva do perfil dos profissionais participantes, níveis de pressão encontrados e corrigidos, conhecimento sobre limites recomendados de pressão, experiência com manômetros e eventos adversos na pesquisa (Tabela 1).

Tabela 1. Perfil dos profissionais pesquisados e situação dos balonetes

Variáveis	n = 47
Profissional	
Residentes (R1)	8 (17,0%)
Residentes (R2)	9 (19,1%)
Residentes (R3)	7 (14,9%)
Especialistas	23 (48,9%)
Pressão dos balonetes (cmH ₂ O)	
Mínimo-Máximo	12-120
Média (DP)	52,5 (27,1)
Mediana (IQR)	50 (30–70)
Pressão dos balonetes (cmH ₂ O)	
Abaixo do ideal	5 (10,6%)
Ideal	8 (17,0%)
Acima do ideal	34 (72,3%)
Sabe a pressão ideal	28 (59,6%)
Já utilizou um manômetro	30 (63,8%)
Uso rotineiro de manômetro	2 (4,3%)
Correção da pressão do balonete	36 (76,6%)
Queda na pressão do balonete	0 (0%)
Extubação traqueal	0 (0%)
Dano ao balão piloto	0 (0%)

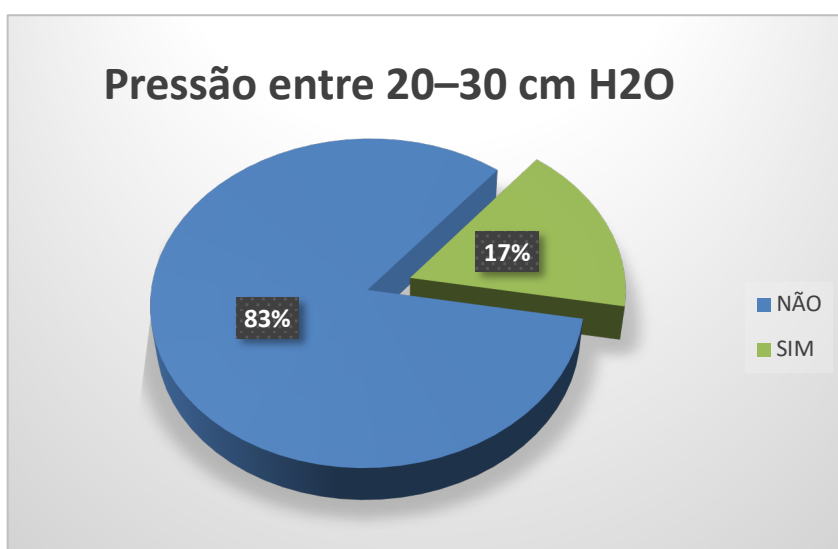
DP: Desvio Padrão

IQR: Intervalo Interquartil

A média encontrada de pressão em cmH₂O (52,5) foi muito acima da máxima recomendada (30), com grande variação da mínima e máxima (12–120). A mediana de pressão foi de 50 cmH₂O, com intervalo interquartis (IQR) variando entre 30 e 70 cmH₂O.

Dos balonetes investigados em todos os grupos, 83% não estavam de acordo com os limites de pressão recomendados, encontrando-se acima (72,3%) ou abaixo (10,6%) da faixa de 20 a 30 cmH₂O. Em apenas 17% dos casos os mesmos foram encontrados com pressão dentro destes limites ideais (Figura 11).

Figura 11. Distribuição de frequência da pressão ideal *versus* não ideal dos balonetes entre todos os participantes (n = 47)



Fonte: Autora da Tese.

Quando comparados os especialistas e residentes, quanto às pressões observadas nos balonetes, pode-se verificar que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos. Apenas 13% dos balonetes dos especialistas e 20,8% daqueles dos residentes encontravam-se dentro dos limites ideais de 20 a 30 cmH₂O. Dos balonetes que estavam fora destes limites, a predominância era de pressões acima do ideal (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação entre especialistas e residentes quanto aos níveis encontrados de pressão dos balonetes (cmH₂O), pressão ideal (20–30 cmH₂O) e correção da pressão (n= 47)

Variáveis	Especialistas (n = 23)	Residentes (R1+R2+R3) (n = 24)	p
Pressão do balonete			0,801 _F
Abaixo do ideal	3 (13,0%)	2 (8,3%)	
Ideal	3 (13,0%)	5 (20,8%)	
Acima do ideal	17 (73,9%)	17 (70,8%)	
Pressão ideal			0,701 _F
Não	20 (87,0%)	19 (79,2%)	
Sim	3 (13,0%)	5 (20,8%)	
Pressão corrigida	18 (78,3%)	18 (75,0%)	0,792 χ^2

F: teste Exato de Fisher

χ^2 : teste Qui Quadrado

Analisando os resultados encontrados no questionário aplicado aos especialistas e residentes, quanto ao conhecimento sobre os limites de pressão recomendados para os balonetes dos tubos traqueais, e sobre pelo menos uma utilização prévia ou rotineira de manômetros para aplicação de técnica objetiva de insuflação dos balonetes, também se observou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação entre especialistas e residentes quanto a conhecimento sobre limites recomendados para pressão dos balonetes e uso de técnica objetiva com manômetros (n=47)

Variáveis	Especialistas (n = 23)	Residentes (R1+R2+R3) (n = 24)	p
Sabe a pressão ideal	16 (69,6%)	12 (50,0%)	0,172 χ^2
Já utilizou um manômetro	16 (69,6%)	14 (58,3%)	0,423 χ^2
Uso rotineiro de manômetro	2 (8,7%)	0 (0%)	0,234 _F

F: teste Exato de Fisher

χ^2 : teste Qui Quadrado

Na comparação específica entre os residentes de primeiro, segundo e terceiro ano, também não foram encontradas diferenças significativas entre as pressões encontradas nos balonetes insuflados por técnica subjetiva (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação entre residentes quanto aos níveis encontrados de pressão dos balonetes (cmH₂O), pressão ideal (20–30 cmH₂O) e correção da pressão (n=24)

Variáveis	R1 (n = 8)	R2 (n= 9)	R3 (n = 7)	p
Pressão do balonete				0,804 _F
Abaixo do ideal	0 (0%)	1 (11,1%)	1 (14,3%)	
Ideal	2 (25,0%)	1 (11,1%)	2 (28,6%)	
Acima do ideal	6 (75,0%)	7 (77,8%)	4 (57,1%)	
Pressão Ideal				0,698 _F
Não	6 (75,0%)	8 (88,9%)	5 (71,4%)	
Sim	2 (25,0%)	1 (11,1%)	2 (28,6%)	
Pressão corrigida	6 (75,0%)	8 (88,9%)	4 (57,1%)	0,360 _F

F: teste Exato de Fisher

Na análise do questionário sobre o nível de conhecimento dos valores mínimos e máximos de pressão recomendados para os balonetes, não se evidenciou diferença entre residentes de primeiro, segundo e terceiro ano, apesar de um gradativo aumento de conhecimento do R1 até o R3. Todos os residentes, sem diferença, já haviam utilizado o manômetro pelo menos uma vez. Porém todos afirmaram que o uso deste instrumento não faz parte da sua rotina em anestesia (Tabela 5).

Tabela 5. Comparação entre residentes quanto a conhecimento sobre limites recomendados para pressão dos balonetes e uso de técnica objetiva com manômetros (n=24)

Variáveis	R1 (n = 8)	R2 (n= 9)	R3 (n = 7)	p
Sabe a pressão ideal	3 (37,5%)	4 (44,4%)	5 (71,4%)	0,461 _F
Já utilizou um manômetro	6 (75,0%)	4 (44,4%)	4 (57,1%)	0,515 _F
Uso rotineiro de manômetro	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-

F: teste Exato de Fisher

6 DISCUSSÃO

O estudo realizado foi do tipo observacional prospectivo, com objetivo de comparar médicos especialistas e residentes de anestesiologia quanto ao valor das pressões dos balonetes dos tubos traqueais insuflados por técnica subjetiva através de insuflação com seringa e palpação digital, quanto ao nível de conhecimento sobre os limites ideais mínimos e máximos desta pressão e quanto à experiência profissional com o uso do manômetro analógico para a execução da técnica objetiva.

As diretrizes sobre o tema orientam que, durante todo o período em que um paciente estiver sob ventilação com um tubo traqueal instalado, a pressão intrabalonete do mesmo deve permanecer na faixa entre 20 e 30 cmH₂O.²⁰

Nesse estudo, testamos a hipótese de que estes limites de pressão não são obedecidos quando um manômetro não é utilizado para a insuflação dos balonetes, independentemente da experiência do profissional envolvido no procedimento.

De fato, foi o que observamos, ou seja, mais de 80% dos pacientes estavam com os balonetes dos tubos traqueais inadequadamente insuflados, com pressões abaixo e, principalmente, acima dos valores recomendados pela literatura científica, sem haver diferença entre médicos especialistas e residentes de anestesiologia. Este resultado indica que esta não é uma habilidade que pode ser alcançada ao longo do tempo, com treinamento ou experiência profissional.

Em concordância com recomendações publicadas sobre manuseio de pressões inadequadas de balonetes^{18,38,51,55,60}, foram realizadas correção dos valores dos mesmos em 76% dos casos. De 20 balonetes fora da faixa ideal de pressão no grupo de especialistas, 18 foram corrigidos. De 19 balonetes fora da faixa ideal de pressão no grupo de residentess, 18 foram corrigidos. A opção de não corrigir a pressão dos balonetes em 03 casos onde existia esta indicação, apesar do pesquisador ter informado a não conformidade, foi do médico condutor do caso.

Através de diferentes desenhos e abordagens, vários estudos têm evidenciado a ineficácia das técnicas subjetivas para insuflação dos balonetes. Pacientes intubados tanto em emergências²³ e centros cirúrgicos^{4,6,15}, quanto em resgates extra-hospitalares^{23,24}, sem uso de manômetro para obtenção e manutenção de pressões adequadas nos balonetes dos seus tubos, apresentaram, como observado na

presente pesquisa, valores sistematicamente fora, principalmente acima, daqueles recomendados de 20 a 30 cmH₂O.

Um estudo prospectivo que analisou a insuflação com técnica subjetiva, com dois subgrupos utilizando seringas de 10 e 20 mL verificou que peso, idade e altura dos pacientes não modificaram os níveis de pressões encontradas. Porém, o uso de seringas maiores (20 mL) resultou em pressões mais elevadas e fora dos limites recomendados, com diferença estatisticamente significativa. E, de forma idêntica ao nosso estudo, concluiu que a técnica subjetiva é ineficiente.¹⁵ Os autores deixam a recomendação para o uso de tamanhos menores de seringa, quando da utilização da técnica subjetiva de enchimento dos balonetes.

Quando analisamos os dados deste estudo quanto à realização de ajustes na pressão dos balonetes com uso do manômetro (76,6%), observamos que os resultados se assemelham aos encontrados na literatura, como os de *Galinski et al.*, que tiveram 72% de correções realizadas.¹²

Durante procedimentos anestésicos, o foco no controle das pressões intrabalonetes é frequentemente direcionado a pacientes expostos a Óxido Nitroso. Confirmando estudo prévio¹⁰, apesar deste anestésico não ter sido utilizado nos pacientes desta pesquisa, a pressão nos balonetes ultrapassou o nível recomendado em mais da metade dos pacientes.

Os estudos também apontam para a ausência de diferenças nas habilidades de manuseio adequado dos balonetes com técnica subjetiva, quando confrontados técnicos, paramédicos, e médicos (anestesiologistas, emergencistas, intensivistas e residentes), independentemente de tempo de formação profissional.^{21,24,26,59,63} Utilizando um modelo experimental, *Hoffman et al.*²¹ procuraram determinar a habilidade dos médicos do corpo docente da medicina de emergência para insuflar corretamente, bem como estimar a pressão dos balonetes de tubos traqueais previamente insuflados. De forma semelhante aos participantes da nossa pesquisa, aqueles profissionais não conseguiram insuflar o balonete do tubo traqueal com pressões seguras utilizando técnica subjetiva. Também não conseguiram estimar, através da palpação digital, a pressão dos balonetes previamente insuflados.²¹

Pesquisa realizada em um Hospital Universitário de Minas Gerais⁶³, avaliou as pressões dos balonetes de tubos traqueais obtidas pela técnica de palpação digital, comparando, como no presente estudo, residentes e especialistas de anestesiologia.

Os resultados do nosso estudo praticamente repetiram os encontrados em Minas Gerais: 83% dos nossos balonetes tinham pressão inadequadamente altas ou baixas, enquanto eles encontraram 84,35% desta mesma não conformidade; e em ambos os estudos não se encontrou diferenças entre o desempenho de residentes e especialistas.

Confirmando a hipótese formulada no planejamento deste estudo, a igual e baixa eficiência de especialistas e residentes de anestesiologia na tarefa de estabelecer corretamente a pressão dos balonetes sem uso de manômetro, também corrobora várias outras publicações anteriores^{4,25,63} e endossa as afirmações de que a técnica objetiva para insuflar o balonete do tubo traqueal, associada a aferições e ajustes regulares, são medidas simples de realizar, que requerem pouco consumo de tempo e deveriam ser considerados como investimento em qualidade e segurança pelos serviços de saúde.^{7,15} Avaliar objetivamente as pressões dos balonetes dos tubos traqueais com uso de dispositivos recomendados é um esforço de relativo baixo custo e baixo risco, que requer aproximadamente 30 segundos para ser realizado; o treinamento prático da técnica de medição objetiva da pressão com manômetro analógico exige aproximadamente 15 a 20 minutos.⁶⁵

Destaca-se também, neste estudo, a igualdade entre residentes e especialistas, quanto ao nível de conhecimento sobre os padrões pressóricos recomendados para balonetes de tubos traqueais; os participantes tiveram uma média de 59,6% de acertos sobre os limites recomendados de pressão. Este resultado aponta melhor nível de informação sobre a questão em tela dos participantes deste estudo do que o que foi observado na pesquisa com as enfermeiras das unidades de terapias intensivas.⁶⁴ A descrição da ausência de uso rotineiro de manômetros, tanto pelos residentes quanto pelos especialistas, é determinada pela falta de acesso a estes instrumentos, e remete à necessidade de discutir educação continuada, treinamento, aquisição de equipamentos e engajamento de todas as partes dos sistemas de saúde, principalmente de centros universitários, nas estratégias para redução de morbimortalidade e melhoria contínua na assistência, ensino e pesquisa.

Uma limitação do presente estudo é o tamanho da amostra, pois foi realizado em um único hospital universitário com pequeno número de residentes para comparar com especialistas. Talvez um estudo multicêntrico, que envolvesse vários hospitais de ensino, pudesse oferecer resultados mais robustos, embora os resultados aqui apresentados corroborem aqueles da vasta maioria de publicações sobre o tema.

7 PERSPECTIVAS E CONTRIBUIÇÃO À CIÊNCIA

Este estudo observou que, utilizando técnica subjetiva para insuflação dos balonetes traqueais, médicos especialistas e residentes de anestesiologia obtiveram, sem diferença, baixas taxas de sucesso, pois 83% das pressões não se enquadravam na faixa segura de 20 a 30 cmH₂O e necessitavam correção.

Também não foram encontradas diferenças entre o nível de conhecimento destes profissionais sobre as pressões mínimas e máximas recomendadas para os balonetes e a experiência profissional com manômetros utilizados em técnicas objetivas.

Avaliar as pressões dos balonetes dos tubos traqueais objetivamente, com uso de um manômetro, é procedimento simples e rápido de ser aprendido e praticado. O risco teórico de deflação ou lesão do balonete durante a medição não é observado na maioria dos estudos e também não ocorreu neste. A manipulação dos balonetes sem uso de manômetro gera, com muita frequência, pressões aquém e, habitualmente, além dos valores recomendados, implicando em complicações potencialmente fatais.

Como especialista que trabalha, frequentemente, dentro de margens muito estreitas entre o ótimo e o catastrófico, o anestesiológista precisa, continuamente, se assegurar da sua atualização técnico-científica, do planejamento anestésico e do uso de técnicas validadas, reproduzíveis e seguras. A adequada monitorização é item de muita relevância durante um ato anestésico. Apesar de não constar, sistematicamente, na lista de monitores obrigatórios para a anestesia, e de ser muito subestimado em praticamente todos os países, a instalação, monitorização e ajustes da pressão dos balonetes dos tubos traqueais com técnica objetiva através de manômetros deveria ser um padrão normativo de conduta, para ser aplicado a todos os pacientes em uso de prótese ventilatória.

Embora atenção considerável seja dada ao estado da pressão dos balonetes de pacientes intubados internados em unidades de terapia intensiva, muito pouco é discutido ou planejado com relação a esta mesma questão em se tratando do intra-operatório. E esta conduta precisa ser revista e revertida. Mais estudos envolvendo anestesiológistas precisam ser publicados.

O importante relatório “Errar é humano: contruindo um sistema de saúde mais seguro”, publicado no início deste século, pelo *Institute of Medicine (USA) Committee on Quality of Health Care in America*⁶⁶, apontou que as causas dos eventos adversos são, em grande parte, falhas de processos, e não de pessoas. Sendo assim, com o conhecimento dos riscos a que são submetidos pacientes em serviços onde ainda não há instalada a cultura de qualidade e segurança, é mister redesenhar os sistemas, inserindo protocolos embasados em evidências científicas, para não apenas serem implantados, mas para serem seguidos e gerenciados, resultando em melhoria da assistência prestada ao paciente, bem como balanço positivo dos indicadores de qualidade distribuídos na estratégia do planejamento.

Como contribuição à ciência, este estudo deixa a recomendação de utilização de manômetros para, objetivamente, instalar e manter pressões adequadas dos balonetes dos tubos traqueais em todos os pacientes submetidos a intubação traqueal com tubos com balonetes, seja nos serviços de resgate, emergências, centro cirúrgico, salas de recuperação pós-anestésica ou unidades de terapia intensiva. Também sugerimos a inserção frequente e regular deste tema nas atividades de educação continuada, tanto para os iniciantes quanto para os mais antigos profissionais de saúde que manipulam as vias aéreas dos pacientes.

8 CONCLUSÕES

Concluimos que o manuseio do balonete do tubo traqueal com técnica subjetiva de insuflação com seringa e palpação digital não é eficiente para garantir os níveis pressóricos recomendados, devendo esta tarefa ser executada com uso de um manômetro. E que o nível de conhecimento sobre as pressões recomendadas e a experiência profissional no uso de dispositivos para realização de técnicas objetivas, tanto de especialistas quanto de residentes, são igualmente baixos.

REFERÊNCIAS

1. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology*. 2005;103(1):33-39.
2. Dat VQ, Geskus RB, Wolbers M, et al. Continuous versus intermittent endotracheal cuff pressure control for the prevention of ventilator-associated respiratory infections in Vietnam: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2018;19(1):217.
3. Auler JO, Jr., Galas FR, Hajjar LA, Franca S. [Mechanical ventilation in the intraoperative period]. *J Bras Pneumol*. 2007;33 Suppl 2S:S137-141.
4. Sengupta P, Sessler DI, Maglinger P, et al. Endotracheal tube cuff pressure in three hospitals, and the volume required to produce an appropriate cuff pressure. *BMC Anesthesiol*. 2004;4(1):8.
5. Sole ML, Su X, Talbert S, et al. Evaluation of an intervention to maintain endotracheal tube cuff pressure within therapeutic range. *Am J Crit Care*. 2011;20(2):109-117; quiz 118.
6. Seegobin RD, van Hasselt GL. Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1984;288(6422):965-968.
7. Liu J, Zhang X, Gong W, et al. Correlations between controlled endotracheal tube cuff pressure and postprocedural complications: a multicenter study. *Anesthesia and analgesia*. 2010;111(5):1133-1137.
8. Conti M, Pougeoise M, Wurtz A, et al. Management of postintubation tracheobronchial ruptures. *Chest*. 2006;130(2):412-418.
9. Ulrich-Pur H, Hrska F, Krafft P, et al. Comparison of mucosal pressures induced by cuffs of different airway devices. *Anesthesiology*. 2006;104(5):933-938.
10. Rokamp KZ, Secher NH, Moller AM, Nielsen HB. Tracheal tube and laryngeal mask cuff pressure during anaesthesia - mandatory monitoring is in need. *BMC Anesthesiol*. 2010;10:20.
11. Nseir S, Brisson H, Marquette CH, et al. Variations in endotracheal cuff pressure in intubated critically ill patients: prevalence and risk factors. *European journal of anaesthesiology*. 2009;26(3):229-234.
12. Galinski M, Treoux V, Garrigue B, Lapostolle F, Borron SW, Adnet F. Intracuff pressures of endotracheal tubes in the management of airway emergencies: the need for pressure monitoring. *Ann Emerg Med*. 2006;47(6):545-547.
13. Bulamba F, Kintu A, Ayupo N, et al. Achieving the Recommended Endotracheal Tube Cuff Pressure: A Randomized Control Study Comparing Loss of Resistance Syringe to Pilot Balloon Palpation. *Anesthesiol Res Pract*. 2017;2017:2032748.
14. Borhazowal R, Harde M, Bhadade R, Dave S, Aswar SG. Comparison between Two Endotracheal Tube Cuff Inflation Methods; Just-Seal Vs. Stethoscope-Guided. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(6):UC01-UC03.
15. Khan MU, Khokar R, Qureshi S, Al Zahrani T, Aqil M, Shiraz M. Measurement of endotracheal tube cuff pressure: Instrumental versus conventional method. *Saudi J Anaesth*. 2016;10(4):428-431.
16. Mogal SS, Baliarsing L, Dias R, Gujjar P. [Comparison of endotracheal tube cuff pressure changes using air versus nitrous oxide in anesthetic gases during laparoscopic abdominal surgeries]. *Rev Bras Anesthesiol*. 2018;68(4):369-374.
17. Williams GW, 2nd, Artime CA, Mancillas OL, et al. Subglottic perioperative airway - tube inflation via randomized evaluation with variable syringe size (spair-tire) study. *Clin Respir J*. 2018.

18. Feng TR, Ye Y, Doyle DJ. Critical importance of tracheal tube cuff pressure management. *World J Anesthesiol.* 2015;4(2):10-12.
19. Coelho RM, Paiva TTM, Mathias LAST. In vitro evaluation of the method effectiveness to limit inflation pressure cuffs of endotracheal tubes. *Braz J Anesthesiol.* 2016;66(2):120-125.
20. Jerre G, Silva Tde J, Beraldo MA, et al. [Physiotherapy on the mechanically ventilated patients]. *J Bras Pneumol.* 2007;33 Suppl 2S:S142-150.
21. Hoffman RJ, Parwani V, Hahn IH. Experienced emergency medicine physicians cannot safely inflate or estimate endotracheal tube cuff pressure using standard techniques. *Am J Emerg Med.* 2006;24(2):139-143.
22. Sathishkumar S, Young P. Tracheal cuff pressure--a survey of clinical practice. *Br J Anaesth.* 2002;88(3):456; author reply 456-457.
23. Chopra M, Jones L, Boulanger C, et al. Prospective observational measurement of tracheal tube cuff pressures in the emergency department. *Emerg Med J.* 2010;27(4):270-271.
24. Svenson JE, Lindsay MB, O'Connor JE. Endotracheal intracuff pressures in the ED and prehospital setting: is there a problem? *Am J Emerg Med.* 2007;25(1):53-56.
25. Saracoglu A, Dal D, Pehlivan G, Gogus FY. The Professional Experience of Anaesthesiologists in Proper Inflation of Laryngeal Mask and Endotracheal Tube Cuff. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2014;42(5):234-238.
26. Stein C, Berkowitz G, Kramer E. Assessment of safe endotracheal tube cuff pressures in emergency care - time for change? *S Afr Med J.* 2011;101(3):172-173.
27. Dobell AR. The origins of endotracheal ventilation. *Ann Thorac Surg.* 1994;58(2):578-584.
28. Sperati G, Felisati D, Bouchut, O'Dwyer and laryngeal intubation in patients with croup. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2007;27(6):320-323.
29. Robinson DH, Toledo AH. Historical development of modern anesthesia. *J Invest Surg.* 2012;25(3):141-149.
30. Ahmed RA, Boyer TJ. Endotracheal Tube (ET). In: *StatPearls.* Treasure Island (FL)2019.
31. Lau AC, Lam SM, Yan WW. Benchtop study of leakages across the Portex, TaperGuard, and Microcuff endotracheal tubes under simulated clinical conditions. *Hong Kong Med J.* 2014;20(1):7-15.
32. Dullenkopf A, Gerber A, Weiss M. Fluid leakage past tracheal tube cuffs: evaluation of the new Microcuff endotracheal tube. *Intensive Care Med.* 2003;29(10):1849-1853.
33. Young PJ, Pakeerathan S, Blunt MC, Subramanya S. A low-volume, low-pressure tracheal tube cuff reduces pulmonary aspiration. *Critical care medicine.* 2006;34(3):632-639.
34. Karasawa F, Tokunaga M, Aramaki Y, Shizukuishi M, Satoh T. An assessment of a method of inflating cuffs with a nitrous oxide gas mixture to prevent an increase in intracuff pressure in five different tracheal tube designs apparatus. *Anaesthesia.* 2001;56(2):155-159.
35. Negro MS, Barreto G, Antonelli RQ, et al. Effectiveness of the endotracheal tube cuff on the trachea: physical and mechanical aspects. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2014;29(4):552-558.
36. Dave MH, Koepfer N, Madjdpour C, Frotzler A, Weiss M. Tracheal fluid leakage in benchtop trials: comparison of static versus dynamic ventilation model with and without lubrication. *J Anesth.* 2010;24(2):247-252.
37. Litman RS, Maxwell LG. Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in pediatric anesthesia: the debate should finally end. *Anesthesiology.* 2013;118(3):500-501.

38. El-Orbany M, Salem MR. Endotracheal tube cuff leaks: causes, consequences, and management. *Anesthesia and analgesia*. 2013;117(2):428-434.
39. Danielis M, Benatti S, Celotti P, De Monte A, Trombini O. [Continuous monitoring of endotracheal tube cuff pressure: best practice in intensive care unit]. *Assist Inferm Ric*. 2015;34(1):15-20.
40. Gali B, Bakkum-Gamez JN, Plevak DJ, Schroeder D, Wilson TO, Jankowski CJ. Perioperative Outcomes of Robotic-Assisted Hysterectomy Compared With Open Hysterectomy. *Anesthesia and analgesia*. 2018;126(1):127-133.
41. Wu CY, Yeh YC, Wang MC, Lai CH, Fan SZ. Changes in endotracheal tube cuff pressure during laparoscopic surgery in head-up or head-down position. *BMC Anesthesiol*. 2014;14:75.
42. Kako H, Goykhman A, Ramesh AS, Krishna SG, Tobias JD. Changes in intracuff pressure of a cuffed endotracheal tube during prolonged surgical procedures. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2015;79(1):76-79.
43. Geng G, Hu J, Huang S. The effect of endotracheal tube cuff pressure change during gynecological laparoscopic surgery on postoperative sore throat: a control study. *J Clin Monit Comput*. 2015;29(1):141-144.
44. Kako H, Alkhatib O, Krishna SG, Khan S, Naguib A, Tobias JD. Changes in intracuff pressure of a cuffed endotracheal tube during surgery for congenital heart disease using cardiopulmonary bypass. *Paediatr Anaesth*. 2015;25(7):705-710.
45. Gaspar M, Maximiano LF, Minamoto H, Otoch JP. Tracheal stenosis due to endotracheal tube cuff hyperinflation: a preventable complication. *Autops Case Rep*. 2019;9(1):e2018072.
46. Wason R, Gupta P, Gogia AR. Bilateral adductor vocal cord paresis following endotracheal intubation for general anaesthesia. *Anaesth Intensive Care*. 2004;32(3):417-418.
47. Dobrin P, Canfield T. Cuffed endotracheal tubes: mucosal pressures and tracheal wall blood flow. *Am J Surg*. 1977;133(5):562-568.
48. Penitenti Rde M, Vilches JI, Oliveira JS, et al. Cuff pressure control in intensive care unit: training effects. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2010;22(2):192-195.
49. Aranha AG, Forte V, Perfeito JA, Leao LE, Imaeda CJ, Juliano Y. [Study of tracheal tube intra-cuff pressure.]. *Rev Bras Anesthesiol*. 2003;53(6):728-736.
50. Young PJ, Ridley SA. Ventilator-associated pneumonia. Diagnosis, pathogenesis and prevention. *Anaesthesia*. 1999;54(12):1183-1197.
51. Zolfaghari PS, Wyncoll DL. The tracheal tube: gateway to ventilator-associated pneumonia. *Crit Care*. 2011;15(5):310.
52. Kollef MH. The prevention of ventilator-associated pneumonia. *N Engl J Med*. 1999;340(8):627-634.
53. Krishnakumar M, Goyal A, Sudhir V, Reddy KM. Intraoperative endotracheal tube cuff leak during cerebral aneurysm surgery - A hard row to hoe. *Indian J Anaesth*. 2019;63(7):590-592.
54. Babic SA, Chatburn RL. Laboratory Evaluation of Cuff Pressure Control Methods. *Respir Care*. 2019.
55. Jedrzejczyk-Cwanek M, Wozniak K, Niemczyk E, Medrzycka-Dabrowska W, Ozga D. Is the Pressure Measurement in the Endotracheal Tube Cuff a Standard? A Simulation Study. *J Emerg Med*. 2018;55(1):e25-e26.
56. Talekar CR, Udy AA, Boots RJ, Lipman J, Cook D. Tracheal cuff pressure monitoring in the ICU: a literature review and survey of current practice in Queensland. *Anaesth Intensive Care*. 2014;42(6):761-770.

57. Pisano A, Verniero L, Galdieri N, Corcione A. Assessing the correct inflation of the endotracheal tube cuff: a larger pilot balloon increases the sensitivity of the 'finger-pressure' technique, but it remains poorly reliable in clinical practice. *J Clin Monit Comput.* 2019;33(2):301-305.
58. Giusti GD, Rogari C, Gili A, Nisi F. Cuff pressure monitoring by manual palpation in intubated patients: How accurate is it? A manikin simulation study. *Aust Crit Care.* 2017;30(4):234-238.
59. Parwani V, Hoffman RJ, Russell A, Bharel C, Preblich C, Hahn IH. Practicing paramedics cannot generate or estimate safe endotracheal tube cuff pressure using standard techniques. *Prehosp Emerg Care.* 2007;11(3):307-311.
60. Braz JR, Navarro LH, Takata IH, Nascimento Junior P. Endotracheal tube cuff pressure: need for precise measurement. *Sao Paulo Med J.* 1999;117(6):243-247.
61. Raft J, Lamotte AS, Maury B, et al. Reliability of cuff pressure gauges. *J Clin Monit Comput.* 2019;33(3):431-435.
62. Ozcan ATD, Doger C, But A, Kutlu I, Aksoy SM. Comparison of endotracheal tube cuff pressure values before and after training seminar. *J Clin Monit Comput.* 2018;32(3):527-531.
63. Vasconcelos PKS, da Silveira LAM, Filgueira GASA, et al. Avaliação da pressão do balonete das sondas de intubação traqueal: resultados obtidos pela técnica da palpação digital e experiência do anestesiologista. *Rev Med Minas Gerais.* 2017;27:1 - 7.
64. Abstracts of the Intensive Care Society and Riverside Group "State of the Art" meeting. London, United Kingdom, December 7-8, 2000. *Br J Anaesth.* 2001;87(2):330P-375P.
65. Mendelsohn AH, Mukdad L, Dhillon A. High intraoperative endotracheal tube cuff pressure incidence and clinical impact. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie.* 2018;65(3):331-332.
66. Kohn L. To err is human: an interview with the Institute of Medicine's Linda Kohn. *Jt Comm J Qual Improv.* 2000;26(4):227-234.

APÊNDICE A – CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

CrITÉrios de inclusÃO

Médico responsável pela anestesia

- Médico com especialização completa em Anestesiologia, membro do corpo clínico do serviço de Anestesiologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HC/UFPE).

Sim () Não ()

- Médico residente de anestesiologia em treinamento no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HC/UFPE).

Sim () Não ()

Paciente

- Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido: Sim () Não ()
- Idade entre 18 e 65 anos: Sim () Não ()
- Submetido a anestesia geral com intubação traqueal: Sim () Não ()
- Técnica subjetiva para insuflação dos balonetes: Sim () Não ()

CrITÉrios de exclusÃO

- Paciente não submetido a anestesia geral com intubação traqueal:

Sim () Não ()

- Paciente submetido a anestesia geral com intubação traqueal e técnica objetiva para insuflação dos balonetes: Sim () Não ()

- Paciente com via aérea difícil antecipada: Sim () Não ()

- Paciente com risco de broncoaspiração: Sim () Não ()

- Paciente portador de anormalidades anatômicas de laringe ou traqueia:

Sim () Não ()

- Procedimento de emergência: Sim () Não ()

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Convidamos o(a) Sr.(a) para participar, como voluntário(a), da Pesquisa: “Análise das pressões dos balonetes dos tubos endotraqueais em pacientes do Centro Cirúrgico do Hospital das Clínicas da UFPE.”, que sob a responsabilidade do pesquisador NÁDIA MARIA DA CONCEIÇÃO DUARTE, Rua Feliciano José de Farias, 160, apto 1301, CEP 51030-450, Boa Viagem, Recife-PE, Telefone: (81) 999757949, E-mail: nadiaduarte2011@gmail.com.

Este Termo de Consentimento pode conter alguns tópicos que o/a senhor/a não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa a quem está lhe entrevistando, para que o/a senhor/a esteja bem esclarecido (a) sobre tudo que está respondendo. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, caso aceite em fazer parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa o (a) Sr. (a) não será penalizado (a) de forma alguma. Também garantimos que o (a) Senhor (a) tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

Informações sobre a pesquisa

A pesquisa terá como estudo as pressões dos balonetes de tubos endotraqueais usados em pacientes submetidos a intubação. Isso significa que iremos apenas medir as pressões dos balonetes utilizando um manômetro específico (*cuffômetro*), após realizado o procedimento de intubação e posterior insuflação do balonete por meio de técnicas subjetivas pelo médico anestesiológico.

A intubação traqueal (IT) é um procedimento no qual posiciona-se uma sonda na sua traquéia, possibilitando que você inspire oxigênio e expire o gás carbônico mesmo quando você estiver sob o efeito da anestesia. Além disso, os tubos vêm equipados com um balonete que, quando insuflados, evitam que conteúdos indesejados caiam na traquéia. Esse balonete deve ser insuflado dentro de uma faixa ideal de pressão para que consiga vedar completamente a traqueia e que não cause nenhum dano à mucosa do órgão.

Uma vez que rotineiramente é usado o método subjetivo de insuflação do balonete, a pressão em que este foi insuflado será medida usando um método objetivo, o *cuffômetro* analógico e as pressões encontradas serão analisadas e descritas se encontram-se acima, abaixo ou dentro da faixa de valores ideais. Caso esteja fora, o médico anestesiológico será aconselhado a intervir, caso julgue necessário.

Os acontecimentos indesejados que podem vir a ocorrer são a retirada do tubo endotraqueal e/ou uma sutil queda da pressão intrabalonete após a aferição. Entretanto, se acontecerem quaisquer das eventualidades supracitadas, o médico anestesiológico intervirá imediatamente fazendo uma nova intubação ou reinsuflando o balonete. Como benefícios, esperamos promover a conscientização da equipe médica para o uso do método objetivo de insuflação do balonete, contribuindo para execução de protocolos de abordagem dos mesmos para facilitar o processo anestésico tentando, em última análise, diminuir os riscos associados a este procedimento na anestesia.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (valores das pressões encontradas nos balonetes), ficarão sob a responsabilidade da pesquisadora Nádia Maria da Conceição Duarte e armazenados em

arquivos de papel e no computador do próprio pesquisador, no endereço acima informado pelo período mínimo de 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidos pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – email: cepccs@ufpe.br).

(assinatura do pesquisador)

Consentimento da participação da pessoa como voluntária

Eu, _____, CPF/_____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo: “Análise das pressões dos balonetes dos tubos endotraqueais em pacientes do Centro Cirúrgico do Hospital das Clínicas da UFPE.”, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido(a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento.

Recife, _____ de _____ de _____

Assinatura do participante: _____

Impressão digital

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:
Assinatura:

Impressão digital

Nome:
Assinatura:

Impressão digital

APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS**Formulário de Pesquisa****PACIENTE**

Nome: _____

Idade: _____ Sexo: _____

Registro: _____

Cirurgia _____ à _____ qual _____ será _____ submetido: _____

Assinou o TCLE? Sim () Não ()

ANESTESIOLOGISTA

Nome: _____

R1 () R2 () R3 () Especialista ()

Já utilizou um manômetro? Sim () Não ()

Se sim, usa o manômetro rotineiramente? Sim () Não ()

PROCEDIMENTO

Hora da intubação: _____ Hora da aferição: _____

Pressão encontrada (cmH₂O): _____

Pressão encontrada: Ideal () Acima () Abaixo ()

Realizada correção da pressão? Sim () Não ()

PROBLEMAS COM A COLETA

Queda da pressão do balonete? Sim () Não () Quanto? _____

Extubação? Sim () Não ()

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-



DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

-	DADOS DO PROJETO DE PESQUISA	
Título Público: Análise das pressões dos balonetes dos tubos endotraqueais em pacientes do Centro Cirúrgico do Hospital das Clínicas da UFPE Pesquisador Responsável: Ana Maria Menezes Caetano Contato Público: Ana Maria Menezes Caetano Condições de saúde ou problemas estudados: Pressão do balnete do tubo traqueal Descritores CID - Gerais: Outras complicacoes de anestesia Descritores CID - Específicos: Outras complicacoes de anestesia Descritores CID - da Intervenção: Data de Aprovação Ética do CEP/CONEP: 04/09/2015		
-	DADOS DA INSTITUIÇÃO PROPONENTE	
Nome da Instituição: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE Cidade: RECIFE		
-	DADOS DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	
Comitê de Ética Responsável: 5208 - UFPE - Universidade Federal de Pernambuco - Campus Recife - UFPE/Recife Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br		
-	DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA	
Título da Pesquisa: Análise das pressões dos balonetes dos tubos endotraqueais em pacientes do Centro Cirúrgico do Hospital das Clínicas da UFPE Pesquisador Responsável: Ana Caetano Área Temática: Versão: 2 CAAE: 44486515.7.0000.5208 Submetido em: 31/08/2015 Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE Situação da Versão do Projeto: Aprovado Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável Patrocinador Principal: Financiamento Próprio		

Comprovante de Recepção: PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_506283

**ANEXO B – ARTIGO DA TESE ACEITO PARA PUBLICAÇÃO NO BRAZILIAN
JOURNAL OF ANESTHESIOLOGY**

Ref: BJAN_2019_434_R1

Title: Insuflação de balonete de tubo traqueal por método subjetivo: desempenho de médicos residentes e especialistas em anestesiologia. Estudo prospectivo observacional.

Journal: Brazilian Journal of Anesthesiology

Dear Professor. Duarte,

I am pleased to inform you that your paper has been accepted for publication. My own comments as well as any reviewer comments are appended to the end of this letter.

Your accepted manuscript will now be transferred to our production department. We will create a proof which you will be asked to check. You can read more about this [here](#). Meanwhile, you will be asked to complete a number of online forms required for publication. If we need additional information from you during the production process, we will contact.

Thank you for submitting your work to Brazilian Journal of Anesthesiology. We hope you consider us again for future submissions.

Kind regards,

Maria Carmona

Editor-in-Chief

Brazilian Journal of Anesthesiology

Manuscript Details

Manuscript number	BJAN_2019_434_R1
Title	Insuflação de balonete de tubo traqueal por método subjetivo: desempenho de médicos residentes e especialistas em anestesiologia. Estudo prospectivo observacional.
Short title	Insuflação de balonete de tubo traqueal: método subjetivo.
Article type	Research Paper

Abstract

Justificativa e Objetivos: O controle inadequado da pressão dos balonetes dos tubos traqueais pode resultar em complicações. A técnica objetiva com uso de manômetro é a recomendada para manutenção de valores seguros de pressão (20 - 30 cmH₂O). Mas como este instrumento é pouco disponível, os anestesiológicos recorrem a técnicas subjetivas. O objetivo deste estudo foi avaliar a adequação da técnica subjetiva para obtenção das pressões dos balonetes e o nível de experiência com uso do manômetro entre médicos especialistas e residentes de anestesiologia de um Hospital Universitário. **Método:** Estudo observacional prospectivo, com participantes que realizaram intubação traqueal e técnica subjetiva para insuflação dos balonetes. Pacientes com via aérea difícil, anormalidades anatômicas de laringe e traqueia, risco de broncoaspiração e os casos de emergência não foram incluídos. Até 60 minutos após a intubação, um investigador registrava a pressão do balonete utilizando um manômetro aneroide (AMBU®) conectado ao balonete guia do tubo. **Resultados:** Quarenta e sete anestesiológicos foram incluídos no estudo – 24 residentes e 23 especialistas. As pressões (cmH₂O) média (dP) e mediana (IQR) encontradas foram, respectivamente, 52,5 (27,1) e 50 (30 - 70). Da amostra, 83% estavam fora da faixa adequada de pressão, sem diferença entre especialistas e residentes. O nível de experiência com a técnica objetiva também foi semelhante entre os grupos. Correção da pressão foi realizada em 76,6% dos casos. **Conclusões:** A técnica subjetiva para insuflar os balonetes dos tubos traqueais resultou em alta prevalência de pressões inadequadas, sem diferença no desempenho entre especialistas e residentes.

Keywords	Intubação traqueal; tubo traqueal; pressão do balonete; manômetro; anestesiológico.
Corresponding Author	Nádia Maria da Conceição Duarte
Corresponding Author's Institution	Federal University of Pernambuco
Order of Authors	Nádia Maria da Conceição Duarte, Ana M M Caetano, Gustavo de Oliveira Arouca, Andréa Tavares Ferreira, José Luiz de Figueiredo

Insuflação de balonete de tubo traqueal por método subjetivo: desempenho de médicos residentes e especialistas em anestesiologia. Estudo prospectivo observacional.

Justificativa e Objetivos: O controle inadequado da pressão dos balonetes dos tubos traqueais pode resultar em complicações. A técnica objetiva com uso de manômetro é a recomendada para manutenção de valores seguros de pressão (20 - 30 cmH₂O). Mas como este instrumento é pouco disponível, os anestesiológicos recorrem a técnicas subjetivas. O objetivo deste estudo foi avaliar a adequação da técnica subjetiva para obtenção das pressões dos balonetes e o nível de experiência com uso do manômetro entre médicos especialistas e residentes de anestesiologia de um Hospital Universitário. **Método:** Estudo observacional prospectivo, com participantes que realizaram intubação traqueal e técnica subjetiva para insuflação dos balonetes. Pacientes com via aérea difícil, anormalidades anatômicas de laringe e traqueia, risco de broncoaspiração e os casos de emergência não foram incluídos. Até 60 minutos após a intubação, um investigador registrava a pressão do balonete utilizando um manômetro aneroide (AMBU®) conectado ao balonete guia do tubo. **Resultados:** Quarenta e sete anestesiológicos foram incluídos no estudo – 24 residentes e 23 especialistas. As pressões (cmH₂O) média (dP) e mediana (IQR) encontradas foram, respectivamente, 52,5 (27,1) e 50 (30 - 70). Da amostra, 83% estavam fora da faixa adequada de pressão, sem diferença entre especialistas e residentes. O nível de experiência com a técnica objetiva também foi semelhante entre os grupos. Correção da pressão foi realizada em 76,6% dos casos. **Conclusões:** A técnica subjetiva para insuflar os balonetes dos tubos traqueais resultou em alta prevalência de pressões inadequadas, sem diferença no desempenho entre especialistas e residentes.

Unitermos: Intubação traqueal; tubo traqueal; pressão do balonete; manômetro; anestesiológico.

Introdução

A intubação traqueal (IT) é uma das habilidades essenciais requeridas na prática anestésica, nas emergências, na terapia intensiva e nos ambientes de resgate extra-hospitalar. As complicações decorrentes do manuseio das vias aéreas estão relacionadas entre as mais frequentes e demandadas judicialmente da atividade médica.^{1,2}

Para aumentar a proteção das vias aéreas, os tubos utilizados para a IT possuem balonetes ao redor da sua porção distal, que devem ser insuflados através de um guia, também chamado de piloto, de modo a criar uma vedação do espaço entre o tubo e as paredes da traqueia, com pressões recomendadas entre 20 e 30 cmH₂O.³

A falta de adesão a estas recomendações pode implicar em complicações. Pressões de insuflação abaixo de 20 cmH₂O aumentam o risco de perda do gás que está sendo dirigido aos pulmões pela ventilação e de broncoaspiração de secreções e outros conteúdos presentes na orofaringe ou estômago.⁴ Pressões de insuflação mantidas acima de 30 cmH₂O podem superar a pressão dos capilares locais, com consequente redução do fluxo sanguíneo para a mucosa da porção ântero-lateral da traqueia. Pressões acima de 50 cm H₂O podem causar obstrução vascular completa e isquemia traqueal.⁵

A manutenção de valores inadvertidamente elevados da pressão dos balonetes dos tubos pode acarretar desde complicações menores, como disfagia, rouquidão e dor de garganta, até graves lesões e aumento da morbimortalidade – perda de mucosa ciliar, ulceração, hemorragia, estenose traqueal, traqueomalácia e fístula traqueoesofágica.⁶⁻⁸

Assim, para prevenir complicações, a pressão do balonete do tubo traqueal deve ser mantida no nível mais baixo possível, para garantir a adequação do fluxo sanguíneo para a mucosa traqueal, porém deve ser alta o suficiente para garantir a vedação segura do espaço entre as paredes do tubo e da traqueia^{9,10}.

Estratégias distintas têm sido desenvolvidas para obter adequado controle da pressão dos balonetes e reduzir os riscos destas complicações.¹¹⁻¹⁷ (Quadro I)

Técnica	Descrição
Técnica de volume oclusivo mínimo	Determinação do volume de ar a ser injetado no balonete com base <u>em quanto</u> é necessário para eliminar o vazamento inspiratório final, audível com ventilação com pressão positiva
Técnica de mínimo vazamento	Determinação do volume de ar a ser injetado no balonete com base <u>em quanto</u> é necessário para auscultar apenas um pequeno escape inspiratório final
Técnica de volume pré-determinado	Injeção de volume pré-determinado de ar para insuflar o balonete
Técnica de palpação	Palpação digital do balonete guia após insuflar o balonete endotraqueal
Monitoramento direto da pressão <u>intra-balonete</u>	Uso de um transdutor de pressão para fornecer diretamente uma leitura de pressão quantitativa

Quadro I. Técnicas comuns para avaliar as pressões do balonete endotraqueal. Adaptado de Feng et al.¹⁶

No entanto, as evidências se acumulam desfavoravelmente ao uso de técnicas subjetivas, e ainda sinalizam que não há correlação entre a pressão medida nos balonetes e a idade, sexo, altura ou peso dos pacientes. Da mesma forma, os achados das pressões não diferem em função do tamanho do tubo endotraqueal e do nível de capacitação do profissional que realiza o procedimento.¹⁸⁻²¹

Assim, o objetivo principal do estudo foi observar o valor das pressões dos balonetes dos tubos traqueais insuflados por técnica subjetiva, em pacientes submetidos a IT por médicos especialistas em anestesiologia do corpo clínico de um mesmo Hospital Universitário ou residentes de anestesiologia. Também foram pesquisados o nível de conhecimento sobre os limites ideais mínimos e máximos de pressão para os balonetes de tubos traqueais e a experiência dos médicos participantes com o uso do manômetro analógico para a execução da técnica objetiva de instalação destas pressões. A hipótese era que a insuflação dos balonetes dos tubos traqueais com a técnica subjetiva resultaria em elevadas frequências de pressões intra-balonetes abaixo e acima dos limites recomendados, e que o conhecimento dos limites pressóricos ideais e nível de experiência com manômetros seriam baixos, sem diferenças entre especialistas e residentes.

MÉTODO

Estudo observacional prospectivo, realizado entre junho e novembro de 2016 em um Hospital Universitário, após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (CAAE: 44486515.7.0000.5208). Todos os aspectos éticos relativos à pesquisa com sujeitos humanos foram obedecidos.

Após obtenção do termo de consentimento livre e esclarecido dos pacientes, foram incluídos no estudo 48 indivíduos com idade entre 18 e 65 anos, submetidos a anestesia geral com intubação traqueal e uso da técnica subjetiva de insuflação e palpação digital do piloto para estabelecer a pressão dos balonetes. A laringoscopia, intubação traqueal e insuflação dos balonetes foram realizados por especialistas em anestesiologia pertencentes ao corpo clínico da instituição ou por residentes de anestesiologia do primeiro, segundo e terceiro anos, denominados residente 1 (R1), residente 2 (R2) e residente 3 (R3). Pacientes com via aérea difícil antecipada, risco de broncoaspiração, anormalidades anatômicas de laringe ou traqueia previamente conhecidas e procedimentos de emergência não foram incluídos. Todos os acessos foram por via orotraqueal, com tubos de diâmetro interno de 8 ou 8,5 mm para homens e 7 ou 7,5 mm para mulheres.

Em até 60 minutos após a intubação traqueal, a medida da pressão intrabalonete era realizada pelos pesquisadores através de técnica objetiva, utilizando um manômetro analógico (AMBU®) acoplado ao balonete guia, registrando em formulário próprio os dados obtidos.

Nos casos em que a pressão estava fora dos limites recomendados, o pesquisador informava ao médico que conduzia o caso, para que pudesse fazer sua tomada de decisão quanto à correção.

O tamanho da amostra foi calculado a partir do total de residentes (R1+R2+R3) que estavam em treinamento no bloco cirúrgico do serviço no período pesquisado, acrescentando-se quantidade semelhante de especialistas em anestesiologia do quadro clínico do serviço, para fins de equiparação da observação, o que resultou em 48 participantes (24 especialistas 24 residentes). Cada participante (especialista ou residente) e seu respectivo paciente, tiveram seus dados coletados e registrados uma única vez durante toda a pesquisa.

Para apresentação dos resultados, as variáveis qualitativas foram expressas por valores absolutos e percentuais, enquanto as quantitativas foram expressas por média, desvio-padrão (dP), mediana, intervalo inter quartil (IQR), mínimo e máximo. Para o estudo de associações entre as variáveis qualitativas foi aplicado o teste Qui-Quadrado de Pearson e Exato de Fisher.

Foram considerados estatisticamente significantes os resultados cujos níveis descritivos (valores de p) foram inferiores a 0,05. Os cálculos estatísticos foram realizados no software SPSS for Windows versão 21.0.

Resultados

Dos 48 participantes do estudo, houve perda de um caso no grupo especialistas, após identificação de erro, decorrente de coleta de dados do mesmo profissional já previamente pesquisado (duplicação). Assim, foram analisados os resultados de 47 participantes (24 residentes e 23 especialistas), cujos respectivos pacientes foram submetidos a anestesia geral, intubação traqueal e uso de técnica subjetiva para instalação da pressão do balonete.

A Tabela I apresenta uma análise descritiva do perfil dos profissionais participantes, os níveis de pressão encontrados e corrigidos nos balonetes, o conhecimento sobre limites recomendados de pressão, a experiência com uso de manômetros e os eventos adversos durante a pesquisa (Tabela I).

Tabela I. Perfil dos profissionais pesquisados e situação dos balonetes em todos os grupos.

Variáveis	n = 47
Profissional	
Residentes (R1)	8 (17,0%)
Residentes (R2)	9 (19,1%)
Residentes (R3)	7 (14,9%)
Especialistas	23 (48,9%)
Pressão dos balonetes (cmH ₂ O)	
Mínimo – Máximo	12 - 120
Média (dP)	52,5 (27,1)
Mediana (IQR)	50 (30 - 70)
Pressão dos balonetes (cmH ₂ O)	
Abaixo do ideal	5 (10,6%)
Ideal	8 (17,0%)
Acima do ideal	34 (72,3%)
Sabe a pressão ideal	28 (59,6%)
Uso eventual de manômetro	30 (63,8%)
Uso rotineiro de manômetro	2 (4,3%)
Realizada correção da pressão dos balonetes fora dos limites ideais	36 (76,6%)
Houve queda na pressão do balonete durante a medida	0 (0%)
Houve extubação traqueal durante a medida	0 (0%)
Houve dano ao balonete durante a medida	0 (0%)

dP: Desvio Padrão

IQR: Intervalo Interquartil

A figura 1 apresenta a distribuição de frequência entre todos os participantes, segundo a adequação das pressões encontradas nos balonetes (Figura 1).

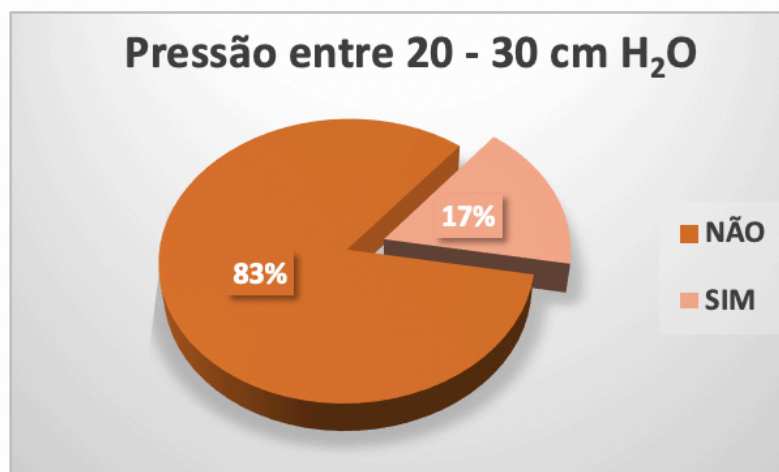


Figura 1. Distribuição de frequência da pressão ideal *versus* não ideal dos balonetes (n = 47)

Quando comparados os especialistas e residentes, quanto às pressões observadas nos balonetes, pode-se verificar que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos (Tabela II).

Tabela II. Comparação entre especialistas e residentes quanto aos níveis de pressão encontrados e corrigidos nos balonetes (n = 47)

Variáveis	Especialistas (n = 23)	Residentes (R1+R2+R3) (n = 24)	p
Pressão do balonete			0,801 _F
Abaixo	3 (13,0%)	2 (8,3%)	
Ideal	3 (13,0%)	5 (20,8%)	
Acima	17 (73,9%)	17 (70,8%)	
Pressão ideal			0,701 _F
Não	20 (87,0%)	19 (79,2%)	
Sim	3 (13,0%)	5 (20,8%)	
Pressão corrigida	18 (78,3%)	18 (75,0%)	0,792 _{χ²}

F: teste Exato de Fisher

χ²: teste Qui-Quadrado

Analisando os resultados encontrados no questionário aplicado aos especialistas e residentes, quanto ao conhecimento sobre os limites de pressão recomendados para os balonetes dos tubos traqueais, e sobre a utilização eventual ou rotineira de manômetros para aplicação de técnica objetiva de insuflação dos balonetes, também se observou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos (Tabela III).

Tabela III. Comparação entre especialistas e residentes quanto a conhecimento sobre limites recomendados para pressão dos balonetes e uso de técnica objetiva com manômetros (n = 47)

Variáveis	Especialistas (n = 23)	Residentes (R1+R2+R3) (n = 24)	p
Sabe Pressão ideal	16 (69,6%)	12 (50,0%)	0,172 χ^2
Uso eventual de manômetro	16 (69,6%)	14 (58,3%)	0,423 χ^2
Uso rotineiro de manômetro	2 (8,7%)	0 (0%)	0,234 F

F: teste Exato de Fisher

χ^2 : teste Qui Quadrado

Na comparação específica entre os residentes de primeiro, segundo e terceiro ano, também não foram encontradas diferenças significativas entre as pressões encontradas nos balonetes insuflados por técnica subjetiva (Tabela IV).

Tabela IV. Comparação entre residentes quanto aos níveis de pressão encontrados e corrigidos nos balonetes (n = 24)

Variáveis	R1 (n = 8)	R2 (n = 9)	R3 (n = 7)	p
Pressão do balonete				0,804 F
Abaixo	0 (0%)	1 (11,1%)	1 (14,3%)	
Ideal	2 (25,0%)	1 (11,1%)	2 (28,6%)	
Acima	6 (75,0%)	7 (77,8%)	4 (57,1%)	
Pressão Ideal				0,698 F
Não	6 (75,0%)	8 (88,9%)	5 (71,4%)	
Sim	2 (25,0%)	1 (11,1%)	2 (28,6%)	
Pressão corrigida	6 (75,0%)	8 (88,9%)	4 (57,1%)	0,360 F

F: teste Exato de Fisher

Na análise do questionário sobre o nível de conhecimento dos valores mínimos e máximos de pressão recomendados para a insuflação dos balonetes, não se evidenciou diferença entre os residentes de primeiro, segundo e terceiro ano de especialização. Tanto os R1, quanto os R2 e R3 confirmaram já haver feito uso do manômetro, sem diferença estatisticamente significativa entre eles, porém todos afirmaram que este instrumento não faz parte do seu arsenal de equipamentos para uso rotineiro em anestesia (Tabela V).

Tabela V. Comparação entre residentes quanto a conhecimento sobre limites recomendados para pressão dos balonetes e uso de técnica objetiva com manômetros (n = 24)

Variáveis	R1 (n = 8)	R2 (n = 9)	R3 (n = 7)	p
Sabe Pressão ideal	3 (37,5%)	4 (44,4%)	5 (71,4%)	0,461 _F
Uso eventual de manômetro	6 (75,0%)	4 (44,4%)	4 (57,1%)	0,515 _F
Uso rotineiro de manômetro	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-

F: teste Exato de Fisher

Discussão

Durante todo o período em que um paciente estiver com um tubo endotraqueal, a pressão intra-balonete do mesmo deve permanecer na faixa entre 20 e 30 cm H₂O.

No método padrão-ouro para instalação da pressão entre os limites ideais de 20 e 30 cmH₂O, o balonete deve ser insuflado através do seu piloto com o auxílio de um manômetro calibrado, analógico ou digital, que permite a medição contínua ou intermitente da pressão intra-balonete em tempo real, possibilitando ajustá-la sem interrupção da medição¹⁷. Entretanto estes instrumentos são considerados de custo elevado para aquisição e manutenção. Como consequência, técnicas subjetivas para a insuflação, apesar de ineficientes, continuam sendo as mais utilizadas.^{16,18}

Na técnica subjetiva mais comumente realizada, injeta-se uma quantidade aleatória de ar com uma seringa através do piloto do balonete e, através da palpação digital deste, infere-se se a pressão está adequada ou não. Estudos revelam que, com este método, a média de pressão deixada nos balonetes situa-se entre 35 e 62 cmH₂O, uma conduta de hiperinsuflação explicada pela grande variabilidade no volume de ar necessário para atingir pressões adequadas nos balonetes em diferentes perfis de pacientes, diâmetros de tubos utilizados, gases medicinais utilizados durante a ventilação pulmonar e pelo desejo do profissional de minimizar os riscos de aspiração pulmonar do conteúdo gástrico.^{3,11,14,22,23}

Nesse estudo, testamos a hipótese de que estes limites de pressão não são obedecidos quando um manômetro não é utilizado para a insuflação dos balonetes, independentemente da experiência do profissional envolvido no procedimento.

Mais de 80% dos nossos pacientes estavam com os balonetes dos tubos traqueais inadequadamente insuflados, com pressões abaixo e, principalmente, acima dos valores recomendados pela literatura científica, sem haver diferença entre médicos especialistas e residentes de anestesiologia.

Através de diferentes desenhos e abordagens, vários estudos têm evidenciado a ineficácia das técnicas subjetivas para insuflação dos balonetes.

Pacientes intubados tanto em emergências²³ e centros cirúrgicos^{3,5,13}, quanto em resgates extra-hospitalares^{19,23}, sem uso de manômetro para obtenção e manutenção de pressões adequadas nos balonetes dos seus tubos, apresentaram, como observado na presente pesquisa, valores sistematicamente fora, principalmente acima, daqueles recomendados de 20 a 30 cmH₂O.

Um estudo prospectivo que analisou a insuflação com técnica subjetiva, com dois subgrupos utilizando seringas de 10 e 20 ml verificou que peso, idade e altura dos pacientes não modificaram os níveis de pressões encontradas. Porém, o uso de seringas maiores (20 ml) resultou em pressões mais elevadas e fora dos limites recomendados, com diferença estatisticamente significativa. E, de forma idêntica ao nosso estudo, concluiu que a técnica subjetiva é ineficiente.¹³

Quando analisamos os dados deste estudo quanto à realização de ajustes na pressão dos balonetes após uso do manômetro (76,6%), observamos que os resultados se assemelham aos encontrados na literatura, como os de *Galinski et al.*, que tiveram 72% de correções realizadas.¹⁰

Os estudos também apontam para a ausência de diferenças nas habilidades de manuseio adequado dos balonetes com técnica subjetiva, quando confrontados técnicos, paramédicos, e médicos (anestesiologistas, ~~emergencistas~~, ~~intensivistas~~ e residentes), independentemente de tempo de formação profissional.^{18,19,21,24}

Utilizando um modelo experimental, *Hoffman et al.* procuraram determinar a habilidade dos médicos do corpo docente da medicina de emergência para insuflar corretamente, bem como estimar a pressão dos balonetes de tubos traqueais previamente insuflados. De forma semelhante aos participantes da nossa pesquisa, aqueles profissionais não conseguiram insuflar o balonete do tubo traqueal com pressões seguras utilizando técnica subjetiva. Também não conseguiram estimar através da palpação digital a pressão dos balonetes previamente insuflados.¹⁸

Confirmando a hipótese formulada no planejamento deste estudo, a igual e baixa eficiência de especialistas e residentes de anesthesiologia na tarefa de estabelecer corretamente a pressão dos balonetes sem uso de manômetro, também corrobora publicações anteriores^{3,20} e endossa as afirmações de que a técnica objetiva para insuflar o balonete do tubo traqueal, associada a aferições e ajustes regulares, são medidas simples de realizar, que requerem pouco consumo de tempo e deveriam ser considerados como investimento em qualidade e segurança pelos serviços de saúde.^{6,13}

Destaca-se também, neste estudo, a igualdade entre residentes e especialistas, quanto ao nível de conhecimento sobre os níveis pressóricos recomendados para balonetes de tubos traqueais e a falta de familiaridade com o uso do manômetro, que remete à necessidade de discutir educação continuada, treinamento, aquisição de equipamentos e engajamento de todas as partes dos sistemas de saúde, principalmente de centros universitários, nas estratégias para redução de morbimortalidade e melhoria contínua na assistência, ensino, pesquisa e extensão.

Uma limitação do presente estudo é o tamanho da amostra, pois foi realizado em um único hospital universitário com pequeno número de residentes para comparar com especialistas. Talvez um estudo multicêntrico, que envolvesse vários hospitais de ensino, pudesse oferecer resultados mais robustos, embora as publicações encontradas sobre o tema corroborem os resultados aqui apresentados.

Conclusões

Concluimos que o manuseio dos balonetes dos tubos traqueais com técnica subjetiva não é eficiente para garantir os níveis recomendados de pressão. Médicos especialistas e residentes de anesthesiologia não possuem habilidades para obtenção de pressões corretas dos balonetes traqueais com a técnica subjetiva, nem conhecimento sobre as pressões mínimas e máximas recomendadas para os balonetes ou sequer experiência com manômetros utilizados em técnicas objetivas. Sugerimos, portanto, que a instalação e monitorização da pressão dos balonetes dos tubos traqueais deva ser realizada, rotineiramente e de forma objetiva, com uso de manômetro.

1. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology*. 2005;103(1):33-39.
2. Dat VQ, Geskus RB, Wolbers M, et al. Continuous versus intermittent endotracheal cuff pressure control for the prevention of ventilator-associated respiratory infections in Vietnam: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2018;19(1):217.
3. Sengupta P, Sessler DI, Maglinger P, et al. Endotracheal tube cuff pressure in three hospitals, and the volume required to produce an appropriate cuff pressure. *BMC Anesthesiol*. 2004;4(1):8.
4. Sole ML, Su X, Talbert S, et al. Evaluation of an intervention to maintain endotracheal tube cuff pressure within therapeutic range. *Am J Crit Care*. 2011;20(2):109-117; quiz 118.
5. Seegobin RD, van Hasselt GL. Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1984;288(6422):965-968.
6. Liu J, Zhang X, Gong W, et al. Correlations between controlled endotracheal tube cuff pressure and postprocedural complications: a multicenter study. *Anesthesia and analgesia*. 2010;111(5):1133-1137.
7. Conti M, Pougeoise M, Wurtz A, et al. Management of postintubation tracheobronchial ruptures. *Chest*. 2006;130(2):412-418.
8. Ulrich-Pur H, Hrska F, Krafft P, et al. Comparison of mucosal pressures induced by cuffs of different airway devices. *Anesthesiology*. 2006;104(5):933-938.
9. Nseir S, Brisson H, Marquette CH, et al. Variations in endotracheal cuff pressure in intubated critically ill patients: prevalence and risk factors. *European journal of anaesthesiology*. 2009;26(3):229-234.
10. Galinski M, Treoux V, Garrigue B, Lapostolle F, Borron SW, Adnet F. Intracuff pressures of endotracheal tubes in the management of airway emergencies: the need for pressure monitoring. *Ann Emerg Med*. 2006;47(6):545-547.
11. Bulamba F, Kintu A, Ayupo N, et al. Achieving the Recommended Endotracheal Tube Cuff Pressure: A Randomized Control Study Comparing Loss of Resistance Syringe to Pilot Balloon Palpation. *Anesthesiol Res Pract*. 2017;2017:2032748.
12. Borhazowal R, Harde M, Bhadade R, Dave S, Aswar SG. Comparison between Two Endotracheal Tube Cuff Inflation Methods; Just-Seal Vs. Stethoscope-Guided. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(6):UC01-UC03.
13. Khan MU, Khokar R, Qureshi S, Al Zahrani T, Aqil M, Shiraz M. Measurement of endotracheal tube cuff pressure: Instrumental versus conventional method. *Saudi J Anaesth*. 2016;10(4):428-431.
14. Mogal SS, Baliarsing L, Dias R, Gujjar P. [Comparison of endotracheal tube cuff pressure changes using air versus nitrous oxide in anesthetic gases during laparoscopic abdominal surgeries]. *Rev Bras Anesthesiol*. 2018;68(4):369-374.
15. Williams GW, 2nd, Arttime CA, Mancillas OL, et al. Subglottic perioperative airway - tube inflation via randomized evaluation with variable syringe size (spair-tire) study. *Clin Respir J*. 2018.
16. Feng TR, Ye Y, Doyle DJ. Critical importance of tracheal tube cuff pressure management. *World J Anesthesiol*. 2015;4(2):10-12.
17. Coelho RM, Paiva TTM, Mathias LAST. In vitro evaluation of the method effectiveness to limit inflation pressure cuffs of endotracheal tubes. *Braz J Anesthesiol*. 2016;66(2):120-125.
18. Hoffman RJ, Parwani V, Hahn IH. Experienced emergency medicine physicians cannot safely inflate or estimate endotracheal tube cuff pressure using standard techniques. *Am J Emerg Med*. 2006;24(2):139-143.
19. Sathishkumar S, Young P. Tracheal cuff pressure--a survey of clinical practice. *Br J Anaesth*. 2002;88(3):456; author reply 456-457.
20. Chopra M, Jones L, Boulanger C, et al. Prospective observational measurement of tracheal tube cuff pressures in the emergency department. *Emerg Med J*. 2010;27(4):270-271.
21. Svenson JE, Lindsay MB, O'Connor JE. Endotracheal intracuff pressures in the ED and prehospital setting: is there a problem? *Am J Emerg Med*. 2007;25(1):53-56.
22. Saracoglu A, Dal D, Pehlivan G, Gogus FY. The Professional Experience of Anaesthesiologists in Proper Inflation of Laryngeal Mask and Endotracheal Tube Cuff. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2014;42(5):234-238.
23. Stein C, Berkowitz G, Kramer E. Assessment of safe endotracheal tube cuff pressures in emergency care - time for change? *S Afr Med J*. 2011;101(3):172-173.
24. Parwani V, Hoffman RJ, Russell A, Bharel C, Preblick C, Hahn IH. Practicing paramedics cannot generate or estimate safe endotracheal tube cuff pressure using standard techniques. *Prehosp Emerg Care*. 2007;11(3):307-311.

**ANEXO C – CERTIFICADO DO TEMA LIVRE “ANÁLISE DAS PRESSÕES DE
BALONETES DE TUBOS ENDOTRAQUEAIS ESTUDO OBSERVACIONAL
PROSPECTIVO”, APRESENTADO NO 64º CONGRESSO BRASILEIRO DE
ANESTESIOLOGIA, EM CURITIBA-PR, EM 14/11/2017.**



”

ANEXO D – CERTIFICADO PIBIC/UFPE/CNPQ - PARA DESENVOLVER O PROJETO PESQUISA DOS TUBOS ENDOTRAQUEAIS

11/03/2018 SIG@UFPE



PROPE-SQ
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS
DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

DECLARAÇÃO

Declaramos que GUSTAVO DE OLIVEIRA AROUCA foi selecionado(a) pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pernambuco - PIBIC/UFPE/CNPq - para desenvolver o projeto PESQUISA DOS TUBOS ENDOTRAQUEAIS sob orientação de ALVARO ANTONIO BANDEIRA FERRAZ no período de 1 de agosto 2017 a 31 de julho 2018. Ressaltamos que o(a) aluno(a) só receberá uma declaração de conclusão de pesquisa após cumprir com suas obrigações (entrega e aprovação de relatórios parcial e final e apresentação de trabalho no XXVI Congresso de Iniciação Científica (CONIC) da ufpe)

<https://siga.ufpe.br/ufpe/logado.jsf>

1/1

Prof. Ernani Rodrigues de Carvalho Neto Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Maria Tereza dos Santos Correia Coordenadora do PIBIC / PIBITI / PIBIC-EM

ANEXO E – CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO DE PÔSTER “PESQUISA DOS TUBOS ENDOTRAQUEAIS” NO 26º CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE (CONIC).

CERTIFICADO

2ª SEPEC SEMANA DE
UFPE ENSINO
2018 PESQUISA
 EXTENSÃO E
 CULTURA



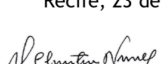
Certificamos que o(a) estudante GUSTAVO DE OLIVEIRA AROUCA apresentou os resultados de sua pesquisa intitulada “PESQUISA DOS TUBOS ENDOTRAQUEAIS”, sob orientação do(a) professor(a) ALVARO ANTONIO BANDEIRA FERRAZ, na modalidade de apresentação PÔSTER, no 26º Congresso de Iniciação Científica da UFPE (CONIC), durante a 2ª Semana de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (SEPEC) – 50 anos da Pedagogia do Oprimido: Vozes da Formação, promovida pela Universidade Federal de Pernambuco, no período de 21 a 23 de novembro de 2018.

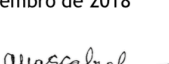


Recife, 23 de novembro de 2018


Paulo Savio Angeiras de Goes
 Pró-Reitor para Assuntos Acadêmicos


Ernani Carvalho
 Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação


Maria Christina de Medeiros Nunes
 Pró-Reitora de Extensão e Cultura


Ana Maria Santos Cabral
 Pró-Reitora para Assuntos Estudantis



Registrado no Sistema de Informação e Gestão de Projetos (SIGProj) sob protocolo: 318607.1636.86796.05122018