

# Aquecimento e umidificação dos gases inspirados na ventilação mecânica e sua relação com a secreção

## *Heating and humidification of gases inspired by mechanical ventilation and their relation to secretion*

Brena Costa de Oliveira<sup>1</sup>

Angelo Eduardo Vasconcelos  
Guimarães<sup>2</sup>

Francisco Maurilio da Silva Carrias<sup>3</sup>

Hengrid Graciely Nascimento Silva<sup>4</sup>

Samara Martins de Oliveira Souza<sup>5</sup>

Valéria Monteiro Beserra da Silva<sup>6</sup>

Daisy Satomi Ykeda<sup>7</sup>

### Resumo

**Introdução:** A ventilação mecânica (VM) requer cuidados especiais, pois em situações inadequadas torna-se deletéria. **Objetivo:** Verificar se os sistemas ativos de aquecimento e umidificação da Unidade de Terapia Intensiva de um Hospital Público estão sendo realizados de forma adequada e se eles possuem relação com as secreções. **Métodos:** Foram incluídos 30 pacientes que estavam em VM, com umidificadores ativos, sem restrições de idade e sexo. Observou-se os parâmetros da VM, características das secreções, nível de aquecimento e de água nos copos de umidificação, além da presença de água nos circuitos. **Resultados:** em 65,8% das vezes, o aquecimento estava abaixo do esperado; em 87,5% das ocasiões, a quantidade de água nos copos umidificadores foram inadequadas; em 53,3%, havia água nos circuitos. As secreções apresentaram relação com a umidificação ( $p=0,014$ ) e a frequência respiratória com as secreções ( $p<0,05$ ). **Conclusão:** O aquecimento do ar inspirado e os sistemas ativos de umidificação não estão sendo realizados de forma adequada e eles possuem relação com a viscosidade das secreções.

**Palavras-chave:** Respiração Artificial; Secreção; Umidificadores; Aquecedores; Temperatura.

### Abstract

**Introduction:** Mechanical ventilation (MV) requires special care, because in inappropriate situations it becomes deleterious. **Objective:** To verify if the active heating and humidification systems of the Intensive Care Unit of a Public Hospital are being adequately performed and if they are related to the secretions. **Methods:** We included 30 patients who were in MV, with active humidifiers, without restrictions of age and sex. The parameters of the MV, characteristics of the secretions, level of heating and water in the humidification cups, and the presence of water in the circuits were observed. **Results:** 65.8% of the time the heating was lower than expected; 87.5% of the occasions to the amount of water in the humidifier cups were inadequate; 53.3% had water in the circuits. The secretions were related to humidification ( $p = 0.014$ ) and respiratory rate with secretions ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** Heating the inspired air and active humidification systems are not being performed adequately and they are related to the viscosity of the secretions.

**Keywords:** Respiration, Artificial; Secretion; Humidifiers; Heaters; Temperature.

1 Residente no Programa de Residência Multiprofissional em Saúde, com área de concentração em Alta Complexidade, Universidade Federal do Piauí – UFPI. Teresina, Piauí – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2352-6342> brena\_oliveira.5@hotmail.com

2 Especialista em Fisioterapia Intensiva Adulto - ASSOBRAFIR/COFFITO. Teresina, Piauí – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2313-770X> angelo.fisio91@gmail.com

3 Especialista em Fisioterapia Intensiva Adulto - ASSOBRAFIR/COFFITO. Teresina, Piauí – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0762-0494> mauriliocarrias@gmail.com

4 Mestranda Ciências e Saúde, Universidade Federal do Piauí – UFPI. Teresina, Piauí – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7362-0118> hengrid\_graciely@hotmail.com

5 Residente no Programa de Residência Multiprofissional em Clínicas Médica e Cirúrgica, Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Teresina, Piauí – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8088-8817> samaramartins10@hotmail.com

6 Fisioterapeuta, Universidade Estadual do Piauí, UESPI. Teresina, Piauí – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6070-6748> lerinha0609@hotmail.com

7 Doutorado em Ciências, Universidade de São Paulo – USP. Teresina, Piauí – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8391-0047> daisyykeda@outlook.com

## Introdução

A ventilação mecânica (VM) constitui um dos pilares terapêuticos da Unidade de Terapia Intensiva (UTI), sendo aplicada em várias situações clínicas em que o paciente desenvolve insuficiência respiratória com o propósito de evitar a fadiga, restaurar a força muscular, diminuir o consumo de oxigênio e o desconforto respiratório, além de favorecer a aplicação de terapêuticas específicas.<sup>1</sup>

Quando ventilado mecanicamente, o paciente requer cuidados especiais, visto que, apesar dos benefícios, em situações inadequadas a VM pode ocasionar lesões em microestruturas pulmonares, tornando-se deletérias para aquele. Por isso, é necessário que ocorra uma monitorização eficiente a fim de minimizar os efeitos adversos.<sup>2</sup>

Nesse sentido, um dos padrões de cuidados da VM é a umidificação, pois a respiração prolongada de gases inadequadamente condicionados por meio de um tubo endotraqueal pode causar danos ao epitélio, manifestados pelo aumento do trabalho respiratório, espessamento das secreções, destruição do epitélio traqueobrônquico, atelectasias, ulcerações, redução da capacidade residual funcional, hipóxia, aumento da incidência de pneumonia e, em casos de excesso ou perda de calor, possível hipertermia ou hipotermia do paciente.<sup>3,4</sup>

Assim, a importância dos sistemas de umidificação e aquecimento dos gases inspirados se baseia na fisiologia do sistema respiratório, uma vez que as vias aéreas superiores têm por função filtrar, aquecer e umidificar os gases inalados<sup>5</sup>, tarefa que fica comprometida devido às interfaces dos tubos da VM que alteram a troca de calor entre a mucosa e os gases inspirados.<sup>6</sup> Por isso, é essencial assegurar a integridade das vias por meio desses sistemas, que são necessários para prevenir os efeitos indesejados do frio e dos gases secos no epitélio traqueobrônquico durante a VM.<sup>7</sup>

Nesse âmbito, existem dois tipos de umidificadores: os passivos, ou trocadores de calor

e umidade (FTCU), mais conhecidos pela sigla HME (*heat and moisture exchangers*); e os ativos, ou aquecidos (UA).<sup>5</sup>

Os filtros HME são dispositivos que combinam propriedades de umidificação com retenção bacteriana por meio de membranas que protegem os pacientes e que retêm a umidade e o calor durante a expiração para liberá-los ao ar seco inspirado, retornando o aquecimento e a umidade para as vias aéreas do paciente.<sup>8,9</sup>

Os umidificadores aquecidos (UA) transpõem o gás seco e frio através de uma câmara preenchida parcialmente de água aquecida, na qual o vapor da água é misturado ao gás, elevando sua temperatura e umidade.<sup>10</sup> Porém, eles possuem algumas desvantagens, como a necessidade de fonte de energia elétrica e a possibilidade de colonização de bactérias no circuito devido à condensação de vapor e uso inadequado, além de causar aquecimento e umidificação excessivos ou insuficientes, produzindo uma situação não fisiológica que repercute em hipotermia ou hipertermia, lesão térmica de via aérea, pouca fluidificação da secreção, degeneração ou paralisia dos cílios do epitélio respiratório.<sup>11,12</sup>

Dessa forma, os UA requerem cuidados especiais, pois é imprescindível evitar o ressecamento ou hiper-hidratação das secreções, mantendo o nível da água adequado no umidificador e trocando-a sempre que necessário. Vale destacar que seu nível não deve ser complementado, mas completamente substituído, pois pode tornar-se um meio de cultura para microrganismos resistentes, devendo-se estar atento à temperatura de aquecedores e aos alarmes.<sup>13</sup>

Nesse contexto, diante da necessidade de verificar se os sistemas ativos de aquecimento e umidificação da UTI de um hospital público estavam sendo realizados de forma adequada e se eles possuíam relação com as secreções, além da escassez de publicações recentes presente na literatura, foi despertado o interesse em realizar o presente estudo.

## Métodos

Trata-se de um estudo de campo, prospectivo, observacional e longitudinal, que seguiu as normas da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, no qual o responsável pelo paciente assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. Além disso, foi lido para o participante, mesmo que ele estivesse inconsciente e na presença de uma testemunha, o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE. Ressalte-se que o estudo somente teve início após sua aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual do Piauí (CEP – UESPI), via Plataforma Brasil, sob o parecer 2.314.964, além da autorização da Instituição coparticipante.

A realização da pesquisa deu-se na Unidade de Terapia Intensiva de um hospital público com 30 pacientes. Desses, incluíram-se todos aqueles que estavam em ventilação mecânica invasiva por um período superior a 24 horas, com umidificadores ativos, sem restrições de idade e gênero, cujos responsáveis autorizaram a participação no estudo. Seriam excluídos aqueles que desistissem da pesquisa, no entanto não houve perdas no estudo.

A coleta de dados ocorreu durante todo o período de internação dos participantes. Os dados foram descritos em uma ficha criada pelos próprios autores, identificada por números ou letras, preservando a identidade do paciente, na qual constavam: o diagnóstico; os dados pessoais como idade, altura, peso predito; a data de admissão; e a data de início e fim da ventilação mecânica.

Igualmente coletaram-se informações acerca do nível de água presente nos copos umidificadores, os quais foram medidos em centímetros por meio de uma fita métrica inelástica, e posteriormente analisados quanto à ausência/ presença ideal, insuficiente ou excessiva de água nos copos.

Observou-se ainda se os copos coletores dos circuitos estavam bem acoplados e o nível de aquecimento dos gases inspirados, por

meio de uma escala graduada de um a três, cuja temperatura varia de 26-29°C, 30-33°C e 33-36°C, respectivamente, conforme o fabricante. Também foram colhidos os dados da secreção, como a cor, viscosidade e quantidade. No mesmo sentido, os pesquisadores observaram a presença de água no circuito do ventilador, marcando na ficha a porcentagem referente à quantidade de obstrução causada pelo líquido. Outrossim, foram registrados os parâmetros da ventilação mecânica, como a frequência respiratória, volume corrente, fluxo de ar, fração inspirada de oxigênio, resistência e modo ventilatório, para correlação com as secreções e o nível de aquecimento e umidificação.

Os dados foram organizados e tabulados na planilha do programa Microsoft Excel 2010 e as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa *Statistical Package for the Social Sciences - SPSS®* versão 21,0. Os dados foram descritos em média e desvio padrão e o teste de Komogorov-Smirnov indicou que os dados analisados não eram paramétricos. Assim, para correlação desses foi utilizado o Teste de Spearman, considerando o nível de significância de  $p < 0,05$ , conforme preconizado para estudos em seres humanos.

## Resultados

A amostra deste estudo foi composta por 30 pacientes que atenderam aos critérios estabelecidos e não houve perdas na amostra. Observou-se que a média de idade foi de  $46 \pm 16$  anos e, de acordo com o perfil clínico, foi observado que uma representativa parcela dos pacientes, 46,6% (n=14), apresentava síndrome da imunodeficiência adquirida (HIV/AIDS); além de insuficiência respiratória aguda, 16,6% (n=5); tuberculose, meningoencefalite e leishmaniose visceral, 13,3% (n=4) cada; e 56,6% (n=17) do total de pacientes vieram a óbito.

A tabela 1 mostra a média de dados clínicos gerais característicos dos pacientes em ventilação mecânica (VM) incluídos na pesquisa. O

modo ventilatório de maior frequência encontrado foi o de Ventilação Assisto-Controlada por Pressão (PCV), 65,8% (n=79), seguido de Ventilação com Pressão de Suporte (PSV), 34,2% (n=41).

**Tabela 1: Dados clínicos dos participantes**

Características	Médias
Tempo na VM	14 ±11 dias
Altura	1,65 ±0,10 m
Peso Predito	61,1 ±9,91 kg
Frequência Respiratória (f)	21 ±7 ipm
Volume Corrente (VC)	0,475 ±0,188 mL
Fluxo	58 ±18 L/min
Resistência	17 ±9 cmH <sub>2</sub> O/L/seg
Fração inspirada de oxigênio (FIO <sub>2</sub> )	0,41 (±0,18)

Legenda: Os valores foram expressos em média ±desvio-padrão. VM: ventilação mecânica; m: metros; kg: quilos; ipm: incursões por minuto; mL: mililitro; L/min: litros por minuto; cmH<sub>2</sub>O/L/seg: centímetro de água e litros por segundo.

Fonte: Os autores.

Quanto ao nível de água presente nos copos umidificadores, constatou-se que: apenas em 12,5% (n=15) das vezes este nível estava adequado; em 58,3% (n=70), abaixo do recomendado; em 7,5% (n=9), acima; e em 21,7% (n=26), os copos estavam vazios. Adicionalmente, notou-se que, em 73,3% (n=88) das ocasiões, os copos coletores estavam bem acoplados. Também foi analisado o aquecimento dos umidificadores, demonstrado na Tabela 2 e descritos os dados referentes à cor, quantidade e viscosidade das secreções desses pacientes, conforme Figuras 1, 2 e 3.

**Tabela 2: Características do aquecimento dos umidificadores**

Aquecimento	Valor da temperatura	Médias
Desligado	0°C	1,7%
Nível 1	26-29°C	19,2%
Nível 2	30-33°C	65,8%
Nível 3	33-36°C	13,3%

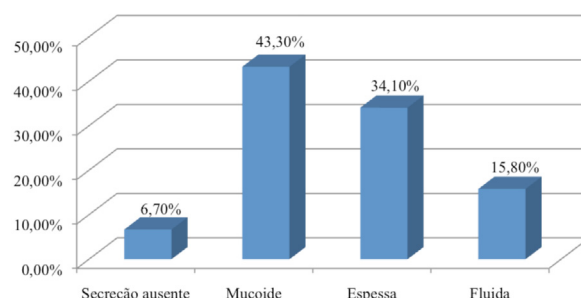
Legenda: °C: graus Celsius.

Fonte: Os autores.

No que tange à quantidade de água condensada nos circuitos, em 46,7% (n=56) não havia obstrução, em 47,5% (n=57) havia pelo menos 25% de condensação e 5,8% (n=7) apresentavam cerca de 50% de água dos circuitos.

Ademais, foi notória uma correlação fraca e inversamente proporcional entre a umidificação e viscosidade das secreções, embora haja um

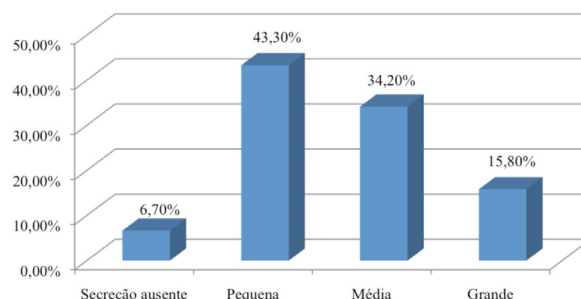
**Viscosidade das secreções**



**Figura 1: Viscosidade das secreções**

Fonte: Os autores.

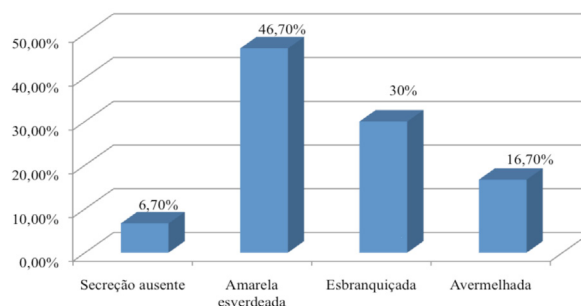
**Quantidade das secreções**



**Figura 2: Quantidade das secreções**

Fonte: Os autores.

**Cor das secreções**



**Figura 3: Cor das secreções**

Fonte: Os autores.

valor estatisticamente significativo ( $\rho=0,014$ ). Do mesmo modo, houve fraca correlação entre a frequência respiratória e a viscosidade e a frequência respiratória com a quantidade das secreções, ambas com nível de significância estatístico ( $\rho=0,016$  e  $\rho=0,001$  respectivamente), conforme Tabela 3.

## Discussão

Este trabalho revela que o aquecimento do ar inspirado e os sistemas ativos de umidificação não estão sendo realizados de forma adequada, posto que na maioria das vezes, 65,8%, o nível de aquecimento se encontrava abaixo do esperado, correspondendo a 30-33°C. Paralelamente, notou-se que, em 87,5% das ocasiões, a quantidade de água presente nos copos umidificadores foi diferente do valor recomendado, constatando-se que eles possuem relação inversamente proporcional com a viscosidade das secreções de pacientes em ventilação mecânica invasiva, embora não tenha havido significância sobre a cor e a quantidade dessa.

Nesse sentido, cumpre ressaltar que o ar ambiente (21°C e umidade relativa de 50%), ao ser inalado espontaneamente, aumenta sua umidade relativa para 80 a 90%, aquecendo-se em torno de 34°C ao passar pelo nariz, e, ao ser exalado, transfere calor para a mucosa respiratória, sendo essa troca de calor fundamental para a função normal das vias aéreas.<sup>14,7</sup> Além disso,

é indicado que, durante a umidificação ativa, a temperatura do gás esteja entre 34°C e 41°C no circuito Y e com umidade de 100%, com o objetivo de evitar possíveis disfunções na mucosa das vias aéreas<sup>15</sup>. Por essa razão, esperava-se encontrar neste estudo uma predominância do nível três de aquecimento (33-36°C), porém a maioria estava com o nível dois (30-33°).

O estudo de Galvão<sup>4</sup> avaliou os níveis de temperatura dos sistemas ativos e passivos, verificando que os UA atingiram temperaturas mais baixas que os FTCU (29,01 ± 1,33 °C, versus 30,14 ± 1,24 °C;  $p<0,001$ ), fato que corrobora com o grau de aquecimento encontrado na maioria dos UA do presente trabalho. Entretanto, é importante destacar que uma das desvantagens do UA consiste no fato de que suas configurações de temperatura geralmente são pré-determinadas, ao invés de serem baseadas na avaliação clínica do paciente, pois sabe-se que, embora esse parâmetro não seja um bom indicador da umidade entregue, ele permanece sendo um fator fácil de monitorar e de medir.<sup>15</sup>

Frise-se ainda que os aparelhos existentes não são capazes de medir as temperaturas locais nos tubos das interfaces, medindo apenas a temperatura do ar de insuflamento, através do termoscópio. Dessa forma, a temperatura do ar na saída do tubo que se conecta ao enfermo não é controlada, podendo variar ao chegar ao local de entrada do paciente.<sup>5</sup>

No que diz respeito aos copos de umidificação, esperava-se encontrar cerca de 3 a 4 cen-

**Tabela 3: Correlações entre as variáveis**

<i>Correlações</i>	Valor da correlação ( $\rho$ )	Valor de p
Aquecimento e cor da secreção	-0,016	0,863
Aquecimento e viscosidade da secreção	0,099	0,284
Aquecimento e quantidade da secreção	0,134	0,146
Umidificação e cor da secreção	-0,038	0,703
Umidificação e viscosidade da secreção	-0,240**	0,014*
Umidificação e quantidade da secreção	0,114	0,249
Frequência respiratória e viscosidade da secreção	0,204**	0,026*
Frequência respiratória e quantidade da secreção	0,298**	0,001*

Legenda: P para o Teste de Spearman, com nível de significância  $<0,05$ . \* p significativo; \*\* fraca correlação.  
Fonte: Os autores.

tímetros de água em cada, conforme indicado pelo próprio aparelho, que já vem com uma marca específica quanto ao total de líquido ideal. No entanto, notou-se que dificilmente a recomendação era seguida, inclusive em 21,7% das vezes sequer havia água nos copos.

Tal fato, além de determinar uma desvantagem dos UA, visto que o nível de água no umidificador geralmente fica abaixo do nível sugerido pelo fabricante<sup>15</sup>, também pode alterar a mecânica respiratória do paciente, uma vez que a adequação do nível da água no umidificador é importante para evitar alterações nas secreções, como possíveis ressecamentos ou hiperhidratação dessas.<sup>7</sup> Considerando que, quando a umidificação está insuficiente, tem-se um maior índice de obstruções do tubo devido ao acúmulo de secreções, ela é fundamental para liquefazer o muco e prevenir tais ocorrências.<sup>16</sup>

Interessa destacar que o Instituto Nacional Americano de Padrões (ANSI) e a Associação Americana de Cuidados Respiratórios (AARC) recomendam uma umidificação absoluta maior que 30 mg H<sub>2</sub>O/L para os gases respirados durante a VM, já a Organização Internacional para Padronização (ISO) aconselha valores maiores que 33 mg H<sub>2</sub>O/L.<sup>17</sup> O presente trabalho limita-se, pois não foram aferidos os valores de umidificação dos gases, apenas analisadas a presença e a quantidade de água nos copos, circunstância que pode ser um viés, julgando pela impossibilidade de afirmar a precisão de valores desse dispositivo, já que o método mais confiável para essa medição seria um sistema higrômetro-termômetro, dificilmente disponível à beira do leito.<sup>3</sup>

Notou-se que a média de tempo na ventilação mecânica foi de 14 dias, o que caracteriza pacientes crônicos e de longa permanência no suporte ventilatório. Vale destacar que, ao correlacionar os parâmetros da VM com a cor, quantidade e viscosidade das secreções desses pacientes, apenas a frequência respiratória mostrou ter correlação e significância sobre esses aspectos.

Igualmente, foram analisadas possíveis relações entre o aquecimento e a umidificação

sobre essas características das secreções, no entanto só foram encontradas correlações significativas entre a umidificação e a viscosidade, conjuntura que se contradiz com o estudo conduzido por McNamara<sup>18</sup>, o qual comparou os efeitos clínicos dos umidificadores ativos e passivos em crianças traqueostomizadas e observou que não houve diferenças visuais na viscoelasticidade das secreções, embora o grupo com menos eventos clínicos adversos tenha sido os de UA.

Também contrariamente ao presente estudo, que não observou correlação entre a quantidade das secreções e a umidificação dos gases, Sottiaux<sup>19</sup> constatou que o volume das secreções seria diretamente proporcional ao grau de umidificação. Da mesma maneira, Solomita<sup>20</sup> mostra que diferentes níveis no vapor de água dos gases inspirados podem estar associados com a quantidade das secreções, de modo que uma maneira de se prevenir secreções excessivas se basearia no controle da umidificação.

Já o trabalho de Restrepo<sup>15</sup> comenta que, quando o gás inspirado apresenta altas temperaturas, ocorrem condensações nos circuitos, repercutindo na diminuição da viscosidade das secreções e aumentando o fluido de profundidade pericelular, e tal combinação poderia provocar a redução da velocidade do transporte mucociliar.

Ademais, foram analisadas outras variáveis importantes durante o uso dos UA, como o acoplamento dos copos coletores, que estava correto na maioria das vezes, e a presença de água condensada nos circuitos, que pode tornar-se um meio de cultura para microrganismos resistentes. Isso foi observado em mais da metade (53,33%) das ocasiões.

Sabe-se que uma das diferenças entre os UA e os FTCU é o maior volume de condensação nos circuitos, como comprovado por Galvão<sup>4</sup> ( $p < 0,05$ ), por isso, evidencia-se a importância de maiores cuidados e maior atenção durante o uso desses filtros, embora existam métodos que visam minimizar essa condensação, como o uso de fios aquecidos inspiratórios.<sup>3</sup>

No mais, é válido ressaltar que não existe um método de umidificação universal para todos os pacientes, embora a recomendação dos ativos seja nível 2B de evidência, contra nível 2C de evidência dos passivos<sup>17</sup>. É necessário adaptar o dispositivo, conforme a necessidade de cada um<sup>21</sup>, e sempre verificar se eles foram testados e se atendem ao padrão e ao esperado, independentemente do fabricante.<sup>22</sup>

É importante citar que a maioria dos estudos existentes na literatura compara os umidificadores ativos e passivos, de modo que existem poucos que analisam somente a eficiência do uso dos UA, o que dificulta a discussão dos dados aqui levantados. Além do mais, como este trabalho tem como foco os UA, uma de suas limitações consiste em não poder comprovar se o uso desses sistemas ocorreu porque eram os indicados ou porque a rotina do hospital supunha o seu uso.

Outro viés foi a dificuldade em classificar as características das secreções, tendo em vista uma subjetividade muito grande ao determinar sua viscosidade e quantidade e a escassez de publicações recentes presentes na literatura para melhor discussão dos dados obtidos.

Logo, nota-se a importância e a relevância deste estudo e demonstra-se a necessidade da realização de novos trabalhos sobre o tema em questão, contemplando amostras mais amplas e maior tempo de observação. Não obstante, seriam interessantes pesquisas envolvendo maiores detalhes, não somente dos UA, mas também dos passivos, analisando, além das precauções, as indicações de cada uso.

Assim, estima-se que esses resultados sirvam de base para melhorias no sistema de saúde da instituição, de modo que os sistemas de umidificação e o aquecimento da ventilação mecânica sejam fiscalizados e executados adequadamente, beneficiando tanto o hospital quanto os próximos pacientes. Além do que se espera que o estudo estimule os profissionais a terem maiores cuidados com o nível de água dos umidificadores, bem como a presença de água nos circuitos.

## Conclusão

Conclui-se, a partir do presente estudo, que o aquecimento do ar inspirado e os sistemas ativos de umidificação da ventilação mecânica não estão sendo realizados de forma adequada e necessitam de maiores cuidados e maior atenção durante seus manuseios. Além disso, destaca-se que a frequência respiratória, a umidificação e o aquecimento dos gases inspirados podem ter influência no aspecto e na quantidade das secreções do paciente.

## Referências

1. Carvalho CRR, Toufen Jr, C, Franca, SA. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. *J Bras Pneumol*. 2007; 33(2): 54-70.
2. Nepomuceno RDM, Silva LD. Pesquisa bibliográfica dos sistemas de vigilância em ventilação mecânica: o estado da arte na enfermagem. *Rev. Eletrônica Enferm*. 2007; 09(01): 191-199.
3. Ashry HSA; Modrykamien AM. Humidification during mechanical ventilation in the adult patient. *Biomed Res Int*. 2014; 2014: 715434. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/715434/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.
4. Galvão AM, Galindo Filho VC, Marinho PEM, França EET, Gomes R, Santos BEM, et al. Estudo comparativo entre os sistemas de umidificação aquoso aquecido e trocador de calor e de umidade na via aérea artificial de pacientes em ventilação mecânica invasiva. *Rev. bras. Fisioter*. 2006; 10(3): 303-308.
5. Ferreira EL. Sistema de aquecimento e umidificação de ar para ventilação mecânica de pacientes de unidades de terapia intensiva [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006.
6. Guyton AC; Hall JE. Tratado de fisiologia médica. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
7. Nyssen SM. Comparativo entre os sistemas de umidificação e aquecimento: HME e Umidificador Aquecido na ventilação mecânica. 2010. 31f. Monografia (Graduação em Fisioterapia), Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

8. Lucato JJJ. Avaliação e comparação de diferentes tipos de trocadores de calor e umidade [Doutorado em Ciências Médicas]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2005.
9. Oliveira ACS. Escalas de umidificação de vias aéreas durante ventilação mecânica: tradução, validação e avaliação da confiabilidade [dissertação]. São Paulo: Fundação Antônio Prudente, 2008.
10. Bonassa J. Umidificação na Ventilação Mecânica. In: Carvalho WB et al. Atualização em Ventilação Pulmonar Mecânica. São Paulo: Atheneu; 1997. p. 17-29.
11. Branson RD. Humidification of respired gases during mechanical ventilation: mechanical considerations. *Respir Care Clin Am.* 2006; 12(2): 253-256.
12. Shelly MP. The humidification and filtration functions of the airways. *Respir Care Clin N Am.* 2006; 12(2): 139-148.
13. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia e Associação de Medicina Intensiva Brasileira. II Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. *J Bras Pneumol.* 2000; 26(Suppl2): 1-68.
14. Gatiboni S, Piva JP, Garcia PCR. Umidificação dos gases inspirados na ventilação mecânica em crianças. *Scientia Medica.* 2008; 18(2): 87-91.
15. Restrepo RD, Walsh BK. Humidification During Invasive and Noninvasive Mechanical Ventilation: 2012. *Respir Care:* 2012; 57(5): 782-788.
16. Danin PE, Girou E, Legrand P, Louis B, Fodil R, Christov C, et al. Description and microbiology of endotracheal tube biofilm in mechanically ventilated patients. *Respir Care.* 2015; 60(1): 21-9.
17. Cerpa F, Cáceres D, Romero-Dapuelto C, Giugliano-Jaramillo C, Pérez R H, Budini I, Hidalgo V, et al. Humidification on Ventilated Patients: Heated Humidifications or Heat and Moisture Exchangers? *Open Respir Med J.* 2015; 9 (Suppl 2: M5) 104-111.
18. McNamara DG, Asher MI, Rubin BK, Stewart A, Byrnes CA. Heated Humidification Improves Clinical Outcomes, Compared to a Heat and Moisture Exchanger in Children With Tracheostomies. *Respir. Care.* 2014; 59(1): 46-53.
19. Sottiaux TM. Consequences of Under- and Overhumidification. *Respir Care Clin N Am.* 2006; 12(2): 233-252.
20. Solomita M, Palmer LB, Daroowalla F, Liu J, Miller D, LeBlanc DS, et al. Humidification and Secretion Volume in Mechanically Ventilated Patients. *Respir Care.* 2009; 54(10): 1329-35.
21. Gross JL, Park GR. Humidification of inspired gases during mechanical ventilation. *Minerva Anestesiol.* 2012; 78(4): 496-502.
22. Lellouche F, Taille S, Lefrancois F, Deye N, Maggiore SM, Jouvét P, et al. Humidification performance of 48 passive airway humidifiers: comparison with manufacturer data. *Chest.* 2009; 135(2): 276-86.