FÁTIMA KIYOKO HAYASHI

**Desenvolvimento e validação de um instrumento de avaliação de
competências em ventilação mecânica**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Ciências

Programa de Pneumologia

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Carvalho
Ferreira

São Paulo

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Hayashi, Fátima Kiyoko

Desenvolvimento e validação de um instrumento de
avaliação de competências em ventilação mecânica /
Fátima Kiyoko Hayashi. -- São Paulo, 2020.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.

Programa de Pneumologia.

Orientadora: Juliana Carvalho Ferreira.

Descritores: 1.Educação médica 2.Avaliação
educacional 3.Educação baseada em competências
4.Respiração artificial 5.Estudos de validação
6.Corpo clínico hospitalar 7.Desempenho psicomotor

USP/FM/DBD-052/20

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

DEDICATÓRIA

À minha família, pelo apoio e incentivo em todos os momentos. Agradeço por serem minha fonte de inspiração na minha vida pessoal e profissional. Agradeço pela família que “somos” e por todos os ensinamentos de vida. Dedico este trabalho a vocês!

AGRADECIMENTOS

A **Deus** que me permitiu viver este momento....

À minha grande **família**, em especial aos meus amados pais **Yocero e Kazuko**, que me inspiram a lutar pelos meus sonhos e a ser sempre perseverante. Aos meus queridos irmãos **Sanae, Edgar e Laura**; meus sobrinhos **Vítor, Akio e Henrique**; meus cunhados **Maurício, Mônica e Marcondes**, agradeço por me abastecerem sempre com força e amor!! Ao **Kurô**, nosso cachorro (tenho dúvidas se é...), que sempre me recebeu com um latido de alegria e um olhar acolhedor!!

À minha orientadora, doutora **Juliana Carvalho Ferreira**, por toda dedicação, orientação, amizade... Foram tantos momentos de aprendizagem, discussão, trabalho, tensões, mas sobretudo, de alegrias e realizações. Muito agradecida pela confiança e por todo o incentivo!!!

Aos professores e doutores **Paulo Sérgio Panse Silveira e José Siqueira** pela enorme contribuição em todo o entendimento estatístico do estudo!

Aos doutores **Pedro Caruso e Miyuki Nakamura** por permitirem que esse estudo se iniciasse...

Ao doutor **Henrique Moriya** por todo o conhecimento, incentivo e pelasempre disponibilidade; agradecida eternamente!

Ao **Departamento de Pneumologia** por abrir as portas da pós-graduação e me acolher tão bem!

Ao meu companheiro e amigo de pós-graduação, agora doutor, **Mayson Laércio de Araújo Sousa**, pela parceria e ensinamentos durante todo nosso processo! Quantos momentos de ansiedade, alegrias e realizações!! Chegamos até aqui como combinamos! Vivemos intensamente!!!

Aos doutores **Carmen Sílvia Valente Barbas, Alberto Cukier, Iolanda de Fátima Lopes Calvo Tibério** por todas as sugestões e orientações no momento da Qualificação.

Aos doutores **Carlos Roberto Ribeiro de Carvalho, Eduardo Leite Vieira Costa, Alexandre Marini Ísola** por agregarem conhecimento e aperfeiçoamento ao trabalho durante o projeto piloto.

Aos doutores **Maria Ignez Zanetti Feltrim, Fábila Diniz, Marcelo Beraldo, Pedro Caruso e Bruno Valle Pinheiro** pela contribuição no conteúdo deste trabalho!

Aos meus companheiros e amigos de trabalho do **Serviço de Fisioterapia do InCor**, pela paciência e apoio nesse período de muito estudo e dedicação! São tantas pessoas que seria difícil nomear Muito obrigada!

À **secretaria do Departamento de Pneumologia** por todo suporte durante o feitiço desse estudo.

À **secretaria da Comissão de Pós-Graduação do Instituto do Coração do HCFMUSP**, especialmente **Luana e Mônica**, que nunca me deixaram sem respostas e sempre me ajudaram muito durante todo o processo de pós-graduação.

Aos meus companheiros da **UCO do InCor** pela convivência harmoniosa de todos os dias e pelo apoio nessa trajetória.

Aos meus **amigos** que entenderam minha ausência e minhas preocupações em muitos momentos (tentei ser presente mas nem sempre foi possível...). Tantas pessoas que gostaria de citar ... Adriana Ribeiro, Camila Pincelli, Martinha, enfim, são tantas que adoro e agradeço a amizade

Aos meus **companheiros da pós-graduação** pelo incentivo e amizade...continuem firmes!!!

Aos **residentes da Clínica Médica do Hospital das Clínicas da FMUSP**, que participaram e enriqueceram todos os resultados desse trabalho.

Enfim, muito obrigada **a todos** que torceram por mim nessa jornada!!!

Normalização adotada

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

ABIM	<i>American Board of Internal Medicine</i>
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
CAPPesq	Comitê de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CCI	Curva Característica dos Itens
CPAP	<i>Continuous Positive Airway Pressure</i>
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
<i>E</i>	Elastância
ECOE	Exame Clínico Observacional Estruturado
et al.	e outros
FiO ₂	Fração inspirada de Oxigênio
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
HC	Hospital das Clínicas
Hz	Hertz
IQ	Índice de Qualidade
LIM 9	Laboratório de Investigação Médica 9
OSCE	<i>Objective Structured Clinical Exam or Exercises</i>
PCV	<i>Pressure Controlled Ventilation</i>
PEEP	<i>Positive End Expiratory Pressure</i>
P _{mus}	Pressão muscular (esforço inspiratório)
PSV	<i>Pressure Support Ventilation</i>
P _{va}	Pressão de vias aéreas
R	Resistência
REDCap	<i>Research Electronic Data Capture</i>
SDRA	Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo
SpO ₂	Saturação periférica de Oxigênio
TCT	Teoria Clássica dos Testes

TRI	Teoria da Resposta ao Item
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
V'	fluxo
V	Volume
VCV	<i>Volume Controlled Ventilation</i>
VM	Ventilação Mecânica
VNI	Ventilação Não Invasiva

RESUMO

Hayashi FK. *Desenvolvimento e validação de um instrumento de avaliação de competências em ventilação mecânica* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2020.

INTRODUÇÃO: A competência em ventilação mecânica (VM) é essencial para residentes, bolsistas e outros clínicos que cuidam de pacientes críticos e requer conhecimentos e habilidades complexas para evitar complicações e melhorar a sobrevida. O modelo de avaliação prática, *Objective Structured Clinical Exam or Exercises* (OSCE), tem sido utilizado para avaliar a competência clínica em muitas áreas, porém não há modelos de OSCE focados em VM. Para avaliar o conhecimento da VM, os testes escritos são os mais utilizados, mas não demonstram habilidades práticas. Neste estudo, desenvolvemos e validamos uma avaliação objetiva estruturada, modelo OSCE, para avaliar a competência em VM usando um simulador pulmonar acoplado a um ventilador mecânico; comparamos uma avaliação teórica antes e depois do estágio supervisionado dos residentes e também comparamos a avaliação objetiva estruturada com a teórica. **MÉTODOS:** O estudo incluiu residentes de Clínica médica do segundo ano do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo. A avaliação objetiva estruturada foi composta por perguntas selecionadas pelo Método Delphi com especialistas e aplicadas no primeiro dia de rotação da Unidade de Terapia Intensiva Respiratória; a avaliação teórica, adaptada de uma avaliação previamente validada, foi aplicada no início e no final do estágio. Utilizamos a Teoria da resposta ao item (TRI) para avaliar a qualidade de cada questão na avaliação objetiva estruturada e o Coeficiente de Alfa de Cronbach para avaliar confiabilidade. **RESULTADOS:** A avaliação objetiva estruturada incluiu 32 questões e a teórica, 24 questões. Foram elegíveis 81 residentes, incluídos 80, todos submetidos a uma avaliação objetiva estruturada e apenas 42 também responderam a avaliação teórica no início e no final do estágio. Em relação a avaliação objetiva estruturada, a confiabilidade foi adequada considerando o

cálculo do Coeficiente de Alfa de Cronbach, superior a 0,7. Os resultados da análise da TRI mostraram que a maioria das perguntas tinha boa qualidade, mas algumas apresentavam baixa qualidade, por serem fáceis ou difíceis demais, pouca discriminação ou mal formuladas. A melhor questão foi a que solicitava a medida da pressão expiratória final positiva intrínseca (auto-PEEP) e as de menor qualidade foram relacionadas a análise dos gases sanguíneos, ao reconhecimento da modalidade Pressão de Suporte e a abordagem de hipoxemia. A média do escore de pontuação, normalizado para uma escala de 0 a 10 foi de $6,2 \pm 1,3$. Nos resultados da análise da TRI, a pontuação média em uma escala de 0 a 10 foi de $5,4 \pm 1,8$. Quanto à avaliação teórica, o escore médio inicial foi de $7,6 \pm 2,4$ e $8,2 \pm 2,3$ na avaliação final. O aumento médio foi de 0,6 (IC95% 0,90 - 0,30) pontos e foi estatisticamente significativo ($p < 0,001$). Comparando a avaliação estruturada e teórica, houve correlação moderada e estatisticamente significativa com o teste de Spearman, $\rho = 0,41$ ($p = 0,002$).

CONCLUSÕES: Desenvolvemos e validamos uma avaliação objetiva e estruturada da VM, modelo OSCE, utilizando simulador pulmonar e ventilador mecânico, abordando as principais habilidades da VM para um programa de estágio médico. Observou-se que o desempenho dos estagiários da clínica médica na avaliação objetiva estruturada foi menor em comparação ao desempenho da avaliação teórica, sugerindo a necessidade de maior ênfase nas habilidades práticas de ensino relacionadas à VM durante o estágio médico. Houve um aumento no escore na avaliação teórica após o estágio supervisionado mostrando a importância do aprendizado e do treinamento prático para o manuseio adequado do ventilador mecânico.

DESCRITORES: Educação médica; Avaliação educacional; Educação baseada em competências; Respiração artificial; Estudos de validação; Corpo clínico hospitalar; Desempenho psicomotor.

SUMMARY

Hayashi FK. *Development and validation of an instrument for assessing mechanical ventilation competencies* [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2020.

INTRODUCTION: Competency in mechanical ventilation (MV) is essential for residents, fellows and other clinicians caring for critically ill patients and requires complex knowledge and skills to avoid complications and improve survival. The practical assessment model, Objective Structured Clinical Exam or Exercises (OSCE), have been used to assess clinical competency in many areas, but there are no OSCE models focused on MV. For assessing knowledge of MV, written tests are the most used but fail to show practical skills. In this study, we developed and validated a structured objective assessment, OSCE model, to assess competency in MV using a pulmonary simulator coupled to a mechanical ventilator; we compared a theoretical assessment before and after the supervised internship of residents and we also compared the structured objective assessment with the theoretical one. **METHODS:** The study included second-year internal medicine residents of the Hospital das Clínicas, University of Sao Paulo. The structured objective assessment was composed of questions that were selected by the Delphi Method with specialists and applied at the first day of their rotation in the Respiratory Intensive Care Unit; the theoretical assessment, adapted from a previously validated assessment, was applied at the beginning and in the end of the internship. We use Item Response Theory (IRT) to assess the quality of each question in the structured objective assessment and Cronbach's Alpha Coefficient to assess reliability. **RESULTS:** The objective structured assessment included 32 questions and the theoretical, 24 questions. 81 residents were eligible, including 80, all of whom underwent an objective structured assessment and only 42 also answered to the theoretical assessment at the beginning and end of the internship. Regarding the structured objective assessment, reliability was adequate considering the calculation of Cronbach's alpha coefficient, which was greater than 0.7. The results with the IRT analysis showed that most of the questions had a good quality, but some had a low quality, either because they were too easy or too difficult, little discrimination or poorly

formulated. The best question was the one that asked intrinsic Positive End Expiratory Pressure (PEEP) measurement and those of lower quality were related to blood gas analysis, recognition of the Pressure Support modality and in the hypoxemia approach. The average score, normalized for a scale from 0 to 10, was 6.2 ± 1.3 . In the results of the IRT analysis, the average score on a scale of 0 to 10, was 5.4 ± 1.8 . Regarding the theoretical evaluation, the initial average score was 7.6 ± 2.4 and 8.2 ± 2.3 in the final evaluation. The average increase was 0.6 (95% CI 0.90 - 0.30) points, and was statistically significant ($p < 0.001$). Comparing the structured and theoretical assessment, there was a moderate and statistically significant correlation with the Spearman test, $\rho = 0.41$ ($p = 0.002$).

CONCLUSIONS: We developed and validated an objective structured assessment on MV using a pulmonary simulator and a mechanical ventilator addressing the main skills in MV for a medical internship program. It was observed that the performance of medical clinic interns in the objective structured evaluation was lower comparing to the performance of the theoretical evaluation, suggesting greater emphasis on practical teaching skills related to MV during medical internship. There was an increase in the score in the theoretical evaluation after the supervised internship showing the importance of learning and practical training for the proper handling of the mechanical ventilator.

DESCRIPTORS: Education, medical; Educational measurement; Competency-based education; Respiration, artificial; Validation studies; Medical staff, hospital, Psychomotor performance.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas, símbolos e siglas

Resumo

Summary

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Avaliação de aprendizado no ensino médico	3
1.1.1 Pirâmide de Miller	3
1.1.2 Exame Clínico Observacional Estruturado (ECOE) ou <i>Objective Structured Clinical Exam or Exercises</i> (OSCE).....	5
1.1.3 Simuladores	5
1.2 Validação	7
1.2.1 Método Delphi	8
1.2.2 Psicometria	8
1.2.3 Teoria de Resposta ao Item (TRI).....	9
2 OBJETIVOS	12
3 MÉTODOS	13
3.1 População e local do estudo	13
3.2 Desenvolvimento e Validação da avaliação objetiva estruturada	14
3.3 Modelo do experimento-simulador	17
3.4 Montagem do experimento	18
3.5 Protocolo experimental	19
3.6 Coleta de dados – Avaliação objetiva estruturada	20
3.7 Coleta de dados – avaliação teórica	21
3.8 TRI	21
3.9 Análise estatística	22
4 RESULTADOS	24
4.1 Descrição da população.....	24
4.2 Validação da prova prática.....	25
4.2.1 Método Delphi	25
4.2.2 Teste piloto da avaliação objetiva estruturada	25
4.2.3 Coeficiente de Alfa de Cronbach.....	26
4.2.4 TRI da prova prática.....	27
4.2.5 Desempenho na prova prática	29

4.2.6 Competências relevantes: mais e menos acertadas.....	29
4.2.7 Desempenho da avaliação teórica - Comparação inicial e final.....	31
4.2.8 Correlação entre avaliação objetiva estruturada e a avaliação teórica inicial.....	31
5 DISCUSSÃO	32
5.1 População	32
5.2 Método Delphi	32
5.3 Coeficiente de Alfa de Cronbach.....	33
5.4 TRI	33
5.5 Competências mais e menos acertadas	35
5.6 Desempenho da avaliação teórica – comparação inicial e final.....	37
5.7 Correlação entre a avaliação objetiva estruturada e avaliação teórica inicial.....	37
5.8 Limitações do estudo	38
5.9 Implicações	38
6 CONCLUSÃO.....	39
7 ANEXOS	40
8 REFERÊNCIAS.....	53
Apêndice	

1 INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) é muito utilizada no suporte respiratório em pacientes críticos nas Unidades de Terapia Intensiva (UTI), portanto requer extenso conhecimento e capacitação da equipe clínica responsável⁽¹⁻⁴⁾.

As taxas de mortalidade dos pacientes admitidos em UTIs que necessitam de VM, são mais elevadas em comparação com aqueles que não requerem suporte respiratório^(5,6). Estudos multicêntricos apontam essas taxas entre 28 a 42%^(5,7,8). Informação sobre a incidência do uso de VM, as características do paciente e os desfechos clínicos de pacientes que necessitam de VM são importantes tanto da perspectiva clínica quanto da política de saúde⁽¹⁾.

Com o elevado número de pacientes em UTIs, observa-se que o tempo de decisão dos clínicos em relação ao tratamento, frequentemente faz a diferença entre a vida e morte desses indivíduos. Um dos principais cuidados está relacionado ao posicionamento do clínico referente aos ajustes da VM⁽⁹⁾.

Estudos randomizados tem demonstrado que estratégias específicas e baseadas em evidências no manejo da VM, podem diminuir complicações da VM, reduzir a mortalidade, diminuir a duração de VM, diminuir a permanência na UTI e ainda diminuir custos⁽¹⁰⁻¹²⁾.

Dessa forma, o conhecimento dessas estratégias e sua aplicação prática deveriam fazer parte do currículo de graduação e residência médica.

Médicos em treinamento em programas de residência de clínica geral, terapia intensiva e outras áreas com forte atuação em terapia intensiva, como anestesiologia, pneumologia e medicina de emergência devem ser adequadamente capacitados para manejar a ventilação mecânica de pacientes críticos. O ensino de VM deveria ser baseado em competências, ou objetivos de aprendizagem, em VM.

Há evidências em educação médica de que especificar competências podem direcionar e melhorar o aprendizado do conteúdo de um treinamento⁽¹³⁾. Goligher et al ⁽¹⁴⁾ formularam quais seriam as possíveis competências em VM em pacientes adultos por meio do método Delphi porém ainda não há um consenso definitivo sobre o assunto.

As competências em VM estão citadas em alguns artigos, porém no caso de programas de residência médica deveriam ser ainda mais enfatizadas. Atualmente poucos programas parecem utilizá-las no seu cotidiano⁽⁹⁾. As competências deveriam ser escolhidas e apresentadas sempre no início de treinamento ou estágio, assim como novas padronizações de avaliações ⁽¹⁵⁾ adotadas para melhorar o desempenho do residente . Além disso, uma vez estabelecidas as competências, elas não seriam definitivas permanentemente, podendo ser modificadas de acordo com novas evidências em VM.

Apesar do conhecimento do manejo do ventilador mecânico ser muito importante para corrigir as alterações de trocas gasosas, reduzir o trabalho respiratório e evitar complicações relacionadas à VM, não está claro se os programas de residência estão treinando seus alunos para prestarem esse atendimento de forma eficaz ^(9,16–18). Além do mais, a aprendizagem sempre foi um processo difícil de quantificar ⁽¹⁹⁾.

Atualmente muitos estudos fazem o comparativo sobre como seria a melhor forma de avaliar o aprendizado na área de saúde. As provas escritas são as mais utilizadas porém falham em mostrar como as habilidades práticas são adquiridas⁽¹⁹⁾.

Esses resultados mostram a necessidade da aplicação de avaliações mais aprofundadas para medir o conhecimento sobre VM. Testes práticos, refletindo o conteúdo teórico, vem se mostrando um grande aliado na avaliação do indivíduo e ainda complementando com as simulações, com equipamentos e pessoas, que podem melhorar as habilidades dos residentes em VM^(20,21).

Considerando a importância da avaliação do conhecimento de competências em VM dos residentes de clínica médica em nossa instituição, objetivamos criar uma avaliação prática nos moldes de uma avaliação objetiva

estruturada (AOE) associada ao uso de simulador pulmonar (ASL 5000) e ventilador mecânico com cenários clínicos que possa ser validada e posteriormente utilizada no nosso meio clínico para melhorar a capacitação dos profissionais que atuam em UTIs.

1.1 Avaliação de aprendizado no ensino médico

O conhecimento das diversas habilidades médicas dos residentes podem ser avaliadas por diferentes métodos, sendo por meio de avaliações orais/escritas com questionários ⁽²²⁾ ou ainda com avaliações a beira leito ^(23,24) e também, mais recentemente, por simulações⁽¹⁹⁾. As avaliações sobre conhecimento teórico e habilidades são necessárias pois os residentes, ao final de seu treinamento, devem ser capazes de lidar com doenças críticas complexas⁽¹⁷⁾.

No estudo de Rogers et al, foi feita uma comparação entre a prova teórica, um Exame Clínico Observacional Estruturado (ECO) e simulador, aplicados para estudantes de medicina. O resultado avaliou a aquisição do conhecimento do estudante na prova teórica porém não mostrou se conseguiriam resolver problemas na prática⁽¹⁹⁾.

1.1.1 Pirâmide de Miller

Para se compreender como os domínios de conhecimento de um residente devem ser considerados e avaliados, um modelo de aprendizagem denominado Pirâmide de Miller tem sido muito utilizado. A pirâmide compreende cinco níveis de estratificação do aprendizado ⁽²⁴⁻²⁷⁾. Os níveis considerados são listados na seguinte forma da base ao topo da pirâmide (Figura 1).

Figura 1 - Pirâmide de Miller. Demonstração dos 5 níveis da pirâmide com suas respectivas ações.

As avaliações escritas que são normalmente utilizadas e fazem parte do primeiro e segundo nível da pirâmide de Miller, testam as competências clínicas dos indivíduos^(9,16,28). Essas competências clínicas são também conhecidas como objetivos de aprendizagem e geralmente são designadas por cada instituição avaliadora^(9,25). São definidas por objetivos relacionados, no caso na área respiratória, a assuntos pertinentes à fisiologia respiratória, manuseio do ventilador, trocas gasosas, habilidades para determinados objetivos para intubação, impacto sobre a hemodinâmica, reconhecimento de modalidades ventilatórias e desmame da ventilação mecânica⁽²⁸⁾.

Apesar das avaliações escritas serem necessárias e úteis para verificação do conhecimento teórico, elas não avaliam as habilidades cognitivas, psicomotoras nem podem prever se o examinado aplicará o conhecimento em cuidados de pacientes em um cenário crítico e urgente. Considerando esta hipótese, para avaliar habilidades em VM seria importante incluir uma avaliação

baseada na performance do indivíduo frente à essas situações, ou seja, considerar uma avaliação considerando o modelo da Pirâmide de Miller^(25,26).

1.1.2 Exame Clínico Observacional Estruturado (ECOE) ou *Objective Structured Clinical Exam or Exercises* (OSCE)

Entre muitos testes utilizados na área médica que incluem essa integração, o mais utilizado no mundo é o modelo denominado OSCE. Criado por Ronald Harden ⁽²⁴⁾, em 1975 na Escócia, este instrumento avalia o clínico exatamente nas suas habilidades psicomotoras e cognitivas ^(19,23,25,29). O OSCE é composto por estações auxiliadas por avaliadores que descrevem os achados clínicos e resposta ao tratamento por meio de cenários. Em cada uma das estações, verificamos os objetivos do cenário; a situação clínica e o tempo estabelecido para realização da estação. O OSCE avalia as competências, seja em um paciente real ou simulado (anamnese, exame físico, diagnóstico ou manipulação) ou sem paciente (interpretação radiográfica, bancos de dados de busca, ou análise do trabalho na avaliação - pesquisa) ⁽³⁰⁾.

No OSCE, assim como em todos os testes práticos, observamos a presença de simulações do ambiente clínico⁽¹⁸⁾. Essas simulações são utilizadas desde a década de 60 em treinamento de várias carreiras como comercial e aviação espacial, operações nucleares e na educação médica⁽¹⁹⁾. As simulações podem ser bem aceitas pelo fato de existirem poucos padrões considerados superiores para diagnósticos e decisões de gestão devido à complexidade do corpo humano e também porque não é ético expor os pacientes a todos os testes possíveis⁽³¹⁾.

1.1.3 Simuladores

Na educação médica tem sido observado um aumento significativo do uso da tecnologia de simulação para ensino e também para avaliação. A simulação

permite exercer uma tecnologia com alta fidelidade, imitando pacientes reais, regiões anatômicas e tarefas clínicas permitindo erros e conhecimento para reconhecê-los e se necessário corrigi-los sem prejuízos aos pacientes⁽³²⁾.

Os fatores contribuintes com a simulação incluem ainda mudanças na prestação de cuidados de saúde e ambientes acadêmicos que limitam a disponibilidade do paciente como oportunidades educacionais; atenção mundial focada nos erros problemáticos e na necessidade de melhorar a segurança do paciente ⁽³³⁾; os paradigmas mudam para a educação baseada em resultados com seus requisitos de avaliação e demonstração de competências. O uso de simuladores aborda muitos desses problemas pois eles podem estar prontamente disponíveis a qualquer momento e podem reproduzir uma grande variedade de condições clínicas sob demanda.

A educação baseada em simulação permite que os profissionais aperfeiçoem suas habilidades em um ambiente sem riscos para os pacientes. Os avaliadores também podem usar simuladores para avaliações confiáveis de domínios internos de competência⁽¹⁸⁾.

O uso da tecnologia de simulação tem ainda o potencial de moldar a educação médica e a qualidade dos cuidados que os residentes oferecem ⁽³⁴⁾. O *American Board of Internal Medicine* (ABIM) recomenda que os residentes de medicina interna recebam treinamento de simulador antes de realizar procedimentos invasivos em pacientes. Estudos anteriores de educação, baseados em simulações, estabeleceram sua efetividade para melhorar habilidades e reduzir custos em áreas como cirurgia laparoscópica, endoscopia, suporte de vida cardiovascular avançado, emergência na gestão das vias aéreas, trauma e ressuscitação, broncoscopia, emergências obstétricas e inserção do cateter venoso central⁽¹⁷⁾.

No estudo desenvolvido por Schroedl et al⁽¹⁷⁾, foi avaliado qual seria o desfecho com atendimento a beira leito de residentes médicos comparando o treinamento clínico convencional com simulação de situações clínicas. A conclusão foi que a simulação aumentou consideravelmente o conhecimento dos residentes a beira leito.

Atualmente simulações são usadas e validadas por diversas áreas da medicina e são consideradas como ferramentas para melhor retenção de conhecimento em comparação com palestras tradicionais⁽³⁴⁾.

O treinamento com simulação tem mostrado uma tendência para um trabalho melhor em equipe do que a didática tradicional isoladamente^(20,32,34).

1.2 Validação

Mesmo aparentando eficácia, qualquer que seja o método de avaliação ou estatístico definidos, é necessária uma concordância sobre sua utilização por meio de uma validação. A validação pode ser descrita como o grau para o qual a inferência baseada no score de avaliação é correta ou seja, se um instrumento de medição realmente faz o que se destina a fazer^(24,35). Refere-se desta forma, no caso de avaliações, como um teste que produz resultados que seriam esperados entre indivíduos com vários níveis de conhecimento. A validação pode ser definida ainda como o processo de determinar o grau em que um modelo é uma representação precisa do mundo real a partir da perspectiva dos usos do modelo^(31,36).

Segundo Frey e al ⁽³⁶⁾, a validação baseada em modelo é uma das técnicas que mais fortemente é incentivada por pesquisadores para ser utilizada. Sendo assim, na medicina, investimentos enormes são feitos na criação de animais que modelam razoavelmente os aspectos da doença humana.

Como estratégia, alguns centros usam validações para criarem treinamentos para promover atributos de ensino conhecidos⁽³⁷⁾. Uma ferramenta, como exemplo, para auxiliar a validação no desenvolvimento de novas estratégias ou questões é o método Delphi.

1.2.1 Método Delphi

O Método Delphi envolve a aplicação sucessiva de questionários a um grupo de especialistas ao longo de várias rodadas. A pesquisa procura a prospecção de tendências futuras sobre o objeto em estudo. No intervalo de cada rodada são realizadas análises das respostas e o resultado é condensado em novos questionários que, por sua vez, são novamente distribuídos ao grupo. O objetivo principal é tentar se obter a mais confiável concordância entre os especialistas, embora nem sempre isso seja possível ou desejável⁽³⁸⁾.

Após todos os fatores expostos, consideramos que a avaliação efetiva também depende da colaboração entre uma equipe de professores e outros educadores, isso significa que qualquer mudança em um sistema de avaliação deve incluir não só o empenho dos indivíduos, mas também o investimento para capacitar os educadores a usar ferramentas de avaliação efetivamente. As ferramentas de avaliação devem ser tão boas quanto as pessoas que as utilizam⁽²⁵⁾. Constata-se que a avaliação, quando adequada, pode melhorar a performance em formandos e professores justificando nossa preocupação em criar uma ferramenta para esta finalidade.

1.2.2 Psicometria

A qualidade dos dados das avaliações práticas é verificada conciliando vários padrões de psicometria. Segundo Pasquali, a psicometria representa a teoria e a técnica de medida dos processos mentais, especialmente aplicada na área da Psicologia e da Educação. Ela se fundamenta na teoria da medida em ciências em geral, ou seja, do método quantitativo que tem, como principal característica e vantagem, o fato de representar o conhecimento da natureza com maior precisão do que a utilização da linguagem comum para descrever a observação dos fenômenos naturais.

A psicometria procura explicar o sentido que têm as respostas dadas pelos sujeitos a uma série de tarefas, tipicamente chamadas de itens. Consiste

assim em um conjunto de técnicas utilizadas para mensurar, de forma adequada e comprovada experimentalmente, um conjunto ou uma gama de comportamentos que se deseja conhecer melhor, focar na confiabilidade e validade da medida^(39,40).

Inicialmente para se obter medidas psicométricas, a Teoria Clássica dos Testes (TCT) era a maneira convencional de se medir e relatar confiabilidade e validade em pesquisas ⁽⁴¹⁾, porém nos últimos anos houve algumas inovações. Os procedimentos baseados no modelo clássico da psicometria apresentam limitações que se refletem na qualidade dos testes, assim foram propostas soluções para fortalecê-las. Com o aprimoramento de tais procedimentos na década de 50, foi desenvolvido um novo modelo conhecido atualmente como Teoria de Resposta ao Item ou simplesmente TRI⁽⁴²⁻⁴⁴⁾.

1.2.3 Teoria de Resposta ao Item (TRI)

O modelo matemático de TRI tem sido adotado por diversos pesquisadores para avaliação de instrumentos da área de saúde e de ensino⁽⁴⁵⁾. A TRI avalia especificamente cada um dos itens e estima qual é a probabilidade de acerto da questão e quais são os fatores que afetam esta probabilidade de cada item individualmente ser acertado ou não (em testes de aptidão) ou de ser aceito ou rejeitado (em testes de preferência: personalidade, interesses, atitudes). Nesta situação, a probabilidade de acerto de uma questão está associada aos traços latentes, ou seja, a um fenômeno psicológico, que podem ser as características do indivíduo que não são observadas diretamente em uma avaliação convencional^(42,46).

A teoria do modelo da TRI pode ser descrita com a Curva Característica dos Itens (CCI) que considera, geralmente, 3 parâmetros psicométricos listados a seguir:

a = é a discriminação do item entre os indivíduos com maior e menor desempenho

b = é a dificuldade do item (medida na mesma escala que a habilidade)

c = é a probabilidade de indivíduos com baixa habilidade responderem corretamente (probabilidade de acerto casual/adivinhação)

A TCT foca em produzir testes de qualidade, enquanto a TRI em produzir tarefas (itens) de qualidade ^(40,43,47).

A TRI possibilita produzir pontuações equivalentes, mesmo quando os examinados realizam exames feitos de diferentes questões. Na TRI, o procedimento de medida utilizado parte da suposição de que existe no sujeito um traço latente (uma característica individual determinante de como responder aos itens de um teste) que possui uma relação probabilística com cada um dos itens utilizados⁽⁴⁷⁾. Enquanto na TCT o objetivo fundamental é o resultado total obtido por determinada pessoa em um teste ⁽⁴⁵⁾, na TRI suporta-se a administração, baseada em computador, de exames adaptados ao nível de habilidade de testadores individuais; isso permite que os testes sejam reduzidos em até 40%.

A capacidade de encurtar testes tem implicações de custo e validade, além disso, menos exposição ao material de teste diminui a probabilidade de que futuros examinados estejam familiarizados com o conteúdo do exame⁽²⁵⁾.

Na área da saúde, a disponibilidade de tecnologia mais sofisticada nos últimos 50 anos fez com que houvesse mudanças nos testes de conhecimento médico e julgamento de maneiras fundamentais. A introdução do computador permitiu uma era de testes em larga escala, incentivando o uso de questões de múltipla escolha que poderiam ser digitalizados por máquina, transformados em pontuações e depois reportados de maneira eficiente e objetiva.

O impacto da tecnologia na avaliação de habilidades clínicas tem sido mais lento para se desenvolver, mas agora há uma série de ferramentas que recriam aspectos do encontro clínico com considerável fidelidade. Esses métodos têm um impacto crescente na avaliação, especialmente na área de habilidades processuais⁽²⁵⁾.

Atualmente, existem novos modelos de TRI que utilizam um quarto parâmetro, o *distraction* (d), probabilidade de escolha da alternativa correta por um indivíduo com alta habilidade, e que deveria ser próximo a 100%. Quando há

ambiguidade entre a alternativa correta e uma incorreta, podemos observar que esta cauda à direita não atinge 100%⁽⁴⁸⁾.

A TRI com 4 parâmetros, com a sua CCI (Figura 2), pode ser considerada um modelo mais robusto para determinadas análises de avaliações⁽⁴⁹⁾.

FONTE: APEX/SISLAU

Figura 2. Curva da TRI para 4 parâmetros; onde a = é a discriminação do item entre os indivíduos com maior e menor desempenho; b = é a dificuldade do item (medida na mesma escala que a habilidade); c = é a probabilidade de indivíduos com baixa habilidade responderem corretamente; d = probabilidade de escolha da alternativa correta por um indivíduo com alta habilidade

É possível aplicar a TRI com diferentes modelos dependendo do objetivo e dos dados considerados. A escolha da quantidade de parâmetros, depende sempre do ajuste dos dados ao modelo matemático⁽⁴²⁾.

2 OBJETIVOS

1. Desenvolver uma avaliação objetiva estruturada utilizando um simulador pulmonar mecânico para avaliar competências em ventilação mecânica entre residentes de clínica médica

2. Validar essa avaliação por meio do método Delphi e aplicação em profissionais com diferentes níveis de competência em VM

3. Descrever o desempenho de residentes de clínica médica na avaliação objetiva estruturada e em avaliação teórica

4. Comparar o desempenho dos residentes de clínica médica antes e depois do estágio supervisionado por meio de avaliação teórica

3 MÉTODOS

3.1 População e local do estudo

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) e aprovado (Anexo A). O local de realização foi o Laboratório de Ventilação Mecânica do Laboratório de Investigação Médica 9 (LIM 9) e UTI Respiratória da Divisão de Pneumologia do Hospital das Clínicas /Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

O critério de inclusão era ser residente do segundo ano do Programa de Residência de Clínica Médica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP) em estágio na UTI respiratória do Instituto Central no complexo HC-FMUSP.

Os critérios de exclusão foram: impossibilidade da presença do residente nas datas estipuladas para a coleta de dados (primeira semana de estágio); recusa de participação e de assinatura dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B) e os Termos de confidencialidade (Anexo C).

No estágio na UTI respiratória os residentes eram os responsáveis pelo cuidado de pacientes sob ventilação, realizando modificações dos parâmetros ventilatórios com a ajuda de residentes de pneumologia e médicos pneumologistas e intensivistas, responsáveis pela supervisão da unidade. Atividades do estágio incluíam visita multidisciplinar diária para discussão dos casos e planejamento terapêutico, com foco na VM, mas também no cuidado dos pacientes como um todo. Nesta visita, com duração média de duas horas, participavam um médico supervisor, todos os residentes e o fisioterapeuta da unidade. Além disso, participaram de discussões à beira do leito focadas no cuidado dos pacientes sob VM, que envolviam interpretação das curvas e ajustes dos parâmetros do ventilador. Essas discussões eram baseadas nas demandas dos residentes. Sempre que iam ser feitos ajustes matinais na VM, o médico

supervisor e os residentes se reuniam à beira leito para discutir os ajustes ventilatórios. Ao longo do dia, a depender da complexidade de cada paciente, os ajustes eram revistos, e os residentes tinham a oportunidade de modificá-los sob a supervisão de residentes de pneumologia ou dos médicos supervisores. Os residentes eram expostos a quatro aulas teóricas, com uma hora de duração, cada uma abordando os temas modos ventilatórios, VM na Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA) e hipoxemia grave, VM em pacientes obstruídos e desmame da VM. As aulas combinavam modelo expositivo tradicional com desenho de curvas ventilatórias em quadro branco e participação dos residentes por meio de perguntas e sugestões.

Além disso, eram realizadas simulações em VM usando um software online (www.xlung.net, *Pulmocenter, Brasil*). O tempo de treinamento prático com a ferramenta virtual foi de aproximadamente 90 minutos. Foi realizado por meio de projeção da tela do computador para o grupo e utilizando casos clínicos padronizados, os residentes eram estimulados a sugerir os ajustes ao ventilador virtual e avaliar o resultado de suas decisões. Os médicos supervisores responsáveis pelo ensino dos residentes foram os mesmos durante o período do estudo⁽⁵⁰⁾.

3.2 Desenvolvimento e Validação da avaliação objetiva estruturada

Inicialmente formulamos uma versão inicial da avaliação objetiva estruturada com trinta e seis questões divididas em seis cenários baseados nas competências médicas em ventilação mecânica descritos na literatura e utilizados em alguns programas de residência médica⁽¹⁴⁾.

As competências medidas na avaliação objetiva estruturada estão listadas no Quadro 1⁽¹⁴⁾.

QUADRO 1 - Competências medidas na avaliação objetiva estruturada

QUESTÃO	COMPETÊNCIAS BÁSICAS AVALIADAS
CENÁRIO 1 – MECÂNICA PULMONAR	
1	Reconhecer modo VCV observando curvas do ventilador
2	Definir complacência do sistema respiratório
3	Calcular complacência do sistema respiratório
4	Calcular resistência do sistema respiratório
CENÁRIO 2 – PÓS OPERATÓRIO – AJUSTE DE MODOS BÁSICOS DE VM	
5	Reconhecer modo PCV observando curvas do ventilador
6	Ajustar o volume corrente de acordo com contexto clínico
7	Identificar quais ajustes são definidos pelo usuário para cada modo ventilatório e selecionar as configurações apropriadas para o início da VM
8	Ajustar pressão inspiratória no modo PCV
9	Ajustar FIO ₂ e PEEP de acordo com contexto clínico
10	Descrever e monitorar objetivos fisiológicos da ventilação mecânica
CENÁRIO 3 – PACIENTE COM DOENÇA OBSTRUTIVA	
11	Interpretar corretamente uma gasometria de sangue arterial
12	Descrever abordagens ventilatórias para o paciente com hipercapnia
13	Demonstrar a abordagem de VM em pacientes com insuficiência respiratória devido a doença obstrutiva grave
14	Reconhecer auto-PEEP observando as curvas do ventilador
15	Demonstrar como medir auto-PEEP
16	Ajustar parâmetros da VM para correção de auto-PEEP
17	Reconhecer benefícios e desvantagens da PEEP aplicada
CENÁRIO 4 – VM NO PACIENTE COM DPOC E ASSINCRONIAS	
18	Reconhecer modo PSV observando curvas do ventilador
19	Demonstrar a capacidade de reconhecer assincronia paciente-ventilador
20	Listar estratégias para minimizar assincronia paciente-ventilador
21	Ajustar parâmetros da VM para correção de assincronia
CENÁRIO 5 – VM NO PACIENTE COM SDRA	
22	Reconhecer Insuficiência respiratória grave – SDRA
23	Identificar particularidades do manejo ventilatório de pacientes com doenças pulmonares
24	Demonstrar como ajustar PEEP em casos de Insuficiência respiratória hipoxêmica grave
25	Ajustar parâmetros do ventilador mecânico para oferecer VM protetora em SDRA
26	Ajustar o volume corrente para oferecer VM protetora em SDRA
27	Descrever abordagem ao paciente com hipoxemia refratária; reajustar parâmetros do ventilador mecânico para oferecer VM protetora
CENÁRIO 6 – DESMAME DA VM	
28	Descrever as técnicas de desmame de um paciente da ventilação mecânica
29	Demonstrar ajustes de VM para realização de teste de respiração espontânea
30	Identificar sinais e sintomas que indicam que um paciente está pronto para a extubação
31	Demonstrar como iniciar VNI em pacientes com insuficiência respiratória hiperclânica
32	Demonstrar como iniciar VNI em pacientes com edema pulmonar cardiogênico

Volume Controlled Ventilation (VCV); Ventilação Mecânica (VM); Pressure Controlled Ventilation (PCV); Fração Inspirada de Oxigênio (FiO₂); Positive End-Expiratory Pressure; (PEEP); Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; DPOC; Pressure Support Ventilation (PSV); SDRA: Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA); Ventilação Não Invasiva (VNI)

As questões foram elaboradas e testadas com o ventilador mecânico e o simulador pulmonar. Durante os testes iniciais, diversas possíveis alterações que poderiam ser implementadas pelos examinados foram testadas para que identificássemos a(s) resposta(s) mais adequada(s) ao cenário.

Utilizamos o Método Delphi para inclusão, revisão ou exclusão de questões com o objetivo de obtermos uma concordância de opiniões de um grupo de especialistas em ventilação mecânica a respeito de todos os cenários envolvidos na avaliação.

Seguindo o método Delphi ⁽⁵¹⁾, definimos algumas fases para apreciação e finalização dos cenários.

Fase 1 – Envio das questões e suas respectivas respostas por e-mail para seis especialistas – três médicos e três fisioterapeutas com ampla experiência em ventilação mecânica. Todos os cenários incluíam visualização da tela do ventilador mecânico, que foram fotografadas e enviadas juntamente com a pergunta em questão.

Fase 2- Com a avaliação foi enviada uma orientação aos especialistas para que respondessem com sugestões de edição de texto e/ou inclusão ou exclusão de questões.

Fase 3- Após modificação do questionário e alguns aprimoramentos, reenviamos a segunda versão da avaliação objetiva estruturada para os especialistas.

Fase 4- Após nova análise pelos especialistas, realizada revisão da avaliação com aprimoramento na escrita de algumas questões e inclusão ou exclusão de questões. As fases 3 e 4 foram repetidas até que o grupo de especialistas demonstrasse grau satisfatório de concordância e desta forma a avaliação fosse considerada adequada.

Após a finalização do processo Delphi, convidamos outros especialistas e residentes no último mês do programa de Residência da Clínica Médica do Hospital das Clínicas da FMUSP para realizarem a avaliação em fase piloto em nosso laboratório. Essa fase foi realizada com intuito de se observar a

aplicabilidade na prática e também auxiliar na estimação do tempo necessário para realização de cada cenário.

3.3 Modelo do experimento-simulador

Para este projeto, utilizamos o simulador pulmonar *ASL5000™* (INGMAR MEDICAL; Pittsburgh, PA) (Figura 3), um modelo mecânico computadorizado que consiste em um pistão que se move dentro de um cilindro. O simulador utiliza a equação (1) do movimento, descrita abaixo, para controlar a posição do pistão dentro do cilindro a cada instante:

$$P_{va} = (E).(V) + (R).(V') + PEEP - P_{mus} \quad (1)$$

Onde: P_{va} = pressão de vias aéreas; E = elastância, ou 1/complacência; V = volume; R = resistência; V' = fluxo; $PEEP$ = pressão positiva ao final da expiração; P_{mus} = pressão muscular (esforço inspiratório).

Fluxo e pressão de vias aéreas são medidos por sensores de pressão e fluxo na entrada do pistão; o volume é obtido por integração do fluxo no tempo. O simulador executa os cálculos necessários a 2000 Hertz (Hz) para controlar o movimento do pistão. Por meio de software específico, pode-se ajustar diversas características do sistema respiratório, incluindo a frequência respiratória, complacência e resistência do sistema respiratório e principalmente o perfil de esforço muscular (pressão negativa criada pelos músculos respiratórios) a cada ciclo respiratório.

Simulamos pacientes com variadas alterações mecânicas pulmonares. Todos os cenários do ASL foram salvos em arquivo previamente e denominados como Scripts no programa do simulador. Para guiar e padronizar a utilização do simulador usamos um roteiro denominado Tutorial do ASL (Anexo D).

FONTE: arquivo pessoal, 2018

Figura 3 - ASL 5000™

3.4 Montagem do experimento

Um ventilador mecânico *SERVO-i*® (Maquet Getinge Group, Suécia) foi conectado, por meio do circuito de dois ramos, diretamente ao simulador pulmonar computadorizado *ASL 5000*™ (Figura 4). O simulador foi conectado a um computador que comanda o simulador, captura sinais de pressões nas vias aéreas, fluxo e volume durante o experimento e mostra curvas de fluxo, pressão das vias aéreas e volume ao longo do tempo durante os experimentos em tempo real.

FONTE: arquivo pessoal, 2018

Figura 4 - Ventilador e simulador montados para o experimento

3.5 Protocolo experimental

Para a simulação dos cenários de ventilação mecânica no *ASL 5000*, criamos vários cenários clínicos habitualmente encontrados em pacientes sob ventilação mecânica, incluindo padrões de esforço inspiratório e características mecânicas do sistema respiratório, semelhantes às de pacientes com doenças ou alterações pulmonares.

Os cenários eram dinâmicos e envolviam sempre uma situação clínica em ventilação mecânica que incluía a necessidade de definir o diagnóstico da provável causa da insuficiência respiratória, habilidades em monitorização respiratória, ajuste do ventilador mecânico e avaliação da resposta clínica aos ajustes aplicados.

Um examinador treinado apresentou os cenários estruturados para o examinado, direcionando-o e interagindo seguindo instruções pré-estabelecidas em uma ficha de orientação padronizada denominada Tutorial para Avaliador.

Nesse tutorial constavam todas as ações que deveriam ser realizadas pelo examinador, passo a passo, com a descrição de todos os cenários e a orientação para ajustes do ventilador e do simulador a cada mudança de cenário.

3.6 Coleta de dados – Avaliação objetiva estruturada

No dia da coleta de dados, o avaliador ligava o ventilador e o simulador utilizando o Tutorial do ASL antes de iniciar a avaliação. Após preparar os equipamentos, o avaliador seguia o Tutorial do avaliador para iniciar a aplicação da avaliação.

Quando o residente chegava ao local da avaliação, era instruído a preencher o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A) e o Termo de Confidencialidade (Anexo B).

Posteriormente o examinador lia em voz alta um texto padronizado para cada participante com as orientações de como deveriam proceder durante toda a avaliação.

A avaliação, iniciava-se sempre com a entrega do cenário escrito para o examinado para leitura. No cenário escrito entregue ao examinado, constavam os objetivos (competências) daquele cenário, tempo disponível para realização da tarefa e a situação clínica. O examinado era orientado a observar a tela do ventilador mecânico e seguir as orientações descritas no cenário.

Todas as questões eram direcionadas para a situação prática, possibilitando que o examinado pudesse responder as questões modificando parâmetros no ventilador mecânico durante a avaliação. O avaliador ajustava os parâmetros do ventilador e do simulador a cada mudança de cenário, de acordo

com o Tutorial do Avaliador. O tempo para realização de cada cenário era cronometrado por um aparelho móvel *Samsung Galaxy S4 GT i9505*.

O desempenho do examinado era registrado de maneira objetiva, por meio de um *checklist* contendo as possíveis condutas corretas esperadas para cada cenário. Cada item ou tarefa era avaliado como certo ou errado.

Durante a avaliação, o examinado não tinha acesso às respostas do *checklist*, ou seja, não havia *feedback* de seu desempenho em momento algum.

Todos os dados foram coletados e gerenciados por meio da plataforma eletrônica *REDCap*TM – *Research Electronic Data Capture* (<https://redcap.hc.fm.usp.br/>), que registrou o desempenho do candidato em cada tarefa (certo=1, errado=0) e computou a pontuação total da avaliação.

3.7 Coleta de dados – avaliação teórica

Uma avaliação teórica abordando competências em VM, foi administrada para fins comparativos, em dois momentos do estágio, na primeira (avaliação teórica inicial) e na última semana (avaliação teórica final), para avaliar o aprendizado. A avaliação era composta por 24 perguntas de múltipla escolha, adaptada de uma prova teórica de conhecimento em VM previamente validada⁽⁵⁰⁾. Essa avaliação foi aplicada por meio da plataforma online *REDCap*TM – *Research Electronic Data Capture* (<https://redcap.hc.fm.usp.br/>).

3.8 TRI

A probabilidade de acerto de cada questão no modelo da TRI com quatro parâmetros, foi obtida com a seguinte equação (2):

$$P_{4PL}(\Theta) = c + (d - c) \frac{1}{1 + \exp[-1.702a(\Theta - b)]} \quad (2)$$

Onde o $P_{4PL}(\Theta)$ é a probabilidade do residente responder corretamente a questão utilizando sua habilidade; o a é o parâmetro de discriminação; o b o parâmetro de dificuldade; o c é o parâmetro da adivinhação e d é a distração⁽⁴⁹⁾.

Utilizamos um modelo modificado, similar ao usado atualmente para correção das provas da graduação na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Além disso, criamos um parâmetro denominado Índice de Qualidade (IQ) para cada uma das questões. O IQ é obtido por um algoritmo que incorpora os valores de a , b , c e d de cada questão, pretendendo fornecer um parâmetro global de qualidade da questão, e que pode ser usado como um valor para cada questão, gerando assim uma pontuação final na avaliação, ajustada para a qualidade das questões. Questões muito fáceis, que foram acertadas pela maioria dos participantes independentemente de seu desempenho global tem IQ mais baixo, ao passo que questões com alto grau de discriminação, e que ajudam a diferenciar participantes com diferentes níveis de conhecimento, tem IQ mais alto.

3.9 Análise estatística

Para analisar o desempenho da avaliação objetiva estruturada e a avaliação teórica, as pontuações foram normalizadas para notas entre o intervalo de 0 a 10.

Na análise estatística, variáveis contínuas com distribuição normal foram apresentadas como média e desvio padrão. Utilizamos o teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dessas variáveis contínuas. Variáveis categóricas foram apresentadas como proporções e intervalo de confiança de 95%.

Utilizamos o coeficiente Alfa de Cronbach para avaliação de confiabilidade das questões, e consideramos valores entre 0,6 a 0,8 como de alta confiabilidade.

Utilizamos o teste t pareado para comparar o desempenho dos residentes na avaliação teórica no início e no final do estágio.

O teste de Spearman foi usado para testar a correlação entre a avaliação objetiva estruturada e teórica.

O programa estatístico utilizado foi o R versão 3.6.1 (2019-07-05). O programa R foi utilizado também para avaliarmos estatisticamente, a Teoria de Resposta ao Item, incluindo índices de discriminação, dificuldade e probabilidade de acerto ao acaso e habilidade^(42,52).

Consideramos $p < 0,05$ como estatisticamente significativa.

Como não havia na literatura artigos que nos guiassem no cálculo amostral, e por se tratar de um estudo de validação de um teste de conhecimento prático, consideramos que o processo Delphi, seguido da inclusão de uma amostra de pelo menos 60 participantes seria suficiente para validar a avaliação. Como os residentes são divididos em grupos normalmente com cinco pessoas e seguem um rodízio mensal na UTI Respiratória, por conveniência optamos em avaliar 80 residentes.

4 RESULTADOS

4.1 Descrição da população

Foram incluídos no estudo, 81 participantes no intervalo de setembro de 2017 a dezembro de 2018 (Figura 5). De toda a população disponível para inclusão no estudo, apenas um indivíduo não participou por estar ausente na data da avaliação. Não houve exclusão de nenhum participante por incapacidade de completar a avaliação. Assim, no total, 80 residentes participaram do projeto. Desses, 49 responderam a avaliação teórica no início do estágio e 42 realizaram também a avaliação teórica no fim do estágio.

A média de idade ($\pm$ DP) dos residentes foi de 27 ± 3 , sendo que a maioria era do sexo masculino (74%).

FIGURA 5. Fluxograma - residentes que participaram do estudo

4.2 Validação da prova prática

4.2.1 Método Delphi

Para a validação da avaliação objetiva estruturada, utilizamos o processo Delphi e assim obtivemos o resultado da avaliação a ser aplicada.

Inicialmente a avaliação foi desenvolvida com 36 questões, organizadas em seis cenários clínicos. Todas as questões com suas respectivas respostas foram enviadas por e-mail para seis especialistas, três médicos e três fisioterapeutas com experiência superior a 10 anos em ventilação mecânica. Após esse primeiro envio da avaliação, os especialistas responderam com algumas ponderações. Na opinião dos especialistas, duas questões apresentavam redundância ou não representavam claramente os objetivos da avaliação e foram retiradas.

Após modificação do questionário e alguns aprimoramentos, enviamos a segunda versão da avaliação objetiva estruturada para os especialistas.

Em seguida, os profissionais retornaram seu *feedback* com algumas observações, que levaram à retirada de mais duas questões, chegando a uma versão final.

Essas duas rodadas foram suficientes para que o grupo de especialistas demonstrasse grau satisfatório de concordância e desta forma, a avaliação foi considerada adequada com 32 questões. Todo o processo demorou aproximadamente 7 meses para ser concluído devido a conciliação de retorno das respostas dos profissionais.

4.2.2 Teste piloto da avaliação objetiva estruturada

Na fase de teste piloto, aplicamos a avaliação objetiva estruturada em cinco profissionais com tempo de experiência em VM acima de 10 anos e cinco

residentes no final da residência. O Objetivo era testar a clareza das questões e definir o tempo necessário para cada cenário, que foi de oito minutos. Esse tempo foi calculado de acordo com a média dos examinados e concordância entre os especialistas. O tempo total para completar a avaliação foi de aproximadamente 50 minutos, incluindo as orientações iniciais.

4.2.3 Coeficiente de Alfa de Cronbach

Calculamos o Coeficiente de Alfa de Cronbach, considerando todas as 32 questões, com um resultado de 0.72 (IC de 95% 0.64 – 0.81).

Calculamos também o Coeficiente de Alfa de Cronbach para cada cenário individualmente (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Coeficiente de Alfa de Cronbach para cada cenário

A tabela 1 mostra o efeito na confiabilidade da avaliação, medida pelo Coeficiente de Alfa de Cronbach, para cada cenário, se as questões menos informativas fossem retiradas. As questões menos informativas são identificadas por um processo iterativo realizado pelo programa estatístico, e geralmente são

menos informativas por apresentarem efeito de teto (porcentagem de acerto próxima de 100%) ou efeito de piso (porcentagem de acerto próxima de 0%).

Tabela 1 - Coeficiente de Alfa de Cronbach modificado para cada cenário caso as duas questões menos informativas de cada cenário fossem retiradas

Cenários	Questões menos informativas	Coeficiente de Alfa de Cronbach modificado
1- Mecânica pulmonar	1 e 4	0,57
2- Pós Operatório – ajuste de modos básicos de VM	6 e 10	0,60
3- Paciente com doença obstrutiva	11 e 12	0,55
4- VM no paciente com DPOC e assincronias	18 e 19	0,60
5- VM no paciente com SDRA	22 e 23	0,20*
6- Desmame da VM	28 e 29	0,47*

Ventilação Mecânica (VM), Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA). *Nos cenários 5 e 6, a retirada das duas questões menos informativas levou a redução do Coeficiente de Alfa de Cronbach do cenário

Quando recalculamos o Coeficiente de Alfa de Cronbach global da avaliação, com a retirada das duas questões menos informativas de cada cenário, não observamos elevação do Coeficiente de Alfa de Cronbach, que foi para 0,66 (IC de 95% 0,56-0,77).

4.2.4 TRI da prova prática

Utilizando a análise da TRI, as questões foram avaliadas considerando grau de dificuldade, discriminação, probabilidade estimada de acerto entre indivíduos com alto desempenho e probabilidade de acerto entre indivíduos com baixo desempenho global na avaliação. Além disso, todas as questões foram classificadas de acordo com o IQ (Tabela 2). O IQ da TRI calculado variou entre 0 a 1,78, sendo a questão considerada com maior qualidade, pelo índice, a questão 15 e as de menor qualidade as questões 11, 18 e 27.

Quando analisamos o gráfico de Qualidade de todos as questões reunidas (Apêndice A, Gráfico 2), observamos uma alta qualidade da avaliação. Os gráficos de discriminação e dificuldade enfatizam esse resultado (Apêndice A, Gráficos 3 e 4).

Tabela 2 - Resultados da análise da TRI

Questão	Competências básicas avaliadas	Índice de qualidade
1	Reconhecer modo VCV observando curvas do ventilador	1,034021
2	Definir complacência do sistema respiratório	1,70662
3	Calcular complacência do sistema respiratório	1,639729
4	Calcular resistência do sistema respiratório	0,399325
5	Reconhecer modo PCV observando curvas do ventilador	0,358777
6	Ajustar o volume corrente de acordo com contexto clínico	0,786817
7	Identificar quais ajustes são definidos pelo usuário para cada modo ventilatório e selecionar as configurações apropriadas para o início da VM	1,533114
8	Ajustar pressão inspiratória no modo PCV	1,198277
9	Ajustar FIO2 e PEEP de acordo com contexto clínico	1,151776
10	Descrever e monitorar objetivos fisiológicos da ventilação mecânica	0,102013
11	Interpretar corretamente uma gasometria de sangue arterial	0
12	Descrever abordagens ventilatórias para o paciente com hipercapnia	1,462332
13	Demonstrar a abordagem VM em pacientes com insuficiência respiratória devido a doença obstrutiva grave	0,743604
14	Reconhecer auto-PEEP observando as curvas do ventilador	0,689315
15	Demonstrar como medir auto-PEEP	1,785484
16	Ajustar parâmetros da VM para correção de auto-PEEP	1,781833
17	Reconhecer benefícios e desvantagens da PEEP aplicada	1,254206
18	Reconhecer modo PSV observando curvas do ventilador	0
19	Demonstrar a capacidade de reconhecer assincronia paciente-ventilador	0,998408
20	Listar estratégias para minimizar assincronia paciente-ventilador	1,703902
21	Ajustar parâmetros da VM para correção de assincronia	1,343406
22	Reconhecer Insuficiência respiratória grave – SDRA	0,059625
23	Identificar particularidades do manejo ventilatório de pacientes com doenças pulmonares	0,059625
24	Demonstrar como ajustar PEEP em casos de Insuficiência respiratória hipoxêmica grave	0,721081
25	Ajustar parâmetros do ventilador mecânico para oferecer VM protetora em SDRA	0,328884
26	Ajustar o volume corrente para oferecer VM protetora em SDRA	1,049627
27	Descrever abordagem ao paciente com hipoxemia refratária; reajustar parâmetros do ventilador mecânico para oferecer VM protetora	0
28	Descrever as técnicas de desmame de um paciente da ventilação mecânica	1,080786
29	Demonstrar ajustes de VM para realização de teste de respiração espontânea	0,69709
30	Identificar sinais e sintomas que indicam que um paciente está pronto para a extubação	1,156435
31	Demonstrar como iniciar VNI em pacientes com insuficiência respiratória hipercápnica	1,467058
32	Demonstrar como iniciar VNI em pacientes com edema pulmonar cardiogênico	0,706831

Volume Controlled Ventilation (VCV); Ventilação Mecânica (VM); Pressure Controlled Ventilation (PCV); Fração Inspirada de Oxigênio (FiO₂); Positive End-Expiratory Pressure; (PEEP); Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; DPOC; Pressure Support Ventilation (PSV); SDRA: Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA); Ventilação Não Invasiva (VNI)

4.2.5 Desempenho na prova prática

A média da pontuação normalizada para uma escala de 0 a 10 foi $6,2 \pm 1,3$. Nos resultados da análise TRI, a média de pontuação em escala de 0 a 10 foi de $5,4 \pm 1,8$.

Observamos que 68 residentes obtiveram pontuação ≥ 5 , ou seja, representando 50 % de acerto e que 8 residentes pontuaram ≥ 8 (80% de acerto). Se utilizarmos a nota da TRI, 51 residentes obtiveram pontuação ≥ 5 , e 9 residentes pontuaram ≥ 8 .

4.2.6 Competências relevantes: mais e menos acertadas

A questão sobre utilização do uso de volume corrente protetor em SDRA teve 67% de acertos. A auto-PEEP foi reconhecida por 69% dos residentes. A indicação adequada do uso da ventilação não invasiva após a extubação foi identificada por 62% dos participantes. Observamos ainda que somente 9% dos residentes calcularam a resistência do sistema respiratório corretamente e apenas 12% reconheceram assincronia paciente-ventilador visível na tela do ventilador (Tabela 3).

Tabela 3 - porcentagem de acerto e erro para cada questão

Questão	Competência básica avaliada	Correta	Incorreta
1	Reconhecer modo VCV observando curvas do ventilador	84%	16%
2	Definir complacência do sistema respiratório	51%	49%
3	Calcular complacência do sistema respiratório	31%	69%
4	Calcular resistência do sistema respiratório	9%	91%
5	Reconhecer modo PCV observando curvas do ventilador	87%	13%
6	Ajustar o volume corrente de acordo com contexto clínico	82%	18%
7	Identificar quais ajustes são definidas pelo usuário para cada modo ventilatório e selecionar as configurações apropriadas para o início da VM	80%	20%
8	Ajustar pressão inspiratória no modo PCV	70%	30%
9	Ajustar FIO ₂ e PEEP de acordo com contexto clínico	69%	31%
10	Descrever e monitorar objetivos fisiológicos da ventilação mecânica	95%	5%
11	Interpretar corretamente uma gasometria de sangue arterial	87%	13%
12	Descrever abordagens ventilatórias para o paciente com hipercapnia	69%	31%
13	Demonstrar a abordagem VM em pacientes com insuficiência respiratória devido a doença obstrutiva grave	12%	88%
14	Reconhecer auto-PEEP observando curvas do ventilador	69%	31%
15	Demonstrar como medir auto-PEEP	51%	49%
16	Ajustar parâmetros da VM para correção de auto-PEEP	41%	59%
17	Reconhecer benefícios e desvantagens da PEEP aplicada	46%	54%
18	Reconhecer modo PSV observando curvas do ventilador	99%	1%
19	Demonstrar a capacidade de reconhecer assincronia paciente-ventilador	12%	88%
20	Listar estratégias para minimizar assincronia paciente-ventilador	40%	60%
21	Ajustar parâmetros da VM para correção de assincronia	31%	69%
22	Reconhecer Insuficiência respiratória grave – SDRA	99%	1%
23	Identificar particularidades do manejo ventilatório de pacientes com doenças pulmonares	99%	1%
24	Demonstrar como ajustar PEEP em casos de Insuficiência respiratória hipoxêmica grave	71%	29%
25	Ajustar parâmetros do ventilador mecânico para oferecer VM protetora em SDRA	54%	46%
26	Ajustar o volume corrente para oferecer VM protetora em SDRA	67%	33%
27	Descrever abordagem ao paciente com hipoxemia refratária; reajustar parâmetros do ventilador mecânico para oferecer VM protetora	24%	76%
28	Descrever as técnicas de desmame de um paciente da ventilação mecânica	72%	28%
29	Demonstrar ajustes de VM para realização de teste de respiração espontânea	74%	26%
30	Identificar sinais e sintomas que indicam que um paciente está pronto para a extubação	62%	38%
31	Demonstrar como iniciar VNI em pacientes com insuficiência respiratória hipercápica	65%	35%
32	Demonstrar como iniciar VNI em pacientes com edema pulmonar cardiogênico	79%	21%

Volume Controlled Ventilation (VCV); Ventilação Mecânica(VM); Pressure Controlled Ventilation (PCV); Fração Inspirada de Oxigênio (FiO₂); Positive End-Expiratory Pressure; (PEEP); Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; DPOC; Pressure Support Ventilation (PSV); SDRA: Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA); Ventilação Não Invasiva (VNI)

4.2.7 Desempenho da avaliação teórica - Comparação inicial e final

A avaliação teórica foi aplicada no período de março a dezembro de 2018 e ocorria em dois momentos: na primeira semana e ao final do estágio supervisionado. A aplicação da prova teórica foi iniciada mais tardiamente em relação à prova prática. Portanto, todos os residentes que participaram da avaliação teórica participaram da avaliação objetiva estruturada, porém o contrário não ocorreu.

Quarenta e nove residentes completaram a prova teórica no início do estágio, e desses, 42 completaram avaliação teórica final e entraram na análise. A pontuação, normalizada para uma escala de 0 a 10, teve média de $7,6 \pm 2,4$ na prova de início do estágio e $8,2 \pm 2,3$ na avaliação final. O aumento médio foi de 0,6 (IC 95% 0,90 - 0,30) pontos, e foi estatisticamente significativo ($p < 0.001$).

4.2.8 Correlação entre avaliação objetiva estruturada e a avaliação teórica inicial

Foi realizada teste de correlação de Spearman para avaliar a associação entre a avaliação objetiva estruturada e a teórica inicial. Para essa análise, incluímos os 49 residentes que realizaram a avaliação objetiva estruturada e a avaliação teórica na fase inicial. Houve correlação moderada e estatisticamente significativa com o teste de Spearman, $\rho = 0,41$ ($p = 0,002$).

5 DISCUSSÃO

No presente estudo, desenvolvemos uma avaliação prática baseada nas principais competências em VM e aplicamos em residentes de Clínica Médica para averiguarmos a reprodutibilidade na área de ensino. Observamos que o conteúdo, teórico e a organização, da avaliação objetiva estruturada foi adequada e pode ser utilizada para medir as competências em VM. E comparando a pontuação da avaliação teórica no início e final do estágio, houve um aumento confirmando resultados de estudos anteriores que também apresentaram melhor resultado após período de imersão prática.

5.1 População

Incluímos residentes de clínica médica que vieram de universidades de todo o Brasil, caracterizando um grupo bastante heterogêneo, considerando que o conteúdo didático ensinado nem sempre é exatamente o mesmo pelas escolas de medicina no Brasil.

5.2 Método Delphi

Na elaboração das questões, todas baseadas em competências de VM, o grupo de profissionais com experiência superior a 10 anos de prática clínica, por meio do Método Delphi, escolheu quais seriam as mais relevantes dentro dos cenários clínicos propostos levando em consideração seu tempo de experiência e conhecimento. Os profissionais opinaram sobre o conteúdo teórico da avaliação que incluía questões baseadas nas competências em VM e sobre os

ajustes que deveriam ser usados com o simulador computadorizado. No estudo de Cox et al⁽⁹⁾ o método Delphi também foi usado para escolher quais as principais competências em VM, porém não abordava ajustes ventilatórios. O resultado do Delphi, contribuiu para que fosse retratada uma avaliação com alta confiabilidade.

Após a escolha das questões, o processo de teste piloto foi importante para corrigirmos e sincronizarmos a avaliação em relação ao tempo e o ajuste dos equipamentos de cada cenário clínico apresentado.

5.3 Coeficiente de Alfa de Cronbach

A confiabilidade da avaliação objetiva estruturada foi adequada considerando o cálculo do Coeficiente de Alfa de Cronbach, que foi superior a 0,7⁽⁵³⁾, envolvendo todos os seis cenários. Testamos ainda quais questões seriam menos informativas dentro de cada cenário individualmente e apesar do efeito de mudança do Coeficiente de Alfa de Cronbach para um valor maior, se retirarmos as duas questões de piso e teto menos relevantes, esse aumento não foi observado quando recalculamos o Coeficiente de Alfa de Cronbach para a avaliação como um todo (com os seis cenários). Além do mais, sob o contexto clínico, os cenários talvez fossem prejudicados se tais questões fossem retiradas.

5.4 TRI

Os resultados da análise de TRI mostraram que a maioria das questões teve boa qualidade, mas algumas questões tiveram baixa qualidade, seja por serem demasiadamente fáceis ou demasiadamente difíceis, pouco discriminantes ou mal formuladas, e poderiam inclusive, serem retiradas da avaliação, não fosse o contexto do cenário clínico aplicado. Além disso, questões que medem competências consideradas fundamentais e básicas, e que tem alta

taxa de acerto, podem ser mantidas na avaliação para identificar alunos que não tenham aprendido esse conceito básico, e que precisam de processo de remediação.

A TRI, como foi utilizada em nosso estudo com quatro parâmetros, não é normalmente usada pois ainda não há um consenso sobre sua utilização e necessidade. Entretanto, acreditamos que esse modelo seja superior porque pode detectar alternativas que confundem alunos com alto desempenho global, o que não é possível observar quando se usa a TRI com menos parâmetros.

Na análise da TRI, a pontuação média entre os participantes foi 0,8 menor em relação à pontuação média calculada pelo número de acertos. Isso pode ter ocorrido porque na TRI, atribuiu-se uma pontuação individualizada para cada questão baseada na qualidade da questão, expressa pelo IQ. Interpretamos algumas questões a seguir com algumas considerações.

A questão 1, que abordava a competência em reconhecer curvas de VM, teve índice de qualidade moderado (Apêndice B, Gráfico 5), um nível de dificuldade intermediário, já que residentes com maior grau de habilidade tenderam a acertar e aqueles que possuíam menor habilidade tenderam a errar.

A questão 4, sobre o cálculo da resistência do Sistema Respiratório, teve índice de qualidade baixo, por apresentar efeito de chão, ou seja, a maioria dos residentes, independente das suas habilidades, erraram (Apêndice B, Gráfico 8).

Algumas questões como a 10 (objetivos fisiológicos da ventilação mecânica), 18 (reconhecimento do modo PSV), 22 (identificação de SDRA) e 23 (manejo da VM em doenças pulmonares) foram consideradas como teto pois a maioria dos residentes acertou, mostrando que não houve discriminação entre os residentes com maior ou menor habilidade (Apêndice B, Gráficos 14, 22, 26 e 27).

A questão 11, que media a competência sobre interpretação de gasometria, teve baixo índice de qualidade pois apresentou baixo poder discriminativo e baixa dificuldade (Apêndice B – Gráfico 15) indicando que não seria uma boa questão a ser utilizada comparativamente com as demais.

Quando uma questão tem índice de qualidade baixo, deve-se considerar duas possibilidades: a questão está mal formulada ou há de fato uma falha no processo de aprendizagem daquela competência - por exemplo, questões sobre temas não abordados com os alunos, ou assuntos que os alunos não aprenderam adequadamente. No caso da questão 11, parece tratar-se mais provavelmente de falha no processo de aprendizagem, pois a questão era clara e objetiva – era apresentada uma gasometria e pedia-se sua interpretação. Como essa competência deveria ter sido aprendida na graduação e apenas aplicada na residência médica, deveríamos rever o ensino dessa competência.

Em contraste, a questão 27, que abordava o paciente com hipoxemia refratária e reajuste de parâmetros do ventilador mecânico para oferecer VM protetora, teve baixa qualidade (IQ=0) por ter sido mal formulada (Apêndice B, Gráfico 31): revendo o texto dessa questão, observamos que o enunciado da questão induzia ao erro, pois pessoas com maior habilidade tiveram tendência a errar.

A questão 13, que media a competência sobre abordagem em VM para pacientes com insuficiência respiratória devido a doença obstrutiva grave, é um exemplo de questão com alta discriminação e alta dificuldade: observamos que apenas quem possuía maior habilidade acertou a questão (Apêndice B, Gráfico 17).

A questão 15, que abordava a competência sobre demonstrar como medir auto-PEEP, teve o maior índice de qualidade por apresentar a melhor combinação entre dificuldade e discriminação, na qual poucos residentes com maior habilidade apresentaram erro (Apêndice B, Gráfico 19).

5.5 Competências mais e menos acertadas

Quando analisamos os acertos e erros das questões, observamos que na questão que avalia a competência em assincronia, a porcentagem de erro foi elevada corroborando com estudos realizados enfatizando a dificuldade dos profissionais da saúde no reconhecimento e na conduta relacionada à assincronia⁽⁵⁴⁾.

Esse dado, porém, não reflete o estudo que realizamos com profissionais (equipe multiprofissional) em nosso grupo, onde observamos uma taxa acima de 80% no reconhecimento das assincronias ⁽⁵⁵⁾. Considerando que a assincronia seja um fenômeno normal e frequente com incidência entre 10% a 85% ⁽⁵⁶⁾ e que possivelmente estaria relacionada à mortalidade ⁽⁵⁷⁾ e falha de extubação, é importante enfatizar o aprendizado no assunto para correta detecção e correção.

Sobre o ajuste de volume corrente em SDR, obtivemos uma porcentagem de acertos de 67%, um pouco acima do resultado encontrado por Cox que foi de 52%. A maior taxa de acertos no reconhecimento de SDR, pode ter ocorrido devido a um maior reconhecimento na literatura da importância em utilizar ventilação protetora e da criação de protocolos de VM ⁽⁵⁸⁾.

A questão relacionada à resistência do sistema respiratório também apresentou uma baixa porcentagem de acerto. Um fato que pode ter contribuído para esse achado é a falta de habilidade do residente, apesar de estar familiarizado com o ventilador em estágios anteriores, em manusear o ventilador mecânico para conseguir dados e realizar o cálculo da medida solicitada. Outra possibilidade, seria que muitos ventiladores multiprocessados apresentam as medidas, tanto de complacência e resistência, de forma automática no seu visor fazendo com que o residente não se preocupe em memorizar a fórmula para realizar cálculos manualmente. Ou ainda, uma falha no aprendizado já que os estudos atuais apresentam mais competências avançadas e não enfatize as básicas.

Sobre a questão que media a competência em indicar o uso de VM não invasiva, a porcentagem de acertos foi de 73% no trabalho de Cox ⁽⁹⁾, enquanto que em nosso estudo observamos cerca de 65% no total de acertos. No estudo de Tallo⁽¹⁶⁾ foi constatado que apenas 23% dos profissionais de saúde sabiam quando indicar VNI. Esses resultados provavelmente podem refletir uma falha de aprendizagem em manejar e indicar o uso de VM não invasiva. São resultados preocupantes nos dias atuais, considerando o alto uso de VM não invasiva, pois estudos associam o sucesso da conduta à experiência e conhecimento dos profissionais⁽⁵⁴⁾.

5.6 Desempenho da avaliação teórica – comparação inicial e final

Observamos que comparando as notas entre os dois momentos da aplicação da avaliação teórica, houve um aumento na pontuação, representando um aprendizado ao final do estágio e sugerindo que a prática e o conteúdo aplicado nesse período tenham sido assimilados. Provavelmente o tempo de treinamento a beira leito, aulas sobre VM e a discussão diária de casos com os médicos assistentes da UTI contribuíram para a melhora da pontuação ao final do estágio.

5.7 Correlação entre a avaliação objetiva estruturada e avaliação teórica inicial

Comparando a pontuação da avaliação objetiva estruturada e a avaliação teórica, observamos que as notas foram superiores na prova teórica como demonstrado em estudos anteriores⁽¹⁹⁾, comprovando que exames escritos apresentam maiores notas quando comparadas com simuladores e provas práticas porém não conseguem avaliar desempenho ou solução para problemas que possam ocorrer na prática clínica.

Com o resultado entre a correlação da avaliação teórica e prática, observamos que há associação crescente, de intensidade moderada, entre a pontuação dos dois modelos de avaliação, ou seja, as duas podem ser equiparadas como meio de avaliação para conhecimento em ventilação mecânica. Porém a avaliação prática parece ser mais consistente para avaliar a aprendizagem no manejo cotidiano do ventilador mecânico.

Nossa avaliação permite avaliar o conhecimento sobre VM e poderá ser usada como instrumento de ensino para direcionar profissionais sem que haja qualquer tipo de prejuízo ao paciente.

5.8 Limitações do estudo

Podemos considerar em nosso projeto algumas limitações. Primeiro, este estudo foi realizado em um centro único e o desempenho dos residentes pode, portanto, representar apenas a nossa estratégia de ensino e nossa população de residentes. Segundo, utilizamos um modelo modificado de cálculo da TRI, com índice de qualidade, que ainda precisa ser mais explorado. Terceiro, a escolha de nossa amostra por conveniência pode ter incluído participantes com características heterogêneas. Quarto, o momento da avaliação não foi igual para todos; alguns residentes haviam passado em mais UTIs do que outros até o término da coleta que pode ter interferido no resultado por possuírem maior conteúdo prático até a data da avaliação.

5.9 Implicações

Apesar do grande interesse no aprendizado em VM, mais pesquisas deveriam ser realizadas para avaliação do desempenho do indivíduo em cenários reais ou simulados de VM.

Em nosso serviço poderemos melhorar ainda mais o aprendizado em VM dos residentes, utilizando a avaliação objetiva estruturada para verificar qual o nível de conhecimento inicial reconhecendo os erros e direcionando adequadamente o conteúdo durante o estágio na UTI respiratória.

6 CONCLUSÃO

Desenvolvemos uma avaliação prática em ventilação mecânica utilizando um simulador pulmonar e um ventilador mecânico abordando as principais competências em VM para um programa de residência médica. A avaliação mostrou evidências de validação do conteúdo e da confiabilidade para avaliarmos conhecimento em VM.

O desempenho de residentes de clínica médica na avaliação estruturada objetiva foi inferior ao desempenho na avaliação teórica, sugerindo a necessidade de maior ênfase no ensino prático das habilidades relacionadas à VM durante a residência médica.

E finalmente, foi observada melhora no desempenho na avaliação teórica após o estágio supervisionado, o que comprova a importância do aprendizado e treinamento prático para o manejo adequado do ventilador mecânico.

7 ANEXOS

Anexo A - APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA-CAPPesq

Hospital das Clínicas da FMUSP
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

PROJETO DE PESQUISA

Título: DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE
COMPETÊNCIAS EM VENTILAÇÃO MECÂNICA

Pesquisador Responsável: Juliana Carvalho Ferreira

Pesquisador Executante: Fátima Kiyoko Hayashi

Finalidade Acadêmica: Doutorado

Orientador: Juliana Carvalho Ferreira

Instituição: HCFMUSP

Departamento: COMISSÃO CIENTÍFICA DO INCOR

Versão: 1

CAAE: 53091516.6.0000.0068

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Registro on-line: 14292

Número do Parecer: 1.433.954

Data da Relatoria: 02/03/16

Apresentação do Projeto: Trata-se de um estudo transversal de caráter avaliativo.

Objetivo da Pesquisa: O objetivo é criar uma avaliação estruturada objetiva (OSCE) utilizando um simulador pulmonar mecânico para avaliar competências em ventilação mecânica e validar tal avaliação através do método Delphi e aplicação em profissionais com diferentes níveis de competência em VM.

Avaliação dos Riscos e Benefícios: Não há riscos e há benefícios importantes para o desenvolvimento de uma.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: Trata-se de um estudo relevante.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: Não há necessidade de termos adicionais.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: Sem pendências.

Situação do Parecer: Aprovado.

Necessita Apreciação da CONEP: Não.

Considerações Finais a critério do CEP: Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: a) desenvolver o projeto conforme delineado; b) elaborar e apresentar relatórios parciais e final; c) apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; d) manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; e) encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; f) justificar perante o CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

São Paulo, 03 de Março de 2016

Prof. Dr. Alfredo José Mansur

Coordenador

Comissão de Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

COMISSÃO CIENTÍFICA
RECEBIDO

08/03/16
CAPPesq

Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 225 - Prédio da Administração - 5º andar
CEP 05403-010 - São Paulo - SP.

55 11 2661-7585 - 55 11 2661-6442 ramais: 16, 17, 18 | marcia.carvalho@hc.fm.usp.br

Anexo B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DA PESQUISA

Título da pesquisa – Desenvolvimento e Validação de um instrumento de avaliação de competências em ventilação mecânica

Pesquisador principal – Juliana Carvalho Ferreira – Professora Colaboradora da FMUSP

Departamento/Instituto - Divisão de Pneumologia do Hospital das Clínicas /Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: “Desenvolvimento e Validação de um instrumento de avaliação de competências em ventilação mecânica”. O conhecimento em ventilação mecânica é essencial para o profissional que atua em unidade de terapia intensiva para garantir um tratamento e acompanhamento respiratório adequados. O objetivo do nosso estudo é criar e validar uma ferramenta de avaliação para avaliar o conhecimento em ventilação mecânica entre residentes de clínica médica e pneumologia. Existem vários tipos de avaliações para este fim, porém não há um consenso em dizer qual é a mais adequada. Criaremos esta avaliação utilizando uma avaliação objetiva estruturada, ou prova prática, com cenários que abordem diferentes situações clínicas utilizando um simulador computadorizado que simula as características dos pulmões, acoplado a um ventilador mecânico. O procedimento de coleta de dados será da seguinte forma: serão apresentadas diversas situações clínicas para você, e você será orientado a fazer ajustes nos parâmetros do ventilador mecânico, como se estivesse frente a uma situação real de insuficiência respiratória, para corrigir o quadro. Essa nova avaliação objetiva estruturada é experimental, pois não há avaliações desse tipo para ventilação mecânica, porém outras habilidades médicas vêm sendo testadas com sucesso utilizando estratégias semelhantes. As respostas da prova prática serão anotadas e posteriormente somadas para pontuação

total, e esta será comparada com a nota da prova teórica realizada rotineiramente no estágio na UTI Respiratória. A prova prática será realizada no Laboratório de Ventilação Mecânica do LIM 09 (Laboratório de Investigação Médica 09) e UTI Respiratória da Divisão de Pneumologia do Hospital das Clínicas /Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo e terá duração aproximada de 45 minutos. A prova teórica será realizada na UTI Respiratória durante o estágio. Este estudo não acarretará em prejuízos para você, pois não representará ou interferirá em sua nota no estágio da UTI Respiratória da Divisão de Pneumologia do Hospital das Clínicas /Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. As notas das provas serão mantidas em sigilo e a análise dos resultados será feita para o grupo de residentes como um todo, sem identificação individual. Não há riscos relacionados a esse estudo, e o único desconforto é que você será deslocado de seu estágio na UTI Respiratória pelo período de aproximadamente uma hora para participar desse estudo. Não há benefícios diretos para o sujeito de pesquisa. Após a criação e validação da avaliação objetiva estruturada, esta poderá ser utilizada para avaliar o conhecimento em ventilação mecânica de residentes e para ajudar no aprimoramento de ventilação mecânica de residentes de clínica médica do HCFMUSP e de outras instituições.

Esclarecimento sobre a forma de acompanhamento e assistência a que terão direito os participantes da pesquisa –

1. Você terá a qualquer tempo, as informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas

Garantias de plena liberdade ao participante de recusar-se a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem penalização alguma, de sigilo e privacidade-

1. Você poderá retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo. Os dados coletados sobre você nesse estudo serão mantidos em sigilo, e garantimos a privacidade de seus dados.

Garantia de que o participante receberá uma via do termo de consentimento –

Você receberá uma via deste termo de consentimento.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de dúvidas. O principal investigador é a Dra. Juliana Ferreira Carvalho que pode ser encontrada no endereço rua Dr. Éneas de Carvalho Aguiar,

44, 5º andar, sala 1, Pinheiros. Telefone(s) 2661-5965 ou 2661-7577, e-mail: juliana.ferreira@hc.fm.us.br. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: (11) 2661- 6442 ramais 16, 17, 18, ou (11) 2661-7585; e-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br.

Fui suficientemente informado a respeito do estudo “Desenvolvimento e Validação de um instrumento de avaliação de competências em ventilação mecânica”. Eu discuti as informações acima com o Pesquisador Responsável (Juliana Carvalho Ferreira) ou pessoa (s) por ele delegada (s) sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim os objetivos, os procedimentos, os potenciais desconfortos e riscos e as garantias. Concordo voluntariamente em participar deste estudo, assino este termo de consentimento e recebo um via rubricada pelo pesquisador.

Assinatura do participante Data / /
/representante legal

Assinatura do responsável Data / /
pelo estudo

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO (OU ETIQUETA INSTITUCIONAL DE IDENTIFICAÇÃO) DO PARTICIPANTE DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME:.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: SEXO: .M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº

APTO:

BAIRRO: CIDADE

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

2.RESPONSÁVEL LEGAL

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

DOCUMENTO DE IDENTIDADE:.....SEXO: M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO: Nº

APTO:

BAIRRO: CIDADE:

CEP: TELEFONE: DDD (.....).

Anexo C - TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

*Universidade de São Paulo - Faculdade de Medicina
Programa de Pneumologia- InCor*

Declaração de Participação e Confidencialidade

Eu, _____ (nome em letra de
forma), estou na presente data, participando do Projeto de pesquisa
**Desenvolvimento e Validação de um instrumento de avaliação de
competências em ventilação mecânica** na qualidade de avaliado. Sendo
assim, estou ciente da confidencialidade do material de avaliação com o que estou
tendo contato e me comprometo a não divulgar, usar para fins comerciais ou de
interesse próprio as informações do sistema de avaliação que me foram passadas.

Assinatura

Data

Anexo D - TUTORIAL DO ASL

TUTORIAL PARA PREPARO DO ASL 5000 E VENTILADOR MECÂNICO

Projeto: Desenvolvimento e Validação de um instrumento de avaliação de competências em ventilação mecânica

- 1) Para iniciar o protocolo será necessário reunir os seguintes equipamentos:
o simulador ASL 5000, um ventilador mecânico Servo I e um computador.
(Verificar condição climática; anotar na ficha 2 de - residente ou M Delphi- os problemas detectados)
- 2) Conectar o computador à rede elétrica
- 3) Conectar o ASL 5000 à rede elétrica
- 4) Conectar o ventilador à rede elétrica e a rede de gases medicinais
- 5) Acoplar o ASL 5000 por via Ethernet e roteador ao computador
- 6) Ligar o computador
- 7) Ligar o ASL 5000 no botão verde localizado em sua parte posterior.
Aguardar a luz vermelha na parte anterior acender e apagar após 22 segundos.
- 8) Caso não acenda, verificar se o botão vermelho, que trava o pistão para transporte, não está ativado, pressionando-o uma vez. Repita a ação 7.
- 9) Aguardar 15 minutos para estabilização térmica e adequação da umidificação dos componentes dos equipamentos (neste momento, realizar calibração do ventilador mecânico)

10) Acoplar o ventilador mecânico ligado (já previamente programado com parâmetros) ao simulador ASL 5000

11) Acionar no computador a pasta com o programa do ASL 5000

12) Clicar sobre a pasta para abrir o programa do ASL 5000

13) Após abertura do ASL 5000 , clicar sobre a tela em Ethernet

14) Serão mostrados 5 telas de programação. Aguarde alguns segundos (aproximadamente 22 segundos) para interação do computador e do ASL 5000

15) Após interação, abrir tela do ASL 5000 que exibe o *Simulator Script Editor*

16) Clicar em *Script file*; escolher *Open Script*;

17) Selecionar nome da pasta dos cenários (Ex: xxxx.vars) . Clicar em *Open*

18) Selecionar o cenário (Ex: xxxx.sct.) Clicar Ok

- 19) Aparecerá nova tela de *Simulation Script Editor* com a sequência das respirações programadas anteriormente

- 20) Para que este script seja simulado, clicar em Script file e clicar em *Save Script as Current.sct*;

- 21) Clicar na mensagem *Replace*

24) Será perguntado se *Replace* ou *Cancel*. Clicar em *Replace*. A simulação será gravada no arquivo data.

25) Neste momento será ouvido um ruído indicando a mobilização do pistão interno do ASL 5000 . O botão amarelo se acenderá momentaneamente e o verde permanecerá iluminado durante todo o tempo de funcionamento (ambos localizados na parte frontal do simulador). Se o ASL 5000 não funcionar , deverá ser desligado o botão verde na parte posterior e o programa no computador. Reiniciar tudo e tentar novamente.

26) Poderão ser visualizados na tela do computador os gráficos de ventilação pré-selecionados

- 27) Será solicitado ao participante responder o que faria em relação à alteração na ventilação demonstrada. (Utilizar o questionário – ficha *check list* de condutas) para registrar a resposta ; o cenário deverá ser mudado assim que a resposta for respondida. Todas as respostas serão anotadas na ficha *check list* de condutas.

8 REFERÊNCIAS

1. Wunsch H, Linde-Zwirble WT, Angus DC, Hartman ME, Milbrandt EB, Kahn JM. The epidemiology of mechanical ventilation use in the United States. *Crit Care Med* [Internet]. 2010;38(10):1947–53. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20639743>
2. Tehrani FT, Roum JH. Intelligent decision support systems for mechanical ventilation. Vol. 44, *Artificial Intelligence in Medicine*. 2008. p. 171–82.
3. Oliveira MC, Park M, Knibel M, Varaschin P, Martinez A, Silva UV, et al. Clinical outcomes of patients requiring ventilatory support in Brazilian intensive care units: a multicenter, prospective, cohort study. *Crit Care* [Internet]. 2013;17(2):R63. Available from: <http://ccforum.com/content/17/2/R63>
4. Franca SA, Toufen C, Hovnanian ALD, Albuquerque ALP, Borges ER, Pizzo VRP, et al. The epidemiology of acute respiratory failure in hospitalized patients: A Brazilian prospective cohort study. *J Crit Care*. 2011;26(3):330.e1-330.e8.
5. Fialkow L, Farenzena M, Wawrzeński IC, Brauner JS, Vieira SRR, Vigo A, et al. Mechanical ventilation in patients in the intensive care unit of a general university hospital in southern Brazil: An epidemiological study. *Clinics*. 2016;71(3):145–51.
6. Vincent J, Akca S, Mendonça A De, Haji-Michael P, Sprung C, Moreno R, et al. The Epidemiology of Acute Respiratory Failure in Critically Ill Patients.

- Chest J [Internet]. 2002;121:1602–9. Available from: http://www.ccmpitt.com/ebm/respiratory_failure/0137.pdf
7. Esteban A, Frutos-Vivar F, Muriel A, Ferguson ND, Peñuelas O, Abaira V, et al. Evolution of mortality over time in patients receiving mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188(2):220–30.
 8. Tomicic V, Espinoza M, Andresen M, Molina J, Calvo M, Ugarte H, et al. Características de los pacientes que reciben ventilación mecánica en unidades de cuidados intensivos: primer estudio multicéntrico chileno. *Rev Med Chil* [Internet]. 2008;136(8):959–67. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18949178>
 9. Cox CE, Carson SS, Ely EW, Govert JA, Garrett JM, Brower RG, et al. Effectiveness of medical resident education in mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2003;167(1):32–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12406827>
 10. Pham T, Brochard LJ, Slutsky AS. Mechanical Ventilation: State of the Art. *Mayo Clin Proc* [Internet]. 2017;92(9):1382–400. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mayocp.2017.05.004>
 11. Fan E, Del Sorbo L, Goligher EC, Hodgson CL, Munshi L, Walkey AJ, et al. An official American Thoracic Society/European Society of intensive care medicine/society of critical care medicine clinical practice guideline: Mechanical ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(9):1253–63.
 12. Girard TD, Alhazzani W, Kress JP, Ouellette DR, Schmidt GA, Truitt JD, et al. An Official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline: Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults rehabilitation protocols, ventilator liberation

- protocols, and cuff leak tests. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(1):120–33.
13. Torbeck L, Wrightson AS. A Method for Defining Competency-Based. *Acad Med*. 2005;80(9):832–9.
 14. Goligher, Ewan C.; Ferguson, Niall D.; Kenny LP. Core competency in mechanical ventilation: Development of educational objectives using the Delphi technique. *Crit Care Med*. 2012;40(10):2828–32.
 15. Arnal JM, Garnero A, Saoli M, Chatburn RL. Parameters for simulation of adult subjects during mechanical ventilation. *Respir Care*. 2018;63(2):158–68.
 16. Tallo FS, Abib S de CV, Negri AJ de A, Filho PC, Lopes RD, Lopes AC. Evaluation of self-perception of mechanical ventilation knowledge among brazilian final-year medical students, residents and emergency physicians. *Clinics* [Internet]. 2017;72(2):65–70. Available from: <http://www.clinics.org.br/article.phpid=1934>
 17. Schroedl CJ, Corbridge TC, Cohen BA ER, Fakhran SS, Schimmel D, McGaghie WC, et al. Use of simulation-based education to improve resident learning and patient care in the medical intensive care unit: A randomized trial. *J Crit Care*. 2012;27:219.e7-219.e13.
 18. Scalese RJ, Obeso VT, Issenberg SB. Simulation technology for skills training and competency assessment in medical education. *J Gen Intern Med*. 2008;23(1 SUPPL.):46–9.
 19. Rogers PL, Jacob H, Rashwan AS, Pinsky MR. Quantifying learning in medical students during a critical care medicine elective: a comparison of three evaluation instruments. [Internet]. Vol. 29, *Critical care medicine*.

2001. p. 1268–73. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11395619>
20. Yee J, Fuenning C, George R, Hejal R, Haines N, Dunn D, et al. Mechanical Ventilation Boot Camp: A Simulation-Based Pilot Study. *Crit Care Res Pract* [Internet]. 2016;2016:1–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/4670672>
 21. Spadaro S, Karbing DS, Fogagnolo A, Ragazzi R, Mojoli F, Astolfi L, et al. Simulation training for residents focused on mechanical ventilation: A randomized trial using mannequin-based versus computer-based simulation. *Simul Healthc*. 2017;12(6):349–55.
 22. Of N. Measuring learning environment perceptions : validation of the italian version of the approaches to studying inventory and the student course experience questionnaire. 2012;19(1):15–33.
 23. Harden RM, Stevenson M, Downie WW, Wilson GM. Assessment of clinical competence using objective structured examination. *Br Med J* [Internet]. 1975;1(5955):447–51. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1672423&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
 24. Daud-Gallotti, Renata Mahfuz; Martins, Milton de Arruda; Tibério, Iolanda de Fátima Lopes Calvo; Troncon LE de A. Avaliação Prática de Habilidades Clínicas em Medicina. 2012; Available from: <http://www.amazon.com.br/Avaliação-Prática-Habilidades-Clínicas-Medicina/dp/8538803212>
 25. Holmboe EMF, Hawkins REMF. Practical Guide to the Evaluation of Clinical Competence with bonus DVD, 1e [Internet]. 2008. 264 p. Available from: <http://www.amazon.com/dp/0323047092>

26. Miller GE. The assessment of clinical skills/competence/performance [Internet]. Vol. 65, Academic Medicine. 1990. p. S63-7. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00001888-199009000-00045>
27. Cruess RL, Cruess SR, Steinert Y. Amending Miller's Pyramid to Include Professional Identity Formation. *Acad Med*. 2016;91(2):180–5.
28. O'Boyle AL, Mink RB, Anas NG, Kallay TC. Development of learning objectives and a validated testing tool for management of pediatric mechanical ventilation. *Pediatr Crit Care Med* [Internet]. 2014;15(7):594–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25068247>
29. Zabar S, Kachur EK, Kalet A, Hanley K. Objective structured clinical examinations. 1st ed. New York: Springer; 2013. 1–87 p.
30. Andrés Trejo-Mejía J, Blee-Sánchez G, Peña-Balderas J. Elaboración de estaciones para el examen clínico objetivo estructurado (ECO). *Investig en Educ Médica* [Internet]. 2015;3(9):56–9. Available from: <http://riem.facmed.unam.mx>
31. Shahsavar N, Ludwigs U, Blomqvist H, Gill H, Wigertz O, Matell G. Evaluation of a knowledge-based decision-support system for ventilator therapy management. *Artif Intell Med*. 1995;7(1):37–52.
32. Semler MW, Keriwala RD, Clune JK, Rice TW, Pugh ME, Wheeler AP, et al. A randomized trial comparing didactics, demonstration, and simulation for teaching teamwork to medical residents. *Ann Am Thorac Soc*. 2015;12(4):512–9.
33. Daud-Gallotti RM, Morinaga CV, Arlindo-Rodrigues M, Velasco IT, Martins MA, Tiberio IC. A new method for the assessment of patient safety

- competencies during a medical school clerkship using an objective structured clinical examination. *Clinics* [Internet]. 2011;66(7):1209–15. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-59322011000700015&lng=en&nrm=iso&tlng=en
34. Issenberg SB, McGaghie WC, Hart IR, Mayer JW, Felner JM, Petrusa ER, et al. Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA*. 1999;282(9):861–6.
 35. Benbasat I, Dhaliwal JS. A framework for the validation of knowledge acquisition. *Knowl Acquis* [Internet]. 1989;1(2):215–33. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6WMS-4MV8C06-4/2/d649c7b91abbce94bf3abc88b384a45d>
 36. Frey DD, Dym CL. Validation of design methods: Lessons from medicine. *Res Eng Des*. 2006;17(1):45–57.
 37. Pololi L, Price J. Validation and Use of an Instrument to Measure the Learning Environment as Perceived by Medical Students. *Teach Learn Med*. 2000;12(4):201–7.
 38. Kayo EK, Securato JR. Método Delphi: fundamentos, críticas e vieses. *Cad Pesqui em Adm*. 1997;1(4):51–61.
 39. Cleophas G, Cleophas P. Usabilidade dos dispositivos móveis : verificando a confiabilidade de um questionário a partir da aplicação do coeficiente alfa de Cronbach Usability of mobile devices : checking the reliability of a questionnaire from the application of Cronbach ' s alph. *Atas do IX Encontro Nac Pesqui em Educ em Ciências – IX ENPEC*. 2013;1–8.
 40. Pasquali L. Psicometria. *Rev da Esc Enferm da USP*. 2009;43:999–999.

41. Feeley TH, Manyon AT, Servoss TJ, Panzarella KJ. Toward validation of an assessment tool designed to measure medical students' integration of scientific knowledge and clinical communication skills. *Eval Health Prof* [Internet]. 2003;26(2):222–33. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12789713>

42. Couto G, Primi R. Teoria de resposta ao item (TRI): Conceitos elementares dos modelos para itens dicotômicos. *Bol Psicol* [Internet]. 2011;62(134):1–15. Available from: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-59432011000100002

43. Araujo E. A C, Andrade F BSL. Teoria de resposta ao item. *Rev Esc Enferm USP* [Internet]. 2009;43(21):7. Available from: www.ee.usp.br/reeusp/

44. Frederic L. A theory of test scores (Psychometric monograph) [Internet]. Vol. 48. 1952. p. 166–76. Available from: <http://www.psychometrika.org/journal/online/MN07.pdf>

45. Sartes LMA, Souza-Formigoni MLO de. Avanços na psicometria: da Teoria Clássica dos Testes à Teoria de Resposta ao Item. *Psicol Reflexão e Crítica* [Internet]. 2013;26(2):241–50. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/prc/v26n2/04.pdf>

46. Andrade DF De, Valle CC. Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações. 1st ed. São Paulo; 2000. 17–36 p.

47. Vendramini CMM, Silva MC da, Canale M. Análise de itens de uma prova de raciocínio estatístico. *Psicol em Estud*. 2005;9(3):487–98.

48. Silveira, Paulo Sérgio; Siqueira JO. APEX / Psicometria / Princípios de Psicometria. São Paulo; 2019. p. 1–14.

49. Liao WW, Ho RG, Yen YC, Cheng HC. The four-parameter logistic item response theory model as a robust method of estimating ability despite aberrant responses. *Soc Behav Pers.* 2012;40(10):1679–94.
50. Hayashi, F K; Sousa, M; Ayres, PPM, Moraes; AM; Barbas C S V, Caruso, P; Ferreira JC. Impacto de estágio em UTI respiratória na competência em ventilação mecânica entre residentes de clínica médica. *J Bras Pneumol.* 2020; in press.
51. Streiner, D. L., Norman, G., & Cairney J. Health measurement scales. A practical guide to their development and use. 2015;432.
52. Justino G, Andrade DF De. Software para avaliação de aprendizagem utilizando a teoria da resposta ao item. XXVII Congr da SBC. 2007;248–55.
53. Durante E, Médica E. Algunos métodos de evaluación de las competencias: Escalando la pirámide de Miller. *Rev Hosp Ital BAires* [Internet]. 2006;26(2):55–61. Available from: https://www.hospitalitaliano.org.ar/multimedia/archivos/noticias_attachs/47/documentos/10411_26-2_educacion.pdf
54. Colombo D, Cammarota G, Alemani M, Carenzo L, Barra FL, Vaschetto R, et al. Efficacy of ventilator waveforms observation in detecting patient-ventilator asynchrony. *Crit Care Med.* 2011;39(11):2452–7.
55. Sousa MLA, Feltrim MIZ, Diniz-Silva F, Hayashi FK, Carvalho CRR, Ferreira JC. Knowledge, Attitudes and Practices Among Critical Care Professionals Towards Patient-Ventilator Asynchrony: A Pilot Survey [Internet]. B37. Innovations in Professional Education. 2017. p. A3292–A3292. Available from: https://doi.org/10.1164/ajrccm-conference.2017.195.1_MeetingAbstracts.A3292

56. Holanda, M A; Vasconcelos, R s; Ferreira, J C; Pinheiro B V. Patient-ventilator asynchronies. J Bras Pneumol. 2018;321–33.
57. Blanch L, Villagra A, Sales B, Montanya J, Lucangelo U, Luján M, et al. Asynchronies during mechanical ventilation are associated with mortality. Intensive Care Med. 2015;41(4):633–41.
58. Spece LJ, Mitchell KH, Caldwell ES, Gundel SJ, Jolley SE, Hough CL. Low tidal volume ventilation use remains low in patients with acute respiratory distress syndrome at a single center. J Crit Care. 2018;44:72–6.

Apêndice A

Gráfico 2 – Qualidade dos itens

Gráfico 3 - Discriminação

Gráfico 4 - Dificuldade

Apêndice B – Questões da Avaliação prática

Gráfico 5 - Questão 1

Gráfico 6 - Questão 2

Apêndice B

Gráfico 7 - Questão 3

Gráfico 8 - Questão 4

Apêndice B

Gráfico 9 - Questão 5

Gráfico 10 - Questão 6

Apêndice B

Gráfico 11 - Questão 7

Gráfico 12 - Questão 8

Apêndice B

Gráfico 13 - Questão 9

Gráfico 14 - Questão 10

Apêndice B

Gráfico 15 - Questão 11

Gráfico 16 - Questão 12

Apêndice B

Gráfico 17 - Questão 13

Gráfico 18 - Questão 14

Apêndice B

Gráfico 19 - Questão 15

Gráfico 20 - Questão 16

Apêndice B

Gráfico 21 - Questão 17

Gráfico 22 - Questão 18

Apêndice B

Gráfico 23 - Questão 19

Gráfico 24 - Questão 20

Apêndice B

Gráfico 25 - Questão 21

Gráfico 26 - Questão 22

Apêndice B

Gráfico 27 - Questão 23

Gráfico 28 - Questão 24

Apêndice B

Gráfico 29 - Questão 25

Gráfico 30 - Questão 26

Apêndice B

Gráfico 31 - Questão 27

Gráfico 32 - Questão 28

Apêndice B

Gráfico 33 - Questão 29

Gráfico 34 - Questão 30

Apêndice B

Gráfico 35 - Questão 31

Gráfico 36 - Questão 32