

**UMIDIFICAÇÃO DAS VIAS AÉREAS EM UTI:  
COMO UMA PADRONIZAÇÃO DE  
ATENDIMENTO ALTERA O USO DOS  
UMIDIFICADORES**

**DANIELA DA SILVA MAIA TERABE**

**Dissertação apresentada à Fundação Antônio  
Prudente para obtenção do título de Mestre em  
Ciências**

**Área de concentração: Oncologia**

**Orientador: Dr. Daniel Deheinzelin**

**Co-Orientador: Dr. Mauro Tucci**

**São Paulo**

**2006**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Preparada pela Biblioteca do Centro de Tratamento e Pesquisa  
Hospital do Câncer A.C. Camargo**

Terabe, Daniela da Silva Maia

**Umidificação das vias aéreas em UTI: como uma padronização de atendimento altera o uso dos umidificadores** / Daniela da Silva Maia Terabe – São Paulo, 2006.

66p.

Dissertação(mestrado)-Fundação Antônio Prudente.

Curso de Pós-Graduação em Ciências-Área de concentração: Oncologia.

Orientador: Daniel Deheinzelin

Descritores: 1. VENTILAÇÃO MECÂNICA. 2. UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA. 3. UMIDADE. 4. RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL. 5. VENTILAÇÃO PULMONAR. 6. CALOR. 7. EQUIPAMENTOS E PROVISÕES HOSPITALARES/classificação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por iluminar a todos que estiveram envolvidos neste trabalho.

Agradeço aos meus pais por acreditarem na minha capacidade e confiarem em mim.

Agradeço ao Fabio (meu esposo) pelo carinho e incentivo até do outro lado do mundo.

Agradeço aos amigos pelo apoio.

Agradeço à equipe da UTI do Hospital do Câncer, em especial à Fisioterapia pela ajuda.

Agradeço ao Dr. Daniel e ao Dr. Mauro pela enorme paciência em me ensinar e orientar.

## RESUMO

Terabe DSM. **Umidificação das vias aéreas em UTI: como uma padronização de atendimento altera o uso dos umidificadores.** São Paulo; 2006. [Dissertação de Mestrado-Fundação Antônio Prudente].

**Introdução:** A umidificação dos gases utilizados nos pacientes em ventilação mecânica é de grande importância, pois valores inadequados podem provocar lesões no trato respiratório dos pacientes. Apesar da existência de diversos estudos em torno do assunto, não existem protocolos estabelecidos para escolha de dispositivos de umidificação ou para controle da mesma em UTI. **Objetivos:** Realizamos esse estudo com o objetivo de avaliar a frequência de utilização de cada dispositivo de umidificação (umidificador aquecido - UAq e trocador de calor e umidade - HME) quando se utiliza um protocolo de atendimento; a frequência da necessidade de troca do HME pelo UAq devido à umidificação inadequada; e a frequência de uso de dispositivos de umidificação nos pacientes em ventilação não invasiva (VNI). **Métodos:** Todos os pacientes internados na UTI do Hospital do Câncer submetidos à ventilação mecânica invasiva (VMI) por mais de 12 horas ou VNI por mais de 2 horas contínuas por dia foram candidatos ao estudo. Os pacientes incluídos foram acompanhados durante todo o período em que estiveram sob suporte ventilatório; foram utilizados um fluxograma e os valores da umidade absoluta para determinar o tipo de dispositivo a ser utilizado. Nos pacientes que usaram a VNI, a utilização da umidificação (com UAq) foi instituída de acordo com as queixas dos pacientes. **Resultados:** Foram avaliados 81 casos em VMI e 8 em VNI entre Março e Novembro de 2005. Não houve diferença nas características clínicas entre o grupo que utilizou o HME e o UAq. O valor médio de UA encontrado naqueles que utilizaram HME foi de  $28,7\text{mgH}_2\text{O/L} \pm 2,5$  e nos que fizeram uso do UAq foi de  $31\text{mgH}_2\text{O/L} \pm 3,3$ ; a média geral foi de  $28,9\text{mgH}_2\text{O/L} \pm 2,7$ . No total foram realizadas 133 trocas de dispositivo de umidificação; dessas, 6 (4,5%) foram de HME para UAq, sendo 4 devido à UA inferior ao estipulado pelo protocolo e 2 por hipersecreção. Nos pacientes que utilizaram a VNI, houve apenas uma queixa

relacionada ao ressecamento das vias aéreas e um caso fez uso do UAq. **Conclusões:** Ao utilizarmos um protocolo de atendimento (baseado na UA), observamos que nenhum paciente necessitou do UAq desde o início da ventilação, sendo realizadas apenas trocas de dispositivo. A frequência da necessidade de troca do HME pelo UAq devido à umidificação inadequada foi relativamente pequena, 8,6%, incluindo as violações. Apesar do adequado funcionamento dos HMEs, nos casos de contra-indicações desses, os UAqs são necessários. Quanto ao uso de umidificação externa nos pacientes em VNI, baseados nos baixos índices de reclamações encontrados, sugerimos sua instituição nas situações onde hajam queixas de desconforto causado pelo ressecamento da mucosa nasal e oral.

## SUMMARY

Terabe DSM. [Airway humidification in ICU: how standardization of care affects humidifier use]. São Paulo; 2006. [Dissertação de Mestrado-Fundação Antônio Prudente].

**Introduction:** It is important to humidify the gases used by patients in mechanical ventilation, as inadequate values could damage their respiratory tract. In spite of many studies on this issue, there are no established protocols (concerning how) to choose the humidification device or to control the humidification parameters in the ICU. **Objectives:** This study was conducted to evaluate the frequency of use of two humidification devices (heated humidifier – HH and heat and moisture exchanger – HME) when a protocol of care is utilized; the frequency of change from HME to HH because of inadequate humidification; and the frequency of use of humidification devices in patients utilizing noninvasive ventilation (NIV). **Method:** All patients treated in the ICU of Hospital do Câncer which continuously used invasive mechanical ventilation (IMV) for more than 12 hours or NIV for more than 2 hours were candidates for the study. Enrolled patients were followed throughout the ventilation supportive period; the type of humidification device was chosen based on an algorithm and the value of absolute humidity (AH). Regarding NIV cases, humidification (with HH) was applied depending upon the patients' complaints. **Results:** From March to November 2005, 81 cases of IMV and 8 cases of NIV were analyzed. There were no differences among clinical characteristics between the groups using HME and HH. Mean values of absolute humidity were  $28,7\text{mgH}_2\text{O/L} \pm 2,5$  and  $31\text{mgH}_2\text{O/L} \pm 3,3$  for those who utilized HME and HH, respectively; considering all patients, it was  $28,9\text{mgH}_2\text{O/L} \pm 2,7$ . 133 changes of devices were performed; just 6 (4,5%) were from HME to HH, 4 of these because of inadequate AH and the other two because of hypersecretion. In NIV patients, there was just one complaint of upper airway dryness and one patient utilized HH. **Conclusions:** Utilizing an AU-based protocol of care, we observed that none of the patients needed the HH from the beginning of ventilatory support; instead, they were used just after

the HME. The necessity of exchange from HME to HH owing to inadequate humidification was low, approximately 8,6%, including the violations. Despite the adequate performance of HMEs, in cases of contra-indications of them, HHs are necessary. Concerning the use of external humidification in NIV patients and based on the low rates of complaints observed, we suggest that it should be utilized when there are problems related to dryness of nasal and oral mucosa.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Fluxograma para escolha e troca dos dispositivos de umidificação	20
<b>Figura 2</b>	Frequência dos valores da umidade absoluta encontrados	31
<b>Figura 3</b>	Frequência dos valores da UA no uso do umidificador aquecido	32
<b>Figura 4</b>	Frequência dos valores da UA no uso do HME	33
<b>Figura 5</b>	Frequência da UA por dispositivo de umidificação. Box plot com mediana, intervalo 25-75% e limite de 5 e 95%	34
<b>Figura 6</b>	Frequência da temperatura inspiratória nos pacientes	35
<b>Figura 7</b>	Frequência da Tins por dispositivo de umidificação. Box plot com mediana, intervalo 25-75% e limite de 5 e 95%	36
<b>Figura 8</b>	Variação da temperatura ambiente durante as medidas	37
<b>Figura 9</b>	Temperatura ambiente no momento anterior à troca por UAq	38
<b>Figura 10</b>	Dispersão dos valores de UA e temperatura ambiente conforme motivo de troca	39
<b>Figura 11</b>	Correlação entre Volume Minuto e UA.	40
<b>Figura 12</b>	Fluxograma com resultados obtidos a partir da aplicação do protocolo	42

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Motivo para não inclusão dos casos, em ventilação invasiva, no protocolo	23
<b>Tabela 2</b>	Características dos pacientes do estudo	24
<b>Tabela 3</b>	Motivo da internação dos pacientes incluídos no estudo	25
<b>Tabela 4</b>	Motivo de uso da ventilação mecânica	25
<b>Tabela 5</b>	Dados da ventilação mecânica dos pacientes	26
<b>Tabela 6</b>	Número de casos e número de trocas de dispositivo de umidificação	28
<b>Tabela 7</b>	Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) dos valores de umidade e temperatura	30
<b>Tabela 8</b>	Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) dos valores de umidade e temperatura na VNI	43

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>f</b>	freqüência respiratória
<b>FiO<sub>2</sub></b>	fração inspirada de oxigênio
<b>HME</b>	trocador de calor e umidade ( <i>Heat and Moisture Exchanger</i> )
<b>PaCO<sub>2</sub></b>	pressão parcial arterial de dióxido de carbono
<b>PAV</b>	pneumonia associada à ventilação
<b>PEEP</b>	pressão positiva ao final da expiração ( <i>Positive End Expiratory Pressure</i> )
<b>r</b>	coeficiente de Pearson
<b>r<sup>2</sup></b>	coeficiente de determinação
<b>RGH</b>	registro de internação
<b>T</b>	temperatura
<b>Tins</b>	temperatura inspiratória
<b>U</b>	umidade
<b>UA</b>	umidade absoluta
<b>UAq</b>	umidificador aquecido
<b>UR</b>	umidade relativa
<b>UTI</b>	unidade de terapia intensiva
<b>VC</b>	volume corrente
<b>VIAS</b>	vias aéreas superiores
<b>VM</b>	ventilação mecânica
<b>VMI</b>	ventilação mecânica invasiva
<b>vol. mim.</b>	volume minuto
<b>VNI</b>	ventilação não invasiva

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	Umificação das vias aéreas	2
1.2	Dispositivos para umificação e aquecimento	4
1.2.1	Umificadores aquecidos	4
1.2.2	HME	6
1.3	Umificação durante a ventilação mecânica invasiva	9
1.4	Umificação durante a ventilação mecânica não invasiva	10
1.5	Avaliação da umificação	12
1.6	Protocolos para controle da umificação em UTI	14
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODO</b>	<b>17</b>
3.1	Umificação e aquecimento dos gases medicinais	18
3.2	Avaliação da umificação e aquecimento dos gases medicinais	21
3.3	Análise estatística	22
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>23</b>
4.1	População estudada	23
4.1.1	Seleção dos casos	23
4.1.2	Características clínicas	24
4.1.3	Variação dos parâmetros da ventilação mecânica	26
4.2	Pacientes em ventilação mecânica invasiva	26
4.2.1	Dados gerais	26
4.2.2	Aspectos relativos à secreção traqueal	29
4.2.3	Variação da umidade absoluta e relativa durante VMI	29
4.2.4	Análise dos valores de UA entre pacientes que trocaram de dispositivo por tempo de uso e por secreção	41
4.2.5	Síntese dos resultados encontrados entre os pacientes que utilizaram VMI	41

4.3	Pacientes em ventilação não invasiva	43
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>45</b>
5.1	População estudada	45
5.2	Frequência de uso dos dispositivos de umidificação	46
5.3	Variação dos valores de umidade e temperatura	49
5.4	Correlação entre secreção e umidade	51
5.5	Umidificação no uso da VNI	53
5.6	Considerações finais	54
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>58</b>

## **ANEXOS**

- Anexo 1** Avaliação diária do estudo da umidificação
- Anexo 2** Dicionário para preenchimento dos dados (VMI)
- Anexo 3** Dados do Protocolo de Umidificação (VMI)
- Anexo 4** Dicionário para preenchimento dos dados (VNI)
- Anexo 5** Dados do Protocolo de Umidificação (VNI)
- Anexo 6** Circuito intermediário para aferição da umidade e temperatura dos gases inspirados
- Anexo 7** Termo-higrômetro digital 605-H1 Teste
- Anexo 8** Termo-higrômetro acoplado ao circuito intermediário para aferição das medidas
- Anexo 9** Escala de valores de Umidade Absoluta calculada para diferentes valores de temperatura e umidade relativa dos gases inspirados

# 1 INTRODUÇÃO

É essencial assegurar a integridade das vias aéreas através da umidificação e aquecimento dos gases medicinais em pacientes que necessitam da utilização da ventilação mecânica invasiva (VMI), seja ela realizada através de tubo orotraqueal ou traqueostomia. Esses gases são provenientes, geralmente, da rede hospitalar e são secos e frios, podendo provocar danos ao trato respiratório do paciente (BRANSON et al. 1998; RICARD et al. 2002; CINNELLA et al. 2005). Quando se usa ventilação não invasiva (VNI), onde a pressão positiva é fornecida através de máscaras ajustadas ao rosto dos pacientes, a função de umidificação das vias aéreas superiores está preservada (EVANS 2001), não sendo obrigatória a utilização de umidificação externa (SHELLY et al. 1988). Porém, da mesma forma que ocorre nos pacientes intubados, o ar utilizado durante a VNI é seco e pode causar desconforto nas vias aéreas de alguns pacientes. Segundo LELLOUCHE et al. (2002), ao usar a VNI também deve haver a preocupação em realizar adequada umidificação dos gases.

A umidificação e aquecimento dos gases inspirados são de fundamental importância na evolução do paciente de UTI (Unidade de Terapia Intensiva), pois, tanto valores inferiores quanto excessivos podem determinar graves danos ao trato respiratório (LUCHETTI et al. 1998).

## 1.1 UMIDIFICAÇÃO DAS VIAS AÉREAS

Umidade é um termo genérico usado para descrever a quantidade de vapor de água (moléculas de água) contida em uma mistura gasosa. Ela pode ser expressa de duas diferentes formas: umidade absoluta ou umidade relativa (BONASSA 1997). A umidade absoluta (UA) é a quantidade de vapor de água em um volume de gás (expressa em miligramas de água por litro – mgH<sub>2</sub>O/L). Alterações na temperatura ocasionam alterações na quantidade de vapor de água que pode estar contida em um determinado volume de gás. O ar que retém a máxima quantidade de vapor de água à determinada temperatura é denominado saturado (BONASSA 1997).

Umidade relativa (UR) é a relação entre a quantidade de água contida em um volume de gás (umidade absoluta) e a capacidade que este gás poderia reter a uma dada temperatura (umidade absoluta do gás saturado). A umidade relativa é expressa em porcentagem (%) (BONASSA 1997).

Nas condições do ambiente o ar pode ser encontrado em diversos valores de temperatura e umidade; porém, ao atingir os alvéolos, ele apresenta-se aquecido à temperatura do corpo, saturado de vapor de água e filtrado para partículas e microorganismos (SHELLY et al. 1988). Por exemplo, se tivermos o ar ambiente à temperatura de 22 °C e umidade relativa de 50%, isso corresponderá à umidade absoluta de 9.7 mgH<sub>2</sub>O/L (BONASSA 1997). Sob circunstâncias normais de respiração o ar inspirado é aquecido e umidificado ao passar pelo nariz e faringe. Ao nível da traquéia, o ar atinge aproximadamente 34°C e carrega cerca de 38mgH<sub>2</sub>O/L; ao atingir os alvéolos, o ar está 100% saturado, com temperatura de 37°C e com 44mgH<sub>2</sub>O/L (LUCHETTI et al. 1998).

Diversas são as conseqüências causadas por alterações da umidade e aquecimento do ar inspirado quando os mecanismos naturais de aquecimento e umidificação do ar estão suprimidos devido à utilização de vias aéreas artificiais. Distúrbios estruturais e funcionais podem ocorrer após um período de apenas 10 minutos de ventilação com gás seco (BRANSON et al. 1998). LORENTE et al. (2006) sugerem que algum grau de disfunção mucociliar pode ocorrer dentro de 24-48 horas com  $UA < 32\text{mgH}_2\text{O/L}$ .

A falta de aquecimento do gás inspirado pode gerar hipotermia no paciente e está associada à desidratação das vias aéreas, principalmente nos pacientes neonatais e pediátricos ou naqueles cujos mecanismos termorregulatórios se encontrem comprometidos. Podem ocorrer destruição e desorganização do epitélio ciliar, espessamento do muco e ulceração da mucosa levando à retenção de secreção e atelectasia (SHELLY et al. 1988). Distúrbios na umidificação, seja ela insuficiente ou excessiva, podem ocasionar alterações na mecânica respiratória conduzindo a hipoxemia (SHELLY et al. 1988, CINNELLA et al. 2005).

Em casos de excesso de calor podem ocorrer hipertermia no paciente, aquecimento e até queimadura do trato respiratório. O aumento da temperatura ocasiona um aumento na quantidade de vapor de água contido no gás inspirado, provocando alteração na viscosidade do muco e aumento no volume das secreções. A atividade do surfactante diminui rapidamente, podendo ocorrer inibição na sua produção, inativação ou substituição por fluido intra-alveolar, ou ainda possibilidade de diluição do surfactante pela água condensada (SHELLY et al. 1988).

O valor de umidade absoluta ideal para uma adequada umidificação dos gases inspirados é ainda questão de debate. Além das diferenças metodológicas



encontradas nos estudos publicados, a estrutura e funções das vias aéreas têm sensibilidades diferentes às variações de temperatura e umidade locais (SOTTIAUX 2006). Segundo recomendação da ISO 8185 o valor mínimo de UA deve ser 33 mgH<sub>2</sub>O/L (ZUCHNER 2006). Diversos autores sugerem diferentes valores de UA: SHELLY et al. (1988), DREYFUSS et al. (1991) e BRANSON et al. (1998) sugerem valores entre 25-30mgH<sub>2</sub>O/L, enquanto LUCHETTI et al. (1998), LAWRENCE et al. (1998) e RYAN et al. (2002) sugerem 44mgH<sub>2</sub>O/L de UA. LELLOUCHE et al. (2004) relataram que valores de UA inferiores a 30mgH<sub>2</sub>O/L podem aumentar o risco de oclusão do tubo traqueal.

## **1.2 DISPOSITIVOS PARA UMIDIFICAÇÃO E AQUECIMENTO**

Em pacientes recebendo suporte ventilatório invasivo, as tarefas de umidificação e aquecimento dos gases inspirados, podem ser realizadas tanto ativamente, através de umidificadores aquecidos (UAq), como passivamente, por meio dos trocadores de calor e umidade, os HMEs – abreviação em inglês de *Heat and moisture exchanger* (Anonymus 1992; BRANSON et al. 1993; RICARD et al. 1999; HESS 2000; RATHGEBER 2006).

### **1.2.1 Umidificadores aquecidos**

Os umidificadores aquecidos (UAqs) têm sido utilizados por muitos anos devido às suas habilidades em promover adequado aquecimento e umidificação (BRANSON et al. 1993; RICARD et al. 2002; THIERY et al. 2003). Eles constituem-se de um sistema que utiliza uma câmara (“panela” ou “jarra”)

preenchida com água aquecida por onde os gases a serem enviados ao paciente passam e sofrem aquecimento e umidificação prévios (SHELLY et al. 1988; BONASSA 1997).

Quanto ao controle da temperatura dos gases inspirados os umidificadores aquecidos podem ser não servocontrolados ou servocontrolados. Os não servocontrolados mantêm a temperatura no aquecedor conforme aquela ajustada no controle deste dispositivo. Assim, a temperatura do gás pode variar de acordo com a temperatura ambiente, fluxo inspiratório e tipo de circuito respiratório utilizado, entre outros (BONASSA 1997). Os servocontrolados empregam um sensor de temperatura na via aérea, geralmente próximo ao paciente, e regulam a temperatura no aquecedor de forma a manter constante a temperatura ajustada neste ponto (RICARD et al. 2002). Alguns umidificadores aquecidos servocontrolados incorporam um fio aquecido (*heated wire*) que é introduzido ao longo do circuito inspiratório, permitindo manter constante a temperatura ao longo do circuito, evitando a condensação de vapor de água (HESS 2000).

Apesar de bastante eficazes na umidificação e aquecimento dos gases inspirados, os umidificadores aquecidos apresentam algumas desvantagens, tais como: alto custo quando comparados aos HMEs (BRANSON et al. 1993; KIRTON et al. 1997; KOLLEF et al. 1998; MEMISH et al. 2001; THOMACHOT et al. 2002; LACHERADE et al. 2005; RICARD et al. 2006), necessidade de pessoas treinadas para seu manuseio e de energia elétrica, necessidade de reposição constante do suprimento de água e possibilidade de acumular água condensada no circuito, que pode ser colonizada por bactérias, aumentando o risco de infecção para o paciente (CRAVEN et al. 1984; SHELLY et al. 1988; MEMISH et al. 2001; THOMACHOT

et al. 2002; KOLA et al. 2005). Se não forem bem ajustados, os UAqs podem promover umidificação excessiva causando danos ao epitélio e ao sistema mucociliar (RICARD et al. 2000).

Tentativas para reduzir a condensação nos circuitos utilizados com os UAqs têm sido realizadas, como a utilização do *heated wire* em ambos ramos do circuito ventilatório (LORENTE et al. 2006, RICARD et al. 2006); apesar disso, RICARD et al. (2003) observaram que mesmo com a utilização deste tipo de dispositivo a condensação da água ocorreu em mais de 50% dos pacientes ventilados.

### **1.2.2 HME**

Os HMEs (*heat and moisture exchangers*) são dispositivos de umidificação colocados entre o “Y” do circuito do ventilador e a interface utilizada para dar suporte ventilatório ao paciente, seja ela um tubo orotraqueal ou uma traqueostomia. Eles retêm a umidade e o calor durante a expiração e os devolvem durante a inspiração. Por simularem o funcionamento das vias aéreas superiores, os HMEs também são chamados de “narizes artificiais” (BRANSON et al. 1993; HESS 2000; RATHGEBER 2006). Eles representam uma alternativa mais barata que os UAqs (BRANSON et al. 1993; THOMACHOT et al. 2002), sem os riscos associados com a contaminação do vapor de água condensado (RICARD et al. 2002; KOLA et al. 2005). Além disso, há uma simplificação do circuito do ventilador e não é necessária uma fonte de energia elétrica adicional (THIERY et al. 2003).

Podemos dividir os HMEs em três categorias: os higroscópios, os hidrofóbicos e os mistos (SHELLY et al. 1988; BONASSA 1997; RICARD et al. 2000).

O HME higroscópio é constituído de camadas de material com baixa condutividade térmica, papel ou espuma, impregnado com um sal higroscópico (normalmente cloreto de lítio ou cálcio). Durante a expiração ocorrem condensação e retenção da água aquecida no elemento higroscópio e durante a inspiração o gás é umidificado e aquecido com a água previamente retida (BONASSA 1997).

Os HMEs hidrofóbicos apresentam uma superfície recoberta por material repelente a água, que ao invés de absorvê-la, impede sua passagem para o meio externo; o gás inspirado é umidificado e aquecido com a água retida, durante a expiração, na superfície interna do filtro. Os HMEs hidrofóbicos são potentes filtros contra bactérias (SHELLY et al. 1988).

Os HMEs mistos (hidrofóbicos e higroscópios) apresentam tanto a propriedade de filtro contra bactérias como satisfatória capacidade de umidificação (RICARD et al. 2000).

THOMACHOT et al. (2002) e THIERY et al. (2003) sugerem que devido ao menor risco de infecção e menor custo, o HME tem sido uma alternativa atrativa para sistemas de umidificação convencional em pacientes ventilados mecanicamente. No entanto, os HMEs não podem substituir os UAqs sempre (Anonymus 1992; BRANSON et al. 1993) e não devem ser utilizados nas seguintes situações (BRANSON et al. 1993; RICARD et al. 2000):

1. Secreção abundante ou espessa, pois haverá aumento da resistência no HME.
2. Pacientes com volume minuto alto ( $> 10\text{L}/\text{min}$ ) ou volume corrente  $> 1100\text{mL}$ , pois há perda da eficácia de umidificação, dependendo da capacidade suportada pelo filtro.

3. Pacientes com volume corrente muito baixo (<300mL): o espaço-morto causado pelo HME pode ser crítico se o volume corrente for baixo, levando à retenção de CO<sub>2</sub>.
4. Pacientes com baixa reserva ventilatória em respiração espontânea, pois a presença do HME pode representar um aumento do trabalho respiratório resistivo que não será tolerado pelo paciente, podendo provocar dificuldade no desmame.
5. Pacientes com fistulas broncopleurais: uma grande porcentagem do ar inspirado é perdida na fistula e não há retenção da sua umidade pelo HME.
6. Pacientes hipotérmicos (T < 32°C).

Dentre as possíveis complicações decorrentes do uso dos trocadores de calor e umidade estão o aumento do trabalho resistivo da respiração e a hipoventilação levando à hipercapnia devido ao aumento do espaço morto (LE BOURDELLES et al. 1996; PELOSI et al. 1996; IOTTI et al. 1997; MORGAN-HUGHES et al. 2001). Segundo PRIN et al. (2002) e MORAN et al. (2006), a troca do HME por umidificador aquecido, em pacientes que apresentam ARDS, diminui o nível da PaCO<sub>2</sub> devido à diminuição do espaço morto.

A prática de trocas dos dispositivos como forma de prevenir a ocorrência de infecção, bem como os períodos de troca mais adequados são motivo de controvérsia. Os fabricantes dos HMEs recomendam sua troca a cada 24 horas ainda que essa recomendação não seja sustentada por informações objetivas (THIERY et al. 2003). Diversos estudos foram realizados com o intuito de verificar a possibilidade de ampliação do tempo de troca dos HMEs e foi observado que a troca desses pode ser estendida para 48 horas ou até uma semana, em alguns dispositivos,

sem provocar risco ao paciente (THOMACHOT et al. 1998; BOISSON et al. 1999; DAVIS et al. 2000; RICARD et al. 2000; THOMACHOT et al. 2002; BOYER et al. 2003).

Importante salientar que diferentes HMEs podem proporcionar diferentes valores de umidade absoluta de acordo com suas características (MARTIN et al. 1994; BRANSON e DAVIS 1996; RICARD et al. 1999; THIERY et al. 2003).

### **1.3 UMIDIFICAÇÃO DURANTE A VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA**

A umidificação durante a ventilação mecânica invasiva é obrigatória e pode ser realizada por ambos dispositivos, UAq ou HME, desde que observadas as contra-indicações (BRANSON et al. 1993; THOMACHOT et al. 2002; BOYER et al. 2003).

Um dos maiores riscos da baixa umidificação é a oclusão do tubo endotraqueal por ressecamento da secreção traqueal (RICARD et al. 2000; LELLOUCHE et al. 2004). Diversos casos já foram relatados (COHEN et al. 1988; KAPADIA et al. 2001; LACHERADE et al. 2005), inclusive casos fatais (MARTIN et al. 1990).

NAKAGAWA et al. (2000) ao avaliar os efeitos do uso do UAq e do HME, em pacientes em VMI, observaram que, à mesma temperatura (32°C), ambos dispositivos apresentaram efeitos semelhantes nas propriedades do muco, seu ângulo de contato e transporte pelos cílios. Apenas o transporte pela tosse diminuiu após 72 horas no grupo do HME.

Diversos estudos têm sido realizados avaliando a utilização dos dispositivos de umidificação e a incidência de pneumonia associada à ventilação (PAV). KIRTON et al. (1997) observaram maior incidência de PAV relacionada ao uso do UAq e LORENTE et al. (2006) ao uso do HME; no entanto, vários outros estudos sugerem que o método de umidificação não interfere na incidência da PAV (MARTIN et al. 1990; ROUSTAN et al. 1992; DREYFUSS et al. 1995; BOOTS et al. 1997; KOLLEF et al. 1998; MEMISH et al. 2001; LACHERADE et al. 2005). Apesar do aperfeiçoamento dos equipamentos respiratórios e dos vários estudos a respeito, o impacto dos dispositivos de umidificação na ocorrência de PAV ainda é uma questão a ser estabelecida (KOLA et al. 2005). Atualmente as recomendações existentes quanto ao tipo de dispositivo de umidificação a ser usado e a diminuição dos casos de PAV ainda não são conclusivas (RICARD et al 2006).

Apesar dos diversos estudos na área, o método mais adequado para escolha do tipo do dispositivo de umidificação e os valores ideais de UA a serem utilizados, assim como a melhor maneira de avaliar rotineiramente seu funcionamento ainda não estão bem estabelecidos.

#### **1.4 UMIDIFICAÇÃO DURANTE A VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA**

A VNI tem sido relatada como importante técnica capaz de diminuir o índice de intubação traqueal, a frequência de complicações relacionadas à ventilação mecânica invasiva e diminuir o tempo de permanência dos pacientes nas unidades de terapia intensiva com insuficiência respiratória aguda (EVANS 2001; ELLIOT

2005). Apesar de bem estabelecidas suas indicações, os valores ideais de umidade e temperatura durante a ventilação não invasiva ainda não foram bem estudados e não estão bem estabelecidos (BRANSON 2006).

Segundo SHELLY et al. (1988), geralmente não há necessidade de umidificação durante a ventilação mecânica não invasiva, quando usada por curtos períodos ou em pacientes sem grande demanda ventilatória; nesses casos, normalmente, os mecanismos de troca de umidade e calor das vias aéreas superiores estão preservados. Porém, em alguns pacientes, a umidificação e aquecimento dos gases inspirados podem ser necessários durante a VNI, apesar de não terem sido estabelecidas recomendações quanto à melhor técnica de umidificação a ser utilizada (EVANS 2001). Segundo LELLOUCHE et al. (2002), nem sempre os pacientes são capazes de aquecer e umidificar adequadamente os gases secos inspirados, principalmente aqueles com sintomas em via aérea alta que necessitam de uso prolongado de VNI e/ou de altos fluxos inspiratórios. ELLIOT (2005) sugere que a umidificação dos gases deve ser realizada em alguns pacientes utilizando a VNI, pois essa pode provocar espessamento das secreções e desconforto associado com ressecamento nasal e bucal. RATHGEBER (2006) relata que apesar dos pacientes em respiração espontânea, sem uso de tubo traqueal ou traqueostomia, não necessitem de condicionamento adicional dos gases inspirados, devido aos fenômenos desagradáveis que ocorrem com a respiração dos gases secos (através de máscara) é aconselhável umidificar os gases às condições normais. SOTTIAUX (2006) sugere que, na UTI, a umidificação dos gases é recomendada quando a VNI é utilizada por muitos dias e quando são usados gases medicinais. BRANSON (2006) sugere que a temperatura e umidade, durante o uso da VNI, devem ser ajustadas de



acordo com o conforto do paciente e que o gás inspirado à 100% de umidade relativa e 28-30°C é bem tolerado.

O ressecamento da mucosa nasal e oral pode diminuir a adesão ao uso domiciliar da VNI em pacientes com apnéia do sono. Embora ocorra diminuição dos efeitos adversos quando realizada umidificação dos gases inspirados através dos UAqs, nem sempre a adesão ao seu uso aumenta (MADOR et al. 2005).

BRANSON (2006) aponta 2 desvantagens para o uso dos HMEs em pacientes utilizando a VNI: eles promovem espaço morto adicional, o que pode reduzir a eficiência da VNI pela ocorrência de re-inalação do CO<sub>2</sub> e vazamentos ao redor da máscara de VNI podem causar ineficiência do HME devido ao seu mecanismo de funcionamento. JABER et al. (2002) e LELLOUCHE et al. (2002), relatam que o uso de HME (quando comparado ao umidificador aquecido) pode reduzir a eficiência da ventilação não invasiva para pacientes com insuficiência respiratória aguda, pois determina aumento da frequência e trabalho respiratórios e da PaCO<sub>2</sub>. Esses trabalhos sugerem o uso preferencial da umidificação aquecida quando necessário. Apesar do UAq proporcionar boa umidificação dos gases inspirados na VNI, MIYOSHI et al. (2005) verificaram que a umidade absoluta também diminui quando o vazamento de ar ao redor da máscara aumenta.

## **1.5 AVALIAÇÃO DA UMIDIFICAÇÃO**

Atualmente não existem dispositivos para avaliação objetiva e rotineira da umidificação e aquecimento dos gases inspirados e, talvez devido à falta deste tipo de dispositivo, grande parte das UTIs na cidade de São Paulo e do Brasil não avalia

rotineiramente a umidificação das vias aéreas (FLAUTO et al. 2004). Aachamos que o mesmo ocorre em outros países. Por isso, é possível que encontremos em UTIs pacientes hipotérmicos, hipersecretivos ou sem sinal de umidade no tubo traqueal utilizando HMEs.

A falta de treinamento sobre a importância da umidificação leva muitos profissionais de UTI a instalar um dispositivo de umidificação e aquecimento e apenas se preocupar em fazer as trocas estabelecidas pelo serviço (após o tempo determinado - dias ou horas), não se preocupando em avaliar a eficiência da umidificação (FLAUTO et al. 2004). Pelo mesmo motivo, as escolhas dos dispositivos a serem usados podem ser bem diferentes entre determinados países (RICARD et al. 2002) ou mesmo entre regiões de um mesmo país (FLAUTO et al. 2004).

Para suprir a falta de dispositivos para avaliação objetiva da umidade foram desenvolvidas escalas que avaliam a umidificação através da umidade (gotículas) no tubo endotraqueal (BEYDON et al. 1997; RICARD et al. 1999). De acordo com estes autores, estas escalas apresentam boa correlação com a umidade absoluta medida através da psicometria (uma técnica largamente usada em estudos clínicos que avalia a performance dos HMEs segundo RICARD et al. (2000). Também foram criadas escalas que avaliam a consistência e a quantidade das secreções pulmonares (BRANSON et al. 1993; BEYDON et al. 1997). No entanto, na prática, não é de nosso conhecimento a utilização destas escalas em UTIs nacionais de modo sistemático.

## **1.6 PROTOCOLOS PARA CONTROLE DA UMIDIFICAÇÃO EM UTI**

BRANSON et al. (1993) avaliaram um protocolo para ajuste da umidificação em UTI. Neste estudo foi utilizado um fluxograma para escolha do tipo de dispositivo de umidificação (UA ou HME), baseado no exame físico e no aspecto da secreção traqueal, e estabelecendo situações de contra-indicação para os HMEs. Foram avaliados 120 pacientes, dentre os quais 73% (88 pacientes) usaram HME (em geral, pacientes de pós-operatório, com curtos períodos de ventilação e baixa mortalidade) e 27 % (32 pacientes) utilizaram UA (em geral tinham doença pulmonar pré-existente, apresentando longo período de ventilação e alta mortalidade). Devido ao desenho do estudo, segundo o qual os pacientes que apresentavam secreções espessas não fizeram uso dos HMEs, houve diferença estatisticamente significativa no tipo de paciente e índice de mortalidade entre os dois grupos. Dos pacientes que iniciaram no grupo do HME, 10 necessitaram trocar a umidificação com HME para umidificação aquecida depois que apresentaram secreção espessa. Os HMEs eram usados por até 5 dias, trocados a cada 24 horas, sendo a seguir substituído pelo UAq sem realização de troca dos circuitos do ventilador durante esse período. Segundo os autores, o estudo mostrou resultados eficientes na escolha dos dispositivos de umidificação para a população estudada e houve diminuição no custo diário no grupo que utilizou o HME quando comparado àqueles que utilizaram apenas UAq. Outro resultado encontrado foi a diminuição da contaminação do circuito quando utilizado o HME, porém isso não afetou a incidência de pneumonia nosocomial (BRANSON et al. 1993).

Apesar dos bons resultados apresentados, BRANSON et al. (1993), neste seu estudo, não avaliaram a umidade absoluta dos HMEs, portanto a umidade não foi avaliada de modo objetivo. Além disso, naquela época ainda não era utilizada em larga escala a ventilação não invasiva.

Depois deste, não são de nosso conhecimento outros estudos que avaliaram protocolos para ajuste da umidificação, apesar do grande número de publicações sobre umidificação e aumento do uso de ventilação não invasiva nos últimos anos, do aperfeiçoamento dos HMEs e do surgimento de escalas clínicas para avaliação da umidificação.

## 2 OBJETIVOS

Este é um estudo prospectivo que visa avaliar:

- A frequência de utilização de cada dispositivo de umidificação quando se utiliza um protocolo de atendimento (através da verificação da umidade absoluta);
- A frequência da necessidade de troca do HME pelo umidificador aquecido devido à umidificação inadequada;
- A frequência de uso de dispositivos de umidificação para pacientes em ventilação não invasiva.

### **3 MATERIAL E MÉTODO**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Fundação Antônio Prudente (nº589/04) – Hospital do Câncer A.C. Camargo. Não foi necessário informe de consentimento por serem considerados procedimentos de rotina e não haver intervenção invasiva. Foi realizado um estudo piloto por 15 dias entre os meses de Março e Abril de 2005 com intenção de treinamento da equipe antes do início do protocolo.

O estudo foi realizado no período de 31 de Maio a 16 de Novembro de 2005 na UTI do Hospital do Câncer em São Paulo, sendo que esta dispõe de 23 leitos, divididos em 2 UTIs (13 e 10 leitos). Trata-se de uma UTI clínico-cirúrgica que atende pacientes, em geral, portadores de doença neoplásica ou que apresentaram a mesma durante algum período de suas vidas.

Os HMEs já eram utilizados rotineiramente neste hospital como dispositivos de umidificação, aquecimento e filtro dos gases inspirados. No entanto, sem padronização definida para seu uso ou troca baseada em critérios objetivos.

Todos os pacientes internados na UTI do Hospital do Câncer submetidos à ventilação mecânica invasiva por mais de 12 horas ou não invasiva (por mais de 2 horas contínuas por dia) foram candidatos ao estudo. Os pacientes incluídos foram acompanhados durante todo o período que estiveram sob suporte ventilatório. Foi permitida mais de uma participação no protocolo aos pacientes reinternados na UTI durante o estudo ou que durante a mesma internação tenha necessitado de ventilação mecânica por mais de uma vez.

Os cuidados com a umidificação dos pacientes em uso de ventilação mecânica foram realizados pela equipe de fisioterapia 24 horas por dia.

A possibilidade de oclusão do tubo endotraqueal foi avaliada e considerada presente caso houvesse inabilidade ou dificuldade de passagem do cateter durante o procedimento de aspiração (depois de descartados outros possíveis motivos).

Por questões de segurança, para minimizar qualquer risco para os pacientes mais graves (apesar de não terem sido relatados problemas com as medidas), foram considerados excluídos do estudo os pacientes que apresentavam condições clínicas prolongadas que impossibilitaram a realização das medidas, tais como instabilidade hemodinâmica ( $PAM < 60\text{mmHg}$ ) e/ou cardíaca, queda importante da saturação de  $O_2$  ou do volume corrente (VC) durante a mensuração ou desconexão do ventilador e casos de necessidade de  $PEEP > 12$ , visto que nestes níveis a possibilidade de perda de recrutamento esta associada a grandes pioras da troca gasosa. Em casos de pacientes já incluídos no estudo e que ocorreram estas eventualidades clínicas, estes foram avaliados periodicamente e assim que possível, reiniciadas as medidas.

### **3.1 UMIDIFICAÇÃO E AQUECIMENTO DOS GASES MEDICINAIS**

Diariamente foi registrado o número de pacientes internados na UTI, se fizeram uso de ventilação mecânica e quais destes pacientes participaram do protocolo (Anexo 1).

Os dados dos pacientes participantes do protocolo foram anotados em ficha específica do estudo (Anexos 2 a 5). Além das medidas de umidificação e

aquecimento da ventilação foram anotadas: a temperatura e umidade do ambiente (obtida pelo termo-higrômetro), a temperatura corpórea, o volume minuto e volume corrente do paciente, o tipo de ventilação e umidificação utilizados, frequência respiratória, quantidade e viscosidade da secreção, fração inspirada de oxigênio, PEEP e tempo de ventilação e uso do HME. Para os pacientes que utilizaram VNI foram anotados também o tempo e número de vezes de utilização da ventilação e se o paciente apresentou alguma queixa.

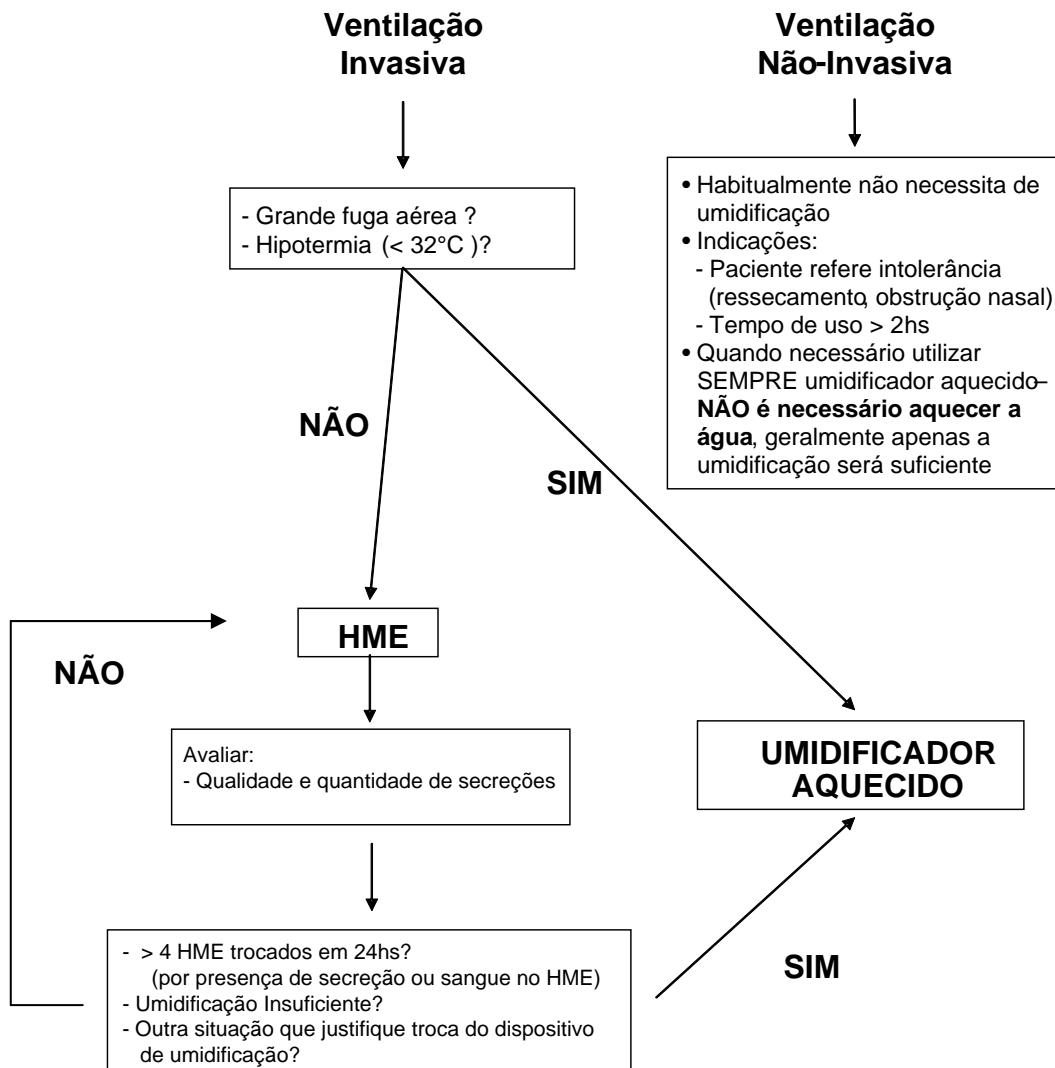
Foram utilizados circuitos ventilatórios re-esterilizáveis e a troca destes só foi realizada em caso de defeito no circuito (solução de continuidade) ou quando houve troca do dispositivo de HME para umidificador aquecido, pois neste caso são utilizados circuitos com drenos para captar o excesso de água condensada.

Nos pacientes que utilizaram umidificação ativa foram utilizados os seguintes umidificadores: Fisher & Paykel MR 410 (Panmure, Nova Zelândia) e Aquapor (Dräger Corp., Lübeck, Alemanha). Naqueles que usaram os HMEs foram utilizados os Humid Vent Filter Compact S (Gibeck, CA, EUA), padronizados para uso no Hospital.

O tipo de dispositivo de umidificação (HME ou umidificador aquecido) inicial ou para troca foi definido conforme o fluxograma a seguir. Os pacientes em VNI, inicialmente, não utilizaram umidificação. Em casos de queixa ou sinais de desconforto por congestão nasal, ressecamento das fossas nasais, boca ou garganta e tempo prolongado de uso da ventilação foi utilizado o umidificador aquecido.



**Figura 1** - Fluxograma para escolha e troca dos dispositivos de umidificação.



O HME será trocado (**por outro HME**) nas seguintes situações:

1. após ser usado por 3 dias;
2. se apresentar secreções ou sangue aderido no seu interior.

O HME será trocado (**por um umidificador aquecido**) nas seguintes situações:

1. Umidade insuficiente:
  - se a umidade absoluta medida se mantiver em valores abaixo de 24 mgH<sub>2</sub>O/L;
  - se a secreção apresentar-se espessa e a umidade absoluta estiver inferior a 28 mg H<sub>2</sub>O/L.
2. Volume corrente < 300mL e PaCO<sub>2</sub> > 50 mmHg com pH < 7,25.
3. Outra contra-indicação para uso de HME:
  - se o paciente apresentar hipotermia (T < 32°C);
  - VM elevado > 10L/min;
  - se mais de 4 trocas por obstrução do HME no dia, usar umidificador aquecido;
  - hipersecreção;
  - fístula broncopleurar.

### 3.2 AVALIAÇÃO DA UMIDIFICAÇÃO E AQUECIMENTO DOS GASES MEDICINAIS

Para aferições de temperatura e umidade relativa do gás inspirado foi utilizado um termo-higrômetro digital portátil modelo 605-H1 Testo, Alemanha (Anexo 7). Para realizar as medidas da umidade e temperatura na via aérea foi utilizado um circuito intermediário com válvulas unidirecionais que separavam o fluxo inspiratório do expiratório (Anexo 8). Este foi colocado entre o tubo traqueal e o HME (Anexo 9), ou entre o tubo traqueal e o Y do circuito quando o umidificador aquecido foi utilizado. Estes circuitos foram utilizados por cada paciente do início ao fim das medidas e em seguida foram esterilizados para novo uso. Nos pacientes em uso de VMI as medidas foram realizadas duas vezes ao dia (em intervalos de aproximadamente 12 horas) após terem sido submetidos ao atendimento fisioterápico (aspiração etc.). Foram aguardados 10 minutos, após o atendimento, antes das medidas de umidade e temperatura serem realizadas. O sensor do termo-higrômetro foi colocado no ramo inspiratório do circuito intermediário através de um adaptador que impede a saída de ar para o meio externo. O termo-higrômetro fornece a umidade relativa e a temperatura (T). A umidade absoluta foi calculada de acordo com a expressão:

$$\text{Umidade absoluta} = \frac{[16,451563 - (0,731 * T) + (0,03987 * T^2)] * \text{umidaderelativa}}{100}$$

Para facilitar a rotina e a visualização do observador foi criada uma escala com diversos valores de umidade absoluta para diferentes combinações de umidade relativa e temperatura (ANEXO 10). Ao final do protocolo todas as medidas foram re-calculadas para obtermos os valores exatos para análise.

### 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram armazenados em planilhas (software Microsoft Excel) e posteriormente analisados através do software estatístico SPSS versão 13. Foi realizada uma análise descritiva dos dados dos pacientes e dos valores relacionados à umidificação de vias aéreas e são apresentados como média  $\pm$  DP (desvio padrão) para os valores com distribuição normal e mediana e intervalo máximo e mínimo para os valores não paramétricos.

Para comparação das variáveis contínuas entre dois grupos foi utilizado o teste de U de Mann-Whitney para variáveis não paramétricas e o teste t de Student para variáveis paramétricas. Os valores de  $p \leq 0,05$  foram considerados estatisticamente significativos. Para visualização dos dados foram construídos gráficos de “boxplots” das variáveis e histogramas de distribuição das medidas realizadas.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 POPULAÇÃO ESTUDADA

#### 4.1.1 Seleção dos casos

No período de 31 de Maio a 16 de Novembro de 2005 (170 dias), ocorreram 711 internações na UTI do Hospital do Câncer, sendo que foi utilizada a ventilação mecânica invasiva em 401 e a ventilação não invasiva em 87 destas. Entre as internações avaliadas, 267 que fizeram uso da VMI e 51 da VNI não entraram no protocolo por não permanecerem em ventilação mecânica pelo intervalo mínimo de tempo estabelecido nos critérios de inclusão. Os motivos e a frequência dos casos que utilizaram VMI acima de 12 horas, mas não entraram no protocolo podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Motivo para não inclusão dos casos, em ventilação invasiva, no protocolo.

Motivo de não inclusão no protocolo	Casos (% do total)
Instabilidade hemodinâmica	26 (49%)
Queda da saturação	2 (3,8%)
Atraso na extubação devido ao nível de consciência	7 (13,2%)
PEEP >12	7 (13,2%)
Falha na inclusão	7 (13,2%)
Resistência do circuito impossibilitou medida	2 (3,8%)
Desconforto respiratório importante	2 (3,8%)
<b>Total de casos não incluídos</b>	<b>53 (13,2%)</b>

PEEP: Pressão Positiva ao Final da Expiração (*Positive End Expiratory Pressure*)

As causas que provocaram exclusão do estudo, entre os pacientes que fizeram uso da VNI, foram: condições clínicas que impossibilitaram a mensuração (instabilidade hemodinâmica em 10 casos e queda da saturação em 2), defeito do termo-higrômetro em 2 casos, dificuldade na tomada da medida em 1 caso (por resistência provocada pelo circuito) e falhas no critério de inclusão em 5 casos. Em outros 8 casos houve dificuldade em definir os critérios de inclusão, pois os pacientes utilizaram a VNI apenas uma vez por tempo maior do que as 2 horas estabelecidas e estes acabaram não sendo incluídos. Assim, foram incluídos no protocolo 89 casos, sendo 81 em VMI e 8 em VNI.

#### 4.1.2 Características clínicas

Algumas características dos pacientes são apresentadas na Tabela 2, divididas pelo tipo de ventilação mecânica.

**Tabela 2** – Características dos pacientes do estudo.

Características dos pacientes	VMI	VNI
<b>Número de casos incluídos</b>	81	8
<b>Idade</b>	60,8 ± 14,7	67,2 ± 10,2
<b>Sexo (Masculino)</b>	48 (59,3%)	4 (50%)
<b>Peso (Kg)</b>	69,0 ± 21,6	63,4 ± 8,0
<b>Altura (metros)</b>	1,63 ± 0,09	1,59 ± 0,6
<b>IMC</b>	25,5 ± 6,5	25,0 ± 3,6
<b>Score SAPSII</b>	48,5 ± 21,7	42,7 ± 17,9
<b>Risco SAPSII</b>	52,9% ± 30%	49,5% ± 33,1%
<b>Patologias pulmonares prévias</b>	52 (64,2%)	4 (50%)
<b>Tabagismo</b>	41 (50,6%)	6 (75%)

SAPSII: *Simplified Acute Physiology Score segundo* LE GALL et al. (1993), VMI: Ventilação Mecânica Invasiva, VNI: Ventilação Não Invasiva, IMC: Índice de Massa Corporal.

Os principais motivos de internação na UTI, nos casos que utilizaram VMI, foram controle pós-operatório e insuficiência respiratória. A distribuição dos motivos

de internação e sua ocorrência, tanto para o grupo em VMI, quanto em VNI estão apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3** - Motivo da internação dos pacientes incluídos no estudo.

Motivo da internação	Número de casos (% do total)	
	VMI	VNI
<b>Rebaixamento do nível de consciência</b>	17 (21%)	2 (25%)
<b>IRpA</b>	23 (28,4%)	4 (50%)
<b>Pós-operatório</b>	34 (42%)	2 (25%)
<b>Sepse</b>	2 (2,4%)	-
<b>Outros</b>	5 (6,2%)	-

IRpA: Insuficiência Respiratória Aguda, VMI: Ventilação Mecânica Invasiva, VNI: Ventilação Não Invasiva.

Quanto à utilização da VM nos casos em ventilação invasiva, observamos que o principal motivo foi insuficiência respiratória hipoxêmica, enquanto naqueles em VNI foi insuficiência respiratória hipercápnica; estas e as demais causas de uso da ventilação estão representadas na Tabela 4.

**Tabela 4** - Motivo de uso da ventilação mecânica.

Motivo de uso da ventilação	Número de casos (% do total)	
	VMI	VNI
<b>Rebaixamento do nível de consciência</b>	19 (23,5%)	-
<b>IRp hipoxêmica</b>	29 (35,8%)	1 (12,5%)
<b>IRp hipercápnica</b>	5 (6,2%)	5 (62,5%)
<b>ARDS</b>	1 (1,2%)	-
<b>Pós-operatório</b>	20 (24,7%)	-
<b>EAP</b>	-	1 (12,5%)
<b>Outros</b>	7 (8,6%)	1 (12,5%)

ARDS: Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo, EAP: Edema Agudo de Pulmão, IRp: Insuficiência Respiratória, VMI: Ventilação Mecânica Invasiva, VNI: Ventilação Não Invasiva

### 4.1.3 Variação dos parâmetros da ventilação mecânica

A Tabela 5 mostra os valores médios dos parâmetros ventilatórios nos pacientes em ventilação mecânica invasiva e não invasiva.

**Tabela 5** - Dados da ventilação mecânica dos pacientes (valores médios  $\pm$  desvio padrão).

Médias das variáveis avaliadas em VM	Valores encontrados	
	VMI	VNI
Frequência respiratória (rpm)	20,3 $\pm$ 6,1	21,9 $\pm$ 5
Volume Corrente (mL)	491,9 $\pm$ 121,8	693 $\pm$ 256
Volume Minuto (L/minuto)	9,7 $\pm$ 3,0	16,1 $\pm$ 9,8
Fração de oxigênio inspirado (%)	36,7 $\pm$ 9,0	43,4 $\pm$ 9,4
PEEP (cmH <sub>2</sub> O)	7,8 $\pm$ 2,2	7,8 $\pm$ 1,8

Ventilação Mecânica Invasiva, VNI: Ventilação Não Invasiva, PEEP: Pressão Positiva ao Final da Expiração (*Positive End Expiratory Pressure*).

## 4.2 PACIENTES EM VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA

### 4.2.1 Dados gerais

No período de estudo de 170 dias, estiveram internados na UTI uma média de 17,3  $\pm$  4,3 pacientes por dia, sendo que em média 8,6  $\pm$  3,0 pacientes utilizaram ventilação mecânica invasiva por dia o que perfaz um total de 1463 pacientes/dia de ventilação mecânica invasiva. Desses 1463, 652 pacientes/dia de VMI (45,2% do total) corresponderam a pacientes que foram estudados no protocolo.

Nenhum paciente necessitou de umidificação aquecida desde o início da ventilação mecânica durante o tempo de realização do protocolo. Nos casos

avaliados que fizeram uso da VMI foram realizadas 923 medidas de umidade e temperatura dos gases inspirados, sendo 97 naqueles utilizando umidificador aquecido e 814 nos que utilizaram HME; além destas, 12 medidas foram excluídas por erro durante a mensuração. Durante o tempo de ventilação avaliado, 86 medidas não foram realizadas por algum dos motivos de suspensão temporário do protocolo.

Embora fossem esperadas 117 trocas de dispositivo de umidificação devido ao tempo de uso do HME no período em que foram realizadas as medidas, ocorreram 133 trocas no total. Os motivos de troca de dispositivo e sua distribuição entre os casos estão apresentados na Tabela 6. Em relação ao tempo de uso total do HME, observado nos dias de realização das medidas, encontramos uma mediana de 3,5 dias (1-42), sendo que o tempo médio de cada HME foi de  $1,9 \pm 0,9$  dias.

Devemos enfatizar que 6 pacientes (7,4%) em VM invasiva foram colocados em umidificação aquecida durante o estudo. Destes, 4 (5% do total) trocaram de HME para umidificação aquecida porque a UA foi inferior ao estipulado pelo protocolo e 2 trocaram de HME para umidificador aquecido por hipersecreção. A troca para umidificador aquecido ocorreu em média  $6,6 \pm 3,1$  dias após os pacientes entrarem no estudo. No paciente que trocou de HME para HME classificado em troca por outro motivo, a mesma ocorreu antes de retornar do centro cirúrgico após uma reabordagem cirúrgica.



**Tabela 6** - Número de casos e número de trocas de dispositivo de umidificação.

<b>Motivo de troca de HME</b>	<b>Número de casos (%)</b>	<b>Número de trocas (%)</b>
<b>Por outro HME</b>	75 (92,6%)	127 (95,5%)
<b>Tempo de uso do HME</b>	61 (75,3%)	91 (68,4%)
<b>Obstrução do HME</b>	13 (16 %)	35 (26,3%)
<b>Outros</b>	1 (1,2%)	1 (0,8%)
<b>Por umidificador aquecido</b>	6 (7,4%)	6 (4,5%)
<b>UA inferior ao estabelecido</b>	4 (5%)	4 (3,0%)
<b>Hipersecreção</b>	2 (2,4%)	2 (1,5%)

HME: Heat and Moisture Exchanger (troca de calor e umidade), UA: Umidade Absoluta

Ocorreram violações do protocolo em 6 pacientes em VMI. O HME de 3 pacientes atingiu o tempo de uso e não foi trocado por outro em 6 das avaliações (posteriormente foram realizadas as trocas). Além destes, 3 pacientes apresentaram UA inferior ao estabelecido, mas não ocorreu a troca para o umidificador aquecido. Em um dos casos não houve a troca porque o paciente foi extubado logo após a medida. Outro paciente apresentou instabilidade hemodinâmica, sendo suspenso o protocolo (este paciente foi a óbito após 3 dias). No terceiro paciente, após a medida de UA inferior ao limite mínimo, houve normalização do valor de UA nas 4 medidas posteriores, após as quais apresentou novamente 1 medida de UA menor do que o estipulado (também não houve troca do dispositivo de umidificação) seguidas de medidas com valores adequados de UA (sua última medida, antes de ir a óbito, foi de 30,4mgH<sub>2</sub>O/L).

#### **4.2.2 Aspectos relativos à secreção traqueal**

Foram realizadas 911 aspirações da secreção traqueal durante o tempo de realização das medidas. Os pacientes foram aspirados, em média,  $2,5 \pm 0,9$  vezes a cada 12 horas. Na maioria das aspirações realizadas, 825 (90,6%), a secreção apresentou aspecto semi-espesso. Entre as demais, a secreção apresentou-se fluida (5,6%), espessa (3,5%) ou rolhosa (0,3%). Quanto à quantidade de secreção aspirada observamos que na maioria (74,5%) das vezes esta foi considerada de pequena (25,7%) ou média (46,8%) quantidade; no restante das vezes a quantidade foi caracterizada como grande (22,6%) ou enorme (4,7%).

Relacionamos o aspecto e quantidade das secreções encontradas no momento em que ocorreram os valores de UA estipulados para troca do HME para o UAq. Quanto ao aspecto, 5 casos apresentaram secreção fluida e 3 semi-espessa. Já em relação à quantidade, 1 apresentou pequena, 5 média e 2 grande.

Das 911 aspirações realizadas, apenas 2 vezes (0,2%) foi observada certa dificuldade de introdução do cateter, porém este fato não estava relacionado com obstrução do tubo endotraqueal. Portanto, não foi observada oclusão do tubo endotraqueal em nenhum paciente.

#### **4.2.3 Variação da umidade absoluta e relativa durante a VMI**

A seguir (Tabela 7) podem ser observados os valores médios de umidade absoluta, umidade relativa e temperatura inspiratória verificados em ventilação mecânica, a temperatura ambiente anotada no mesmo momento, assim como os valores encontrados nos pacientes que usaram umidificador aquecido e HME, em separado. Realizamos a análise dos dados obtidos e apenas a temperatura ambiente

apresentou-se igual entre os grupos, mostrando então que, apesar de adequada, a umidificação com o HME é inferior à dos umidificadores aquecidos.

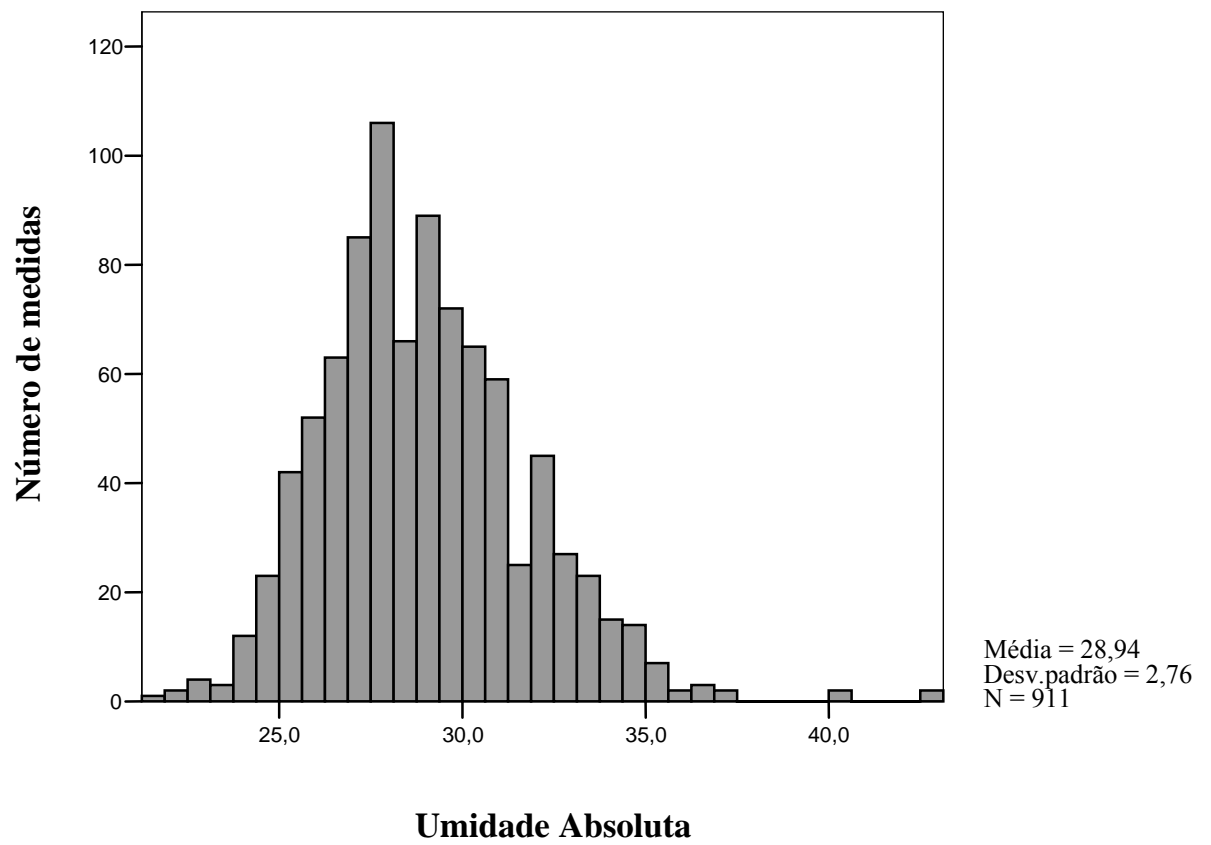
**Tabela 7** – Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos valores de umidade e temperatura.

	Total	UAq	HME	Valor de p
<b>Umidade absoluta (mgH<sub>2</sub>O/L)</b>	28,9 $\pm$ 2,7	31 $\pm$ 3,3	28,7 $\pm$ 2,5	<0,001
<b>Umidade relativa (%)</b>	99,8 $\pm$ 0,4	-	-	-
<b>Temperatura inspiratória (°C)</b>	29,0°C $\pm$ 1,7	30,3°C $\pm$ 1,9	28,9°C $\pm$ 1,5	<0,001
<b>Temperatura ambiente (°C)</b>	24,6 $\pm$ 1,7	24,6 $\pm$ 1,5	24,6 $\pm$ 1,7	=0,766

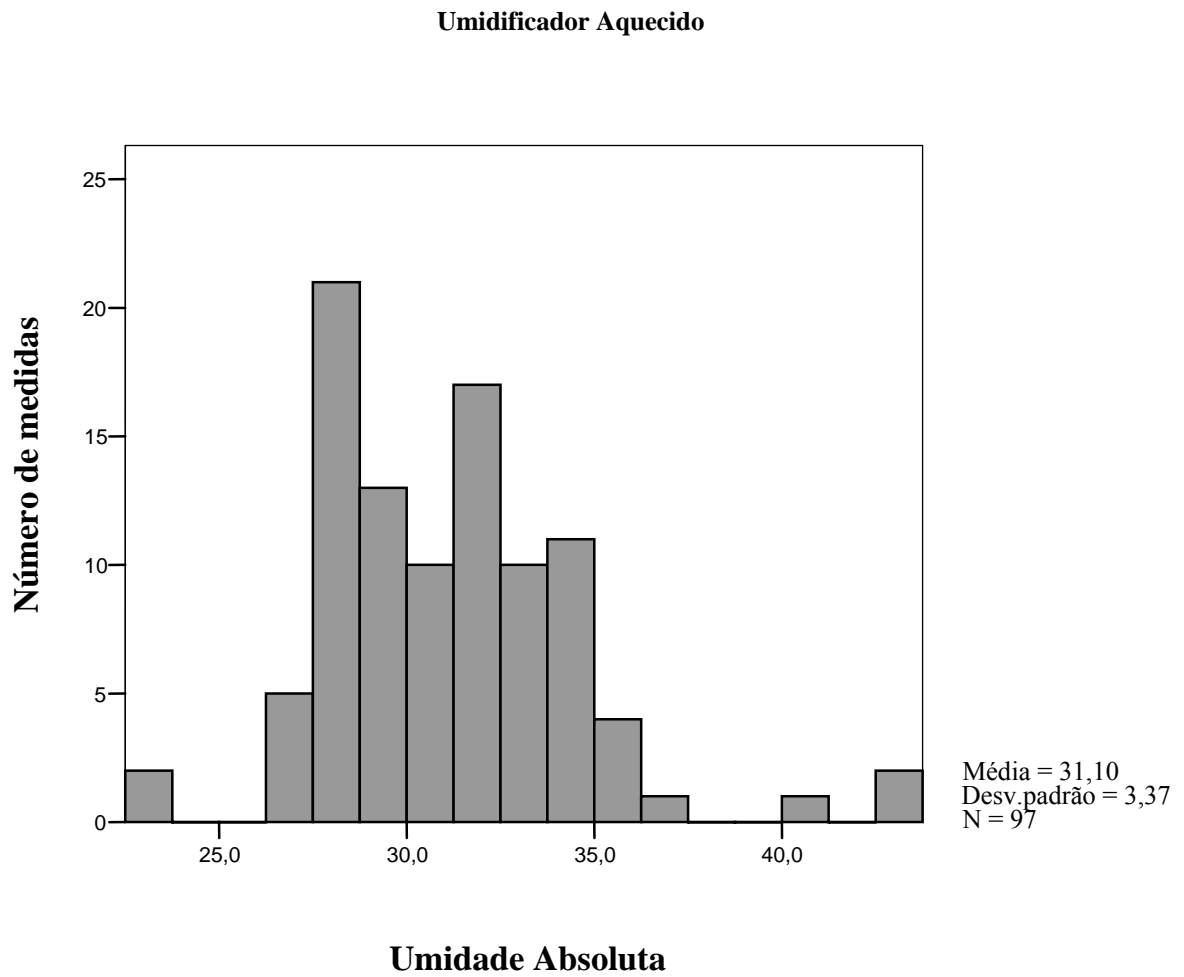
UAq: Umidificador Aquecido, HME: *Heat and Moisture Exchanger* (trocaador de calor e umidade)

Nesse grupo de VMI, os valores médios da umidade relativa do ar ambiente, e a temperatura corporal dos pacientes foram 59,2%  $\pm$  7,6 e 36,5°C  $\pm$  0,85, respectivamente.

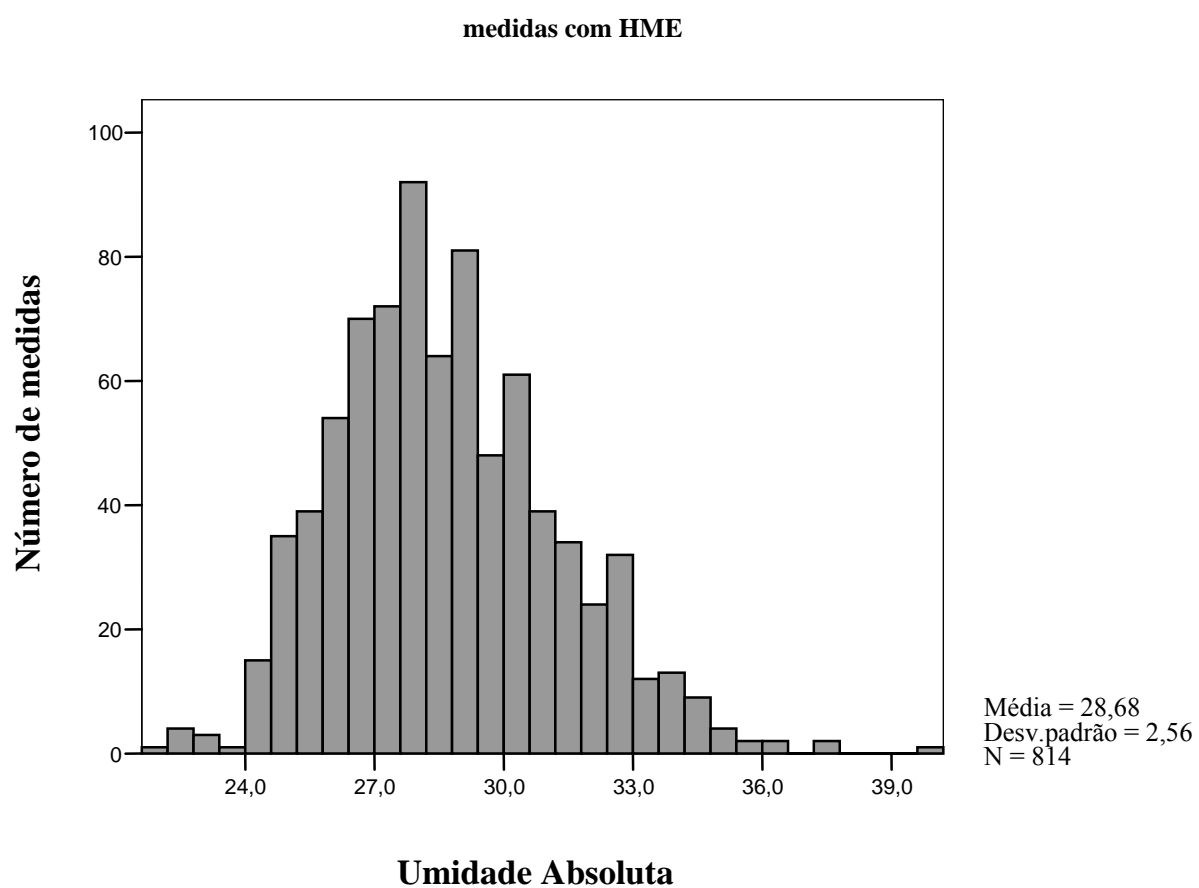
Na Figura 2 podemos visualizar com que freqüência os valores de umidade absoluta ocorreram e nas Figuras 3 e 4, a freqüência dos valores da UA quando utilizado cada dispositivo de umidificação (UAq e HME). A Figura 5 representa a freqüência da UA entre os dois tipos de dispositivo. A distribuição dos valores de temperatura inspiratória encontrados é apresentada na Figura 6 e a comparação de como ocorreram entre os dois dispositivos aparece na Figura 7.



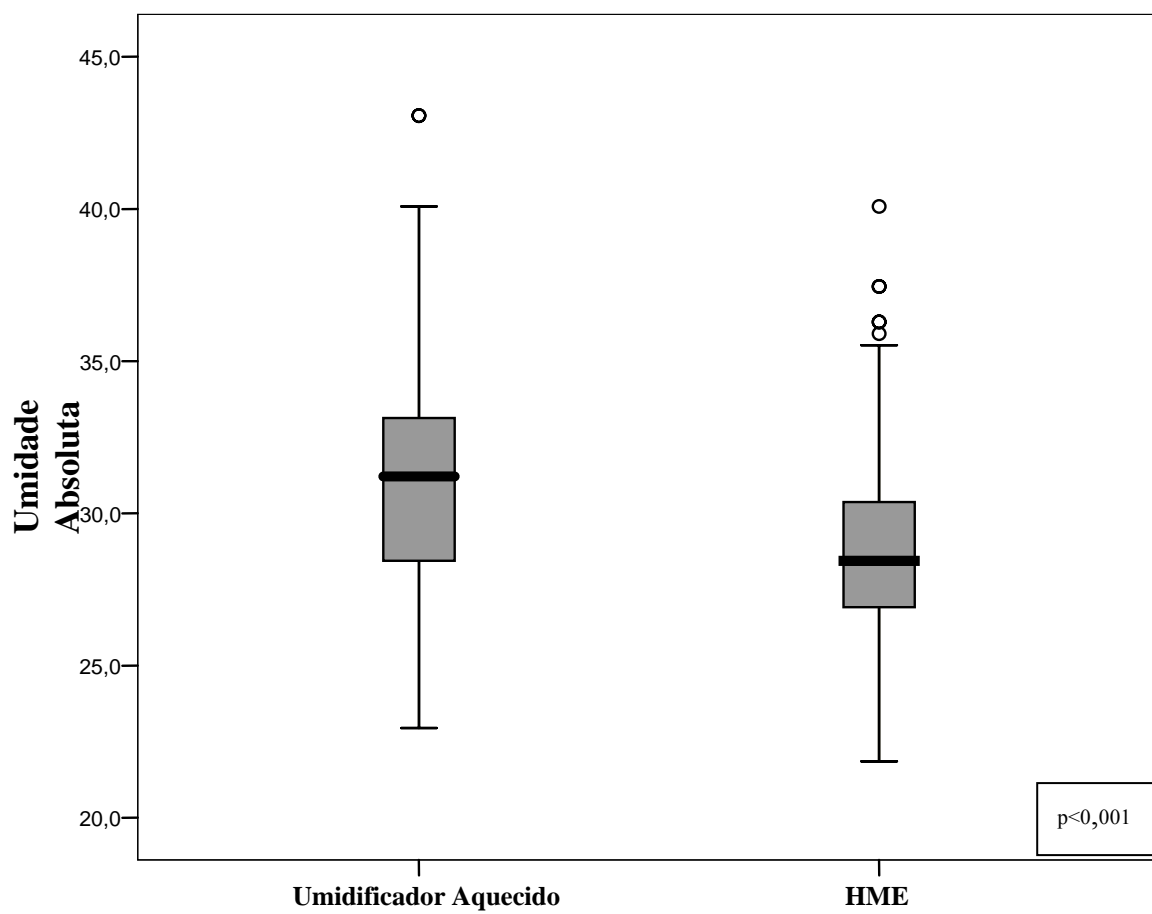
**Figura 2** - Frequência dos valores da umidade absoluta encontrados.



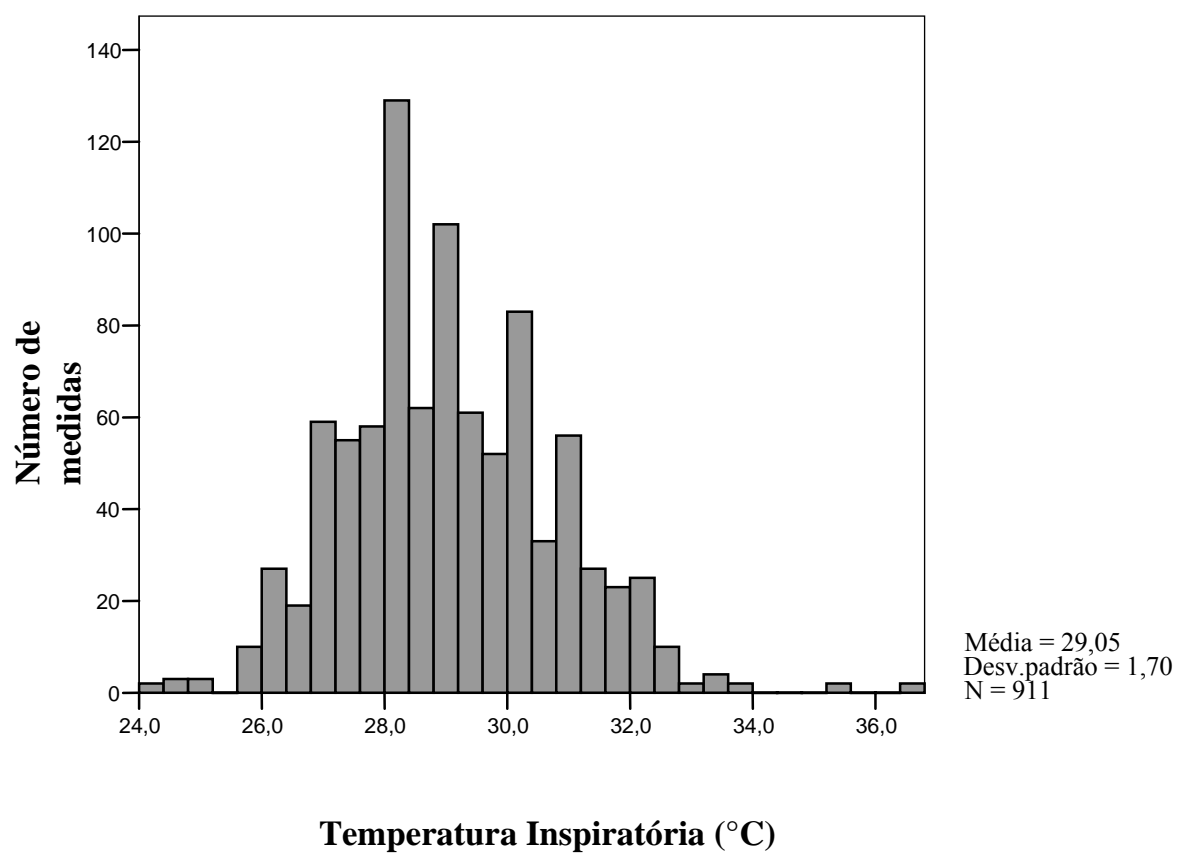
**Figura 3** - Frequência dos valores da UA no uso do umidificador aquecido.



**Figura 4** - Frequência dos valores da UA no uso do HME.

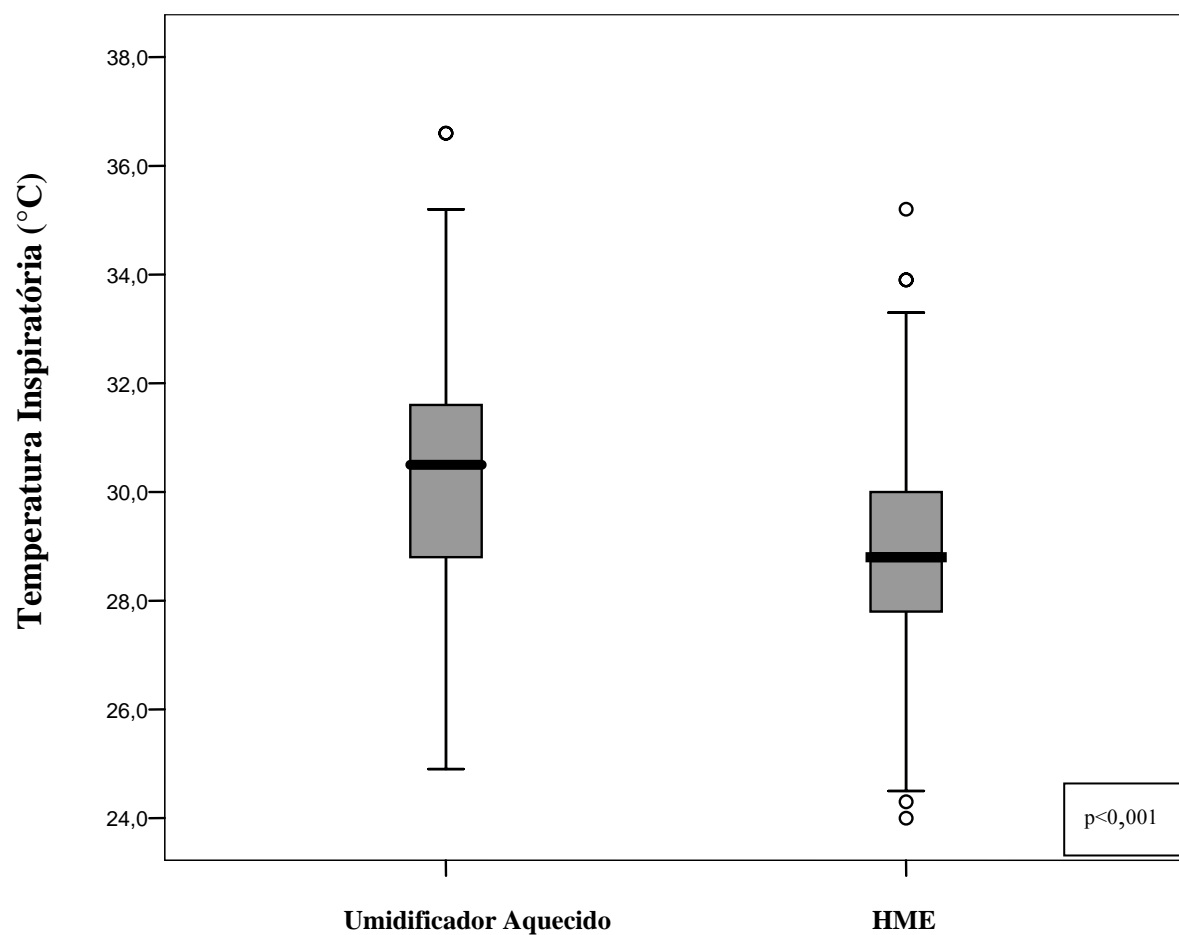


**Figura 5** - Frequência da UA por dispositivo de umidificação. Box plot com mediana, intervalo 25-75% e limite de 5 e 95%.



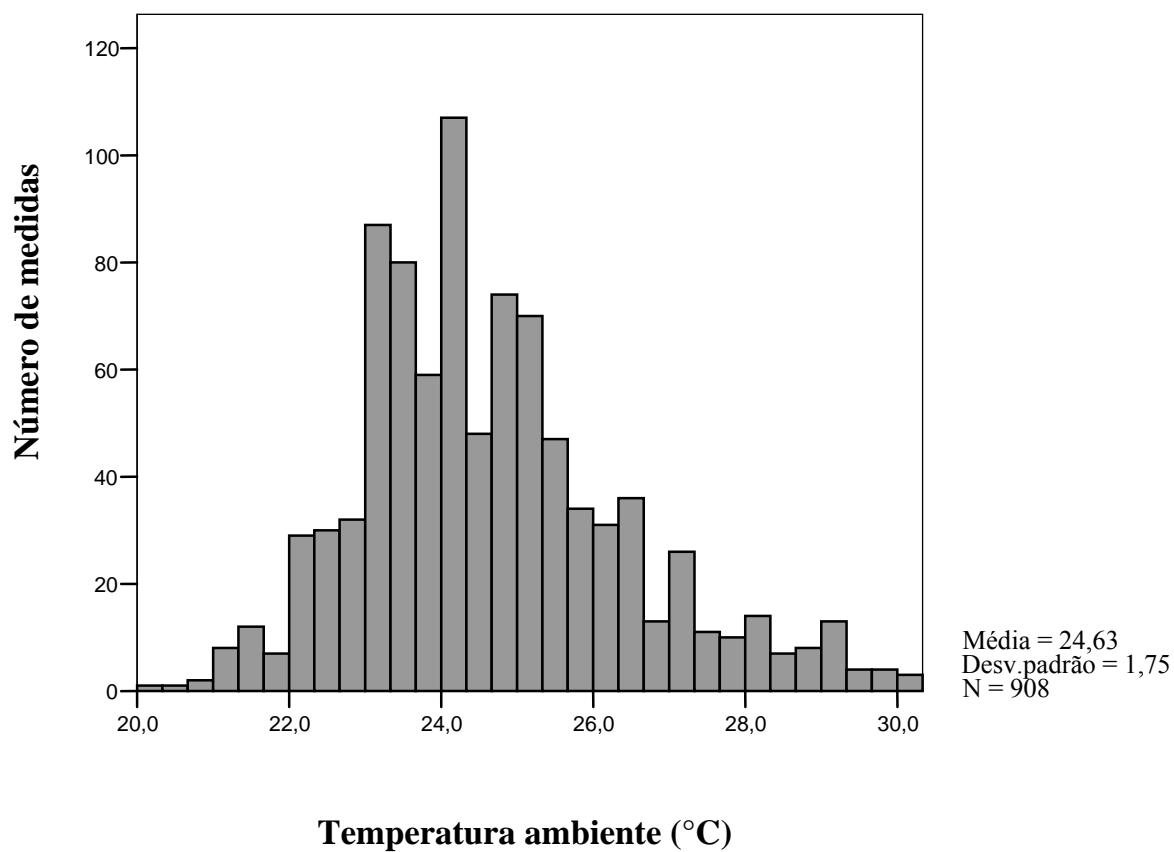
**Figura 6** - Frequência da temperatura inspiratória nos pacientes.





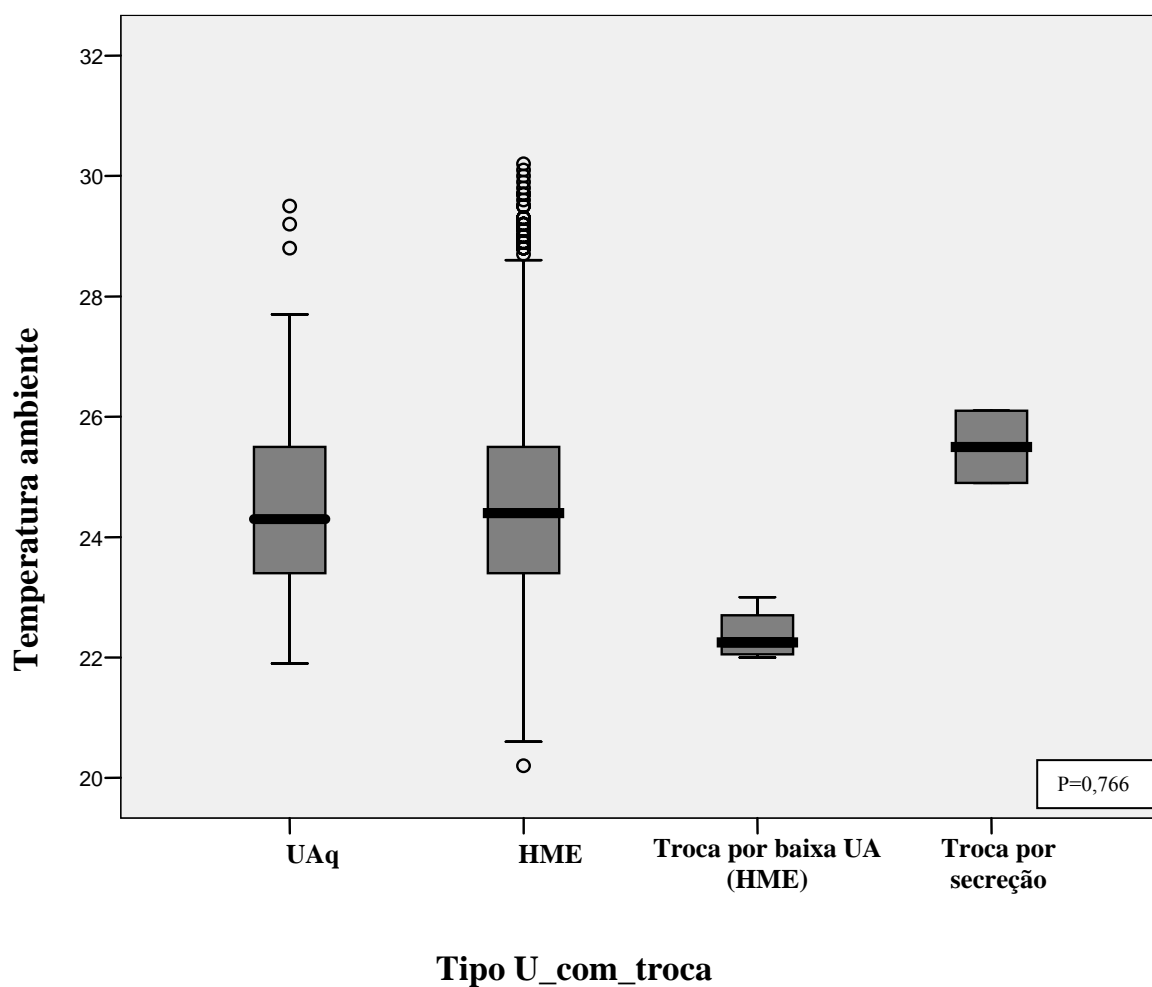
**Figura 7** – Frequência da Tins por dispositivo de umidificação. Box plot com mediana, intervalo 25-75% e limite de 5 e 95%.

Embora a média da temperatura ambiente encontrada em nosso trabalho tenha sido adequada (conforme visto na Tabela 7), observamos variação dos valores ao realizarmos as medidas. Esta variação está representada abaixo (Figura 8).

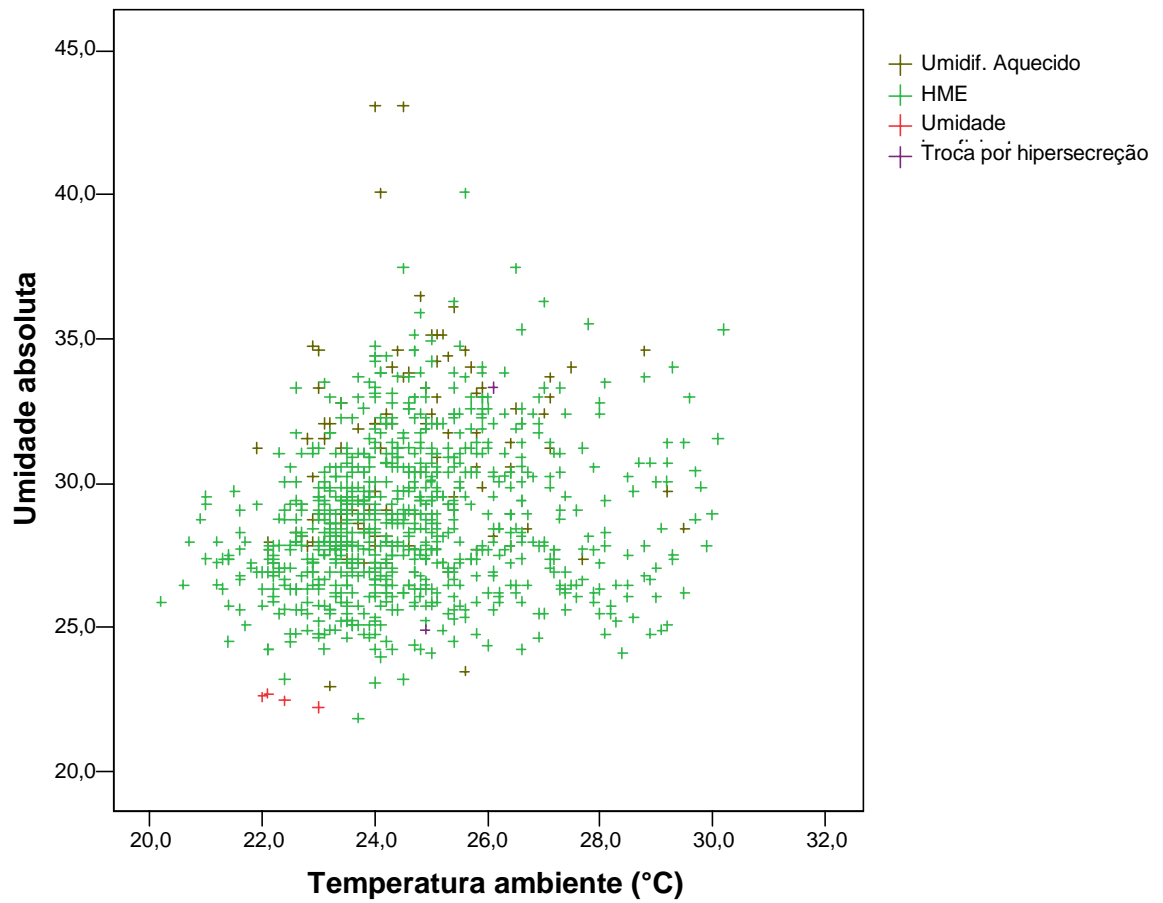


**Figura 8** - Variação da temperatura ambiente durante as medidas.

Ao relacionarmos os dados de umidade e temperatura encontrados observamos que a temperatura ambiente média no momento em que os pacientes apresentaram UA inferior ao estipulado pelo protocolo para troca por umidificador aquecido foi de  $22,3^{\circ}\text{C} \pm 0,4$ , diferindo do restante do grupo (Figuras 9 e 10).

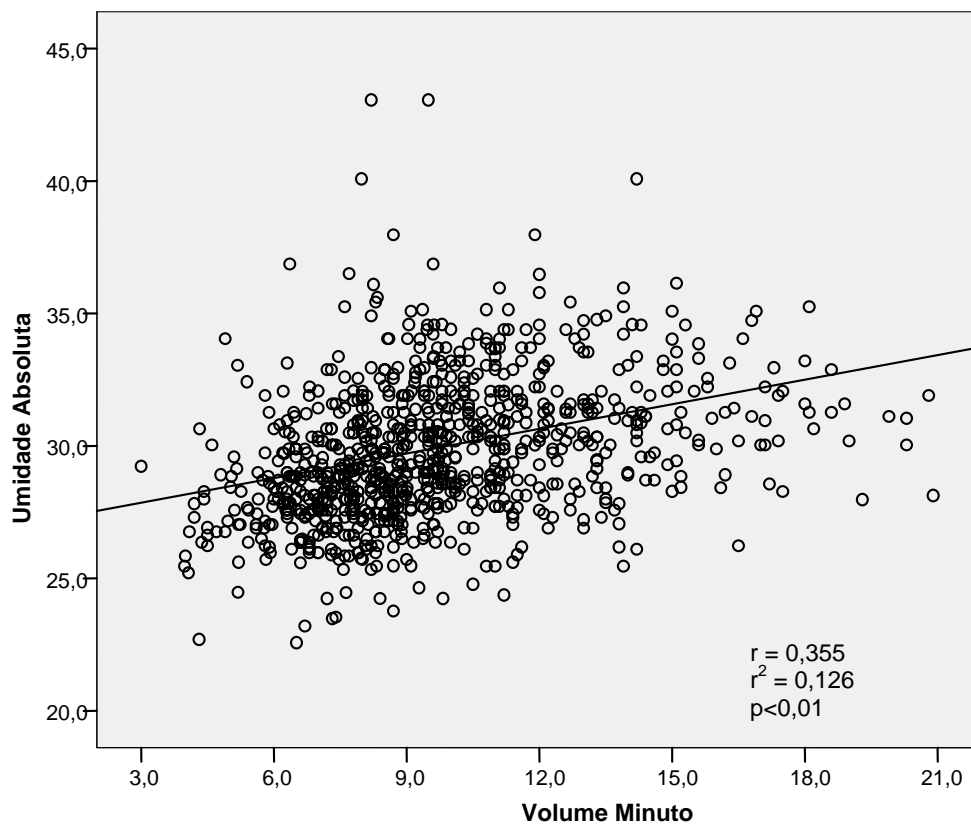


**Figura 9** – Temperatura ambiente no momento anterior à troca por UAq.



**Figura 10** - Dispersão dos valores de UA e temperatura ambiente conforme motivo de troca.

Ao correlacionamos os valores de umidade absoluta e volume minuto, observamos que a variação da UA é pouco explicada pela variação do volume minuto, como demonstrado pelos baixos valores encontrados dos coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ) e determinação ( $r^2$ ), ilustrados no gráfico a seguir.



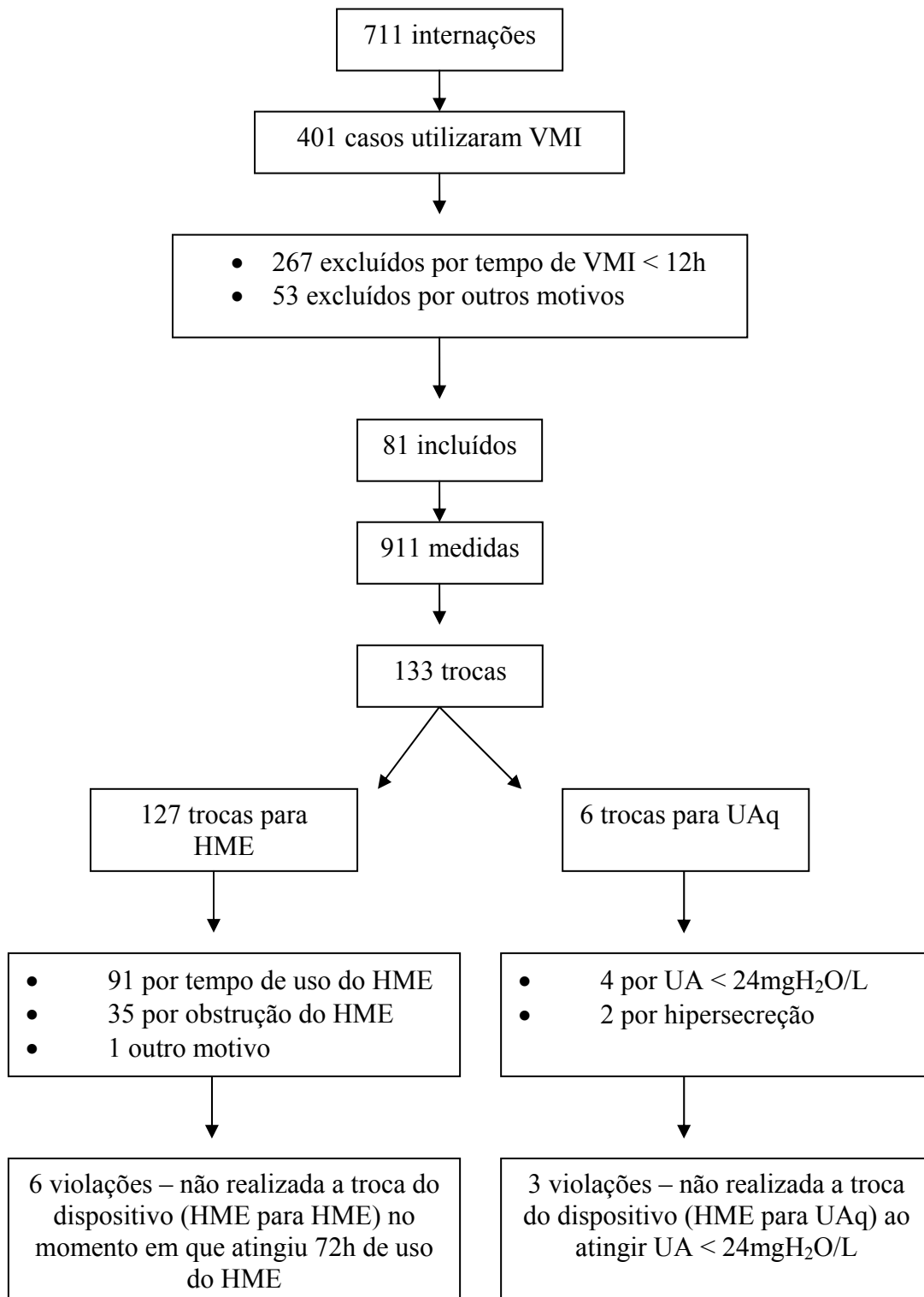
**Figura 11** - Correlação entre volume minuto e UA.

#### **4.2.4 Análise dos valores de umidade absoluta entre pacientes que trocaram de dispositivo por tempo de uso e por secreção**

Comparamos os valores de UA no dia em que ocorreu troca de HME por outro HME devido obstrução do filtro (secreção) e os valores de UA de todos os outros dias utilizando HME com o objetivo de verificar a existência ou não de valores diferentes de UA entre os dois grupos (os dias de troca para umidificador aquecido foram excluídos). Os valores obtidos foram  $29,1\text{mgH}_2\text{O/L} \pm 2,1$  e  $31,1\text{mgH}_2\text{O/L} \pm 3,3$ , respectivamente, não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles ( $p= 0,230$ ).

#### **4.2.5 Síntese dos resultados encontrados entre os pacientes que utilizaram VMI**

Na Figura 11 estão representados, através de um fluxograma, os resultados encontrados de acordo com a aplicação do protocolo.



**Figura 12** – Fluxograma com resultados obtidos a partir da aplicação do protocolo.

### 4.3 PACIENTES EM VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA

Foram realizadas 13 medidas nos 8 pacientes que usaram VNI e que foram incluídos no protocolo. A Tabela 8 mostra os valores médios da umidade e temperatura encontrados.

**Tabela 8** - Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos valores de umidade e temperatura na VNI.

Variáveis avaliadas	Valores
Umidade absoluta (mgH <sub>2</sub> O/L)	18,4 $\pm$ 7,4
Umidade relativa inspiratória (%)	66,9 $\pm$ 25,0
Temperatura inspiratória (°C)	28,0 $\pm$ 1,5
Umidade relativa ambiente (%)	50,7 $\pm$ 10,9
Temperatura ambiente (°C)	25,5 $\pm$ 2,0
Temperatura do paciente (°C)	36,3 $\pm$ 0,6

Em sete das medidas realizadas (53,8%) os pacientes não apresentaram nenhuma queixa relacionada ao uso da VNI; houve uma (7,7%) reclamação referida como “ressecamento das vias aéreas” e quatro (30,8%) queixas em relação à resistência provocada pelo circuito utilizado para mensuração; um paciente não tinha condições clínicas para opinar.

A umidade absoluta encontrada na única queixa durante o protocolo foi de 11,35mgH<sub>2</sub>O/L.



Apesar dos baixos valores de UA encontrado em algumas medidas, a umidificação aquecida foi utilizada em apenas 1 dos 8 pacientes avaliados. Importante ressaltar que os critérios de troca de dispositivos não estavam relacionados com o valor da UA, pois o motivo de troca estava baseado no tempo de utilização da ventilação não invasiva e/ou nas queixas dos pacientes. As medidas foram realizadas para observação do comportamento da umidade absoluta quando utilizada VNI.

## **5 DISCUSSÃO**

Este estudo prospectivo visou avaliar a frequência de uso dos dois tipos de dispositivos de umidificação (aquecida e HME) em pacientes em ventilação mecânica na UTI quando seguido um protocolo de atendimento, avaliar a necessidade de trocas de HME, além das realizadas por tempo de uso, assim como a frequência de uso de umidificação externa nos pacientes em VNI.

Ao verificarmos os valores de UA fornecidos pelos dispositivos de umidificação utilizados nos pacientes em VMI, ao considerarmos como adequado o limite inferior de UA em torno de 24 (que não é consenso na literatura), podemos dizer que ambos funcionam corretamente na maioria das situações. Quanto à umidificação externa durante o uso da VNI, em casos de desconforto do paciente pode ser necessária.

### **5.1 POPULAÇÃO ESTUDADA**

Os principais motivos de internação dos pacientes avaliados foram pós-operatórios e insuficiência respiratória. Segundo NAVA e CUOMO (2004) a insuficiência respiratória é a causa mais comum de admissão de pacientes com doença hematológica e tumor sólido em UTI. Em concordância com este autor, observada a procedência dos pacientes deste trabalho (um hospital especializado em tratamento oncológico), a insuficiência respiratória também foi o principal motivo

para uso da ventilação mecânica, tanto invasiva (hipoxêmica) quanto não invasiva (hipercápnica).

## **5.2 FREQUÊNCIA DE USO DOS DISPOSITIVOS DE UMIDIFICAÇÃO**

Durante a realização do protocolo nenhum paciente necessitou utilizar o umidificador aquecido desde o início da ventilação mecânica, pois esses não apresentaram contra-indicações ao HME, diferente do ocorrido no protocolo de BRANSON et al. (1993) onde 32 pacientes de um total de 120 necessitaram do uso do umidificador aquecido já no início da ventilação mecânica devido a contra-indicações ao HME. Assim, como no protocolo acima referido, nesta série o número de pacientes que utilizaram HME (75) foi maior do que aqueles que utilizaram umidificadores aquecidos (6).

Ao invés das 117 trocas de dispositivos previstas (devido ao tempo de uso) nos dias em que foram realizadas as medidas de umidade e temperatura, foram realizadas 133 trocas no geral (devido ao tempo de uso, obstrução por secreção, e baixa umidade absoluta).

Das trocas de dispositivo realizadas, 95,5% ocorreram de HME para HME por tempo de uso do HME (72 horas) e/ou acúmulo de secreção na superfície do HME, 91 e 35 trocas, respectivamente. Diversos estudos mostraram que, apesar das recomendações dos fabricantes para que a troca dos dispositivos seja realizada a cada 24 horas, esse tempo pode ser estendido por até uma semana em determinados grupos de pacientes sem causar dano ao trato respiratório dos pacientes

(THOMACHOT et al. 1998; BOISSON et al. 1999; RICARD et al. 2000; THOMACHOT et al. 2000; THOMACHOT et al. 2002; BOYER et al. 2003). DAVIS et al. (2000) e HESS (2000) sugerem, como utilizado no nosso hospital, que o tempo de troca dos HMEs deve ocorrer em até 72 horas. PLOYSONGSANG et al. (1988); MORGAN-HUGHES et al. (2001); TURNBULL et al. (2005) e LUCATO et al. (2005) observaram que diversos níveis de obstrução nos HMEs (por água, secreção ou sangue) impõem resistência à ventilação mecânica invasiva, por isso houve a preocupação em trocar os HMEs ao observarmos obstruções parciais nesses dispositivos, necessidade essa ressaltada por RICARD et al. (2000) e THOMACHOT et al. (2002).

Durante o estudo observamos um tempo médio para cada HME de  $1,9 \pm 0,9$  dias, o que pode significar um acréscimo no custo naqueles pacientes que tenham utilizado o dispositivo por tempo inferior aos 3 dias estabelecido pelo protocolo. Não existem estudos realizados no Brasil calculando o custo do uso de cada dispositivo de umidificação; os estudos internacionais relatam haver economia nos gastos com a umidificação quando utilizado o HME ao invés dos UAqs, principalmente quando estendido o tempo de uso (BRANSON et al. 1993; KIRTON et al. 1997; KOLLEF et al. 1998; MEMISH et al. 2001; THOMACHOT et al. 2002; LACHERADE et al. 2005; RICARD et al. 2006). LACHERADE et al. (2005) sugerem que a associação de menor custo relacionado aos HMEs dependerá em grande parte da frequência de troca dos dispositivos e os custos associados. BOYER et al. (2003) lembra que o custo com os HMEs pode variar entre as diferentes marcas e tipos existentes. Segundo RICARD et al. (2000) a economia obtida com o prolongamento do uso do HME pode diminuir consideravelmente se eles são trocados prematuramente por

obstrução parcial. Embora os custos com os HMEs no Brasil possam ser diferentes por se tratarem de dispositivos importados, estudos nacionais necessitam ser realizados para sustentar tal suposição.

Em relação à troca de HME para UAq devido à umidade absoluta insuficiente, esta ocorreu em apenas 4 de um total de 133 trocas. Lembrando também que todos aqueles que utilizaram VMI (321) e não entraram no protocolo fizeram uso do HME e que ocorreram 3 violações do protocolo onde deveria ter sido realizada a troca do HME para o UAq devido à baixa UA. RICARD et al. (2000), ao analisarem a possibilidade de extensão do tempo de uso do HME para uma semana, precisaram realizar 3 trocas de HME para UAq devido à UA insuficiente, dos 40 HMEs avaliados pelo tempo estabelecido. Uma das trocas ocorreu devido a  $UA < 26\text{mgH}_2\text{O/L}$  e as outras 2 porque houve uma queda contínua da UA durante o tempo de avaliação aproximando do valor limite.

Além dessas 4 trocas por umidade absoluta insuficiente, mais 2 pacientes necessitaram trocar de HME para umidificação aquecida, pois estavam hipersecretivos. BRANSON et al. (1993) e KOLLEF et al. (1998) relatam que a troca do HME por UAq deve ser realizada nos casos de pacientes hipersecretivos e que apresentem secreção espessa.

Segundo FLAUTO et al. (2004), existem UTIs no Brasil que utilizam exclusivamente o HME para promover a umidificação dos gases inspirados nos pacientes em VMI; podemos afirmar que essa é uma prática inadequada, pois em algumas situações os HMEs estão contra-indicados, como exemplificado pelos pacientes hipotérmicos ou que apresentem fístula broncopleurálica (THOMACHOT et al. 2002). Como no nosso protocolo foi necessária a troca do HME pelo umidificador

aquecido em 6 (7,4%) casos, chamamos a atenção quanto à importância da existência dos umidificadores aquecidos nas UTIs. BRANSON et al. (1993) reafirmam o fato de utilizar os UAq nos casos de contra-indicação dos HMEs. O desconhecimento sobre a importância da umidificação leva muitos profissionais de UTI a instalarem os dispositivos de umidificação e aquecimento e apenas se preocupar em fazer as trocas estabelecidas pelo serviço, não havendo preocupação em avaliar a eficiência da umidificação. Além disso, o método de escolha do dispositivo a ser utilizado pode ser bem diferente entre países (RICARD et al. 2002) ou mesmo entre regiões de um mesmo país (FLAUTO et al. 2004).

### **5.3 VARIAÇÃO DOS VALORES DE UMIDADE E TEMPERATURA**

Os valores médios de umidade e temperatura encontrados no nosso estudo, para os dois tipos de dispositivos de umidificação (UAq e HME), foram adequados. Em média  $28,9 \text{ mgH}_2\text{O/L} \pm 2,7$  de umidade absoluta e  $29,0^\circ\text{C} \pm 1,7$  de temperatura. Os valores mais seguros de temperatura e umidade dos gases a serem utilizados durante a VMI ainda são questão de debate. Segundo recomendação da ISO 8185 (1997) o valor mínimo de UA deve ser  $33 \text{ mgH}_2\text{O/L}$ . Diversos autores divergem quanto aos valores de UA, podendo ser cerca de  $25\text{-}30 \text{ mgH}_2\text{O/L}$  e temperatura em torno de  $32^\circ\text{C}$  para SHELLY et al. (1988); DREYFUSS et al. (1991); MARTIN et al. (1994); THOMACHOT et al. (1998); BRANSON e DAVIS (1996);  $UA \geq 30 \text{ mgH}_2\text{O/L}$  (BOYER et al. 2003), e em torno de  $44 \text{ mgH}_2\text{O/L}$  com temperatura de  $35\text{-}37^\circ\text{C}$  para LUCHETTI et al. (1998); LAWRENCE et al. (1998); RYAN et al. (2002).

Quando observamos os dois dispositivos de umidificação separadamente encontramos em média  $31 \text{ mgH}_2\text{O/L} \pm 3,3$  de umidade absoluta nos umidificadores aquecidos e  $28,7 \text{ mgH}_2\text{O/L} \pm 2,5$  nos HMEs, sendo essa diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ). Portanto, ao avaliar objetivamente a temperatura e umidade do ar inspirado observamos que apesar de ambos dispositivos terem funcionado corretamente, os HMEs apresentaram valor médio de UA inferior ao dos UAqs. MARTIN et al. (1990 e 1994); VILLAFANE et al. (1996) e RICARD et al. (1999) também encontraram maiores valores de umidade absoluta nos UAqs do que nos HMEs por eles avaliados. MARTIN et al. (1994); BRANSON e DAVIS (1996); RICARD et al. (1999); THIERY et al. (2003) referem que diferentes HMEs podem proporcionar diferentes valores de umidade absoluta de acordo com suas características.

Nos casos em que os HMEs apresentaram valores de umidade absoluta inferior ao estipulado como parâmetro de troca para UAq (média  $22,4 \text{ mgH}_2\text{O/L} \pm 0,2$ ), encontramos uma temperatura ambiente em torno de  $22,3^\circ\text{C} \pm 0,4$ , ou seja, inferior à média geral que foi de  $24,6^\circ\text{C}$ . Apesar de outros pacientes terem sido submetidos a semelhantes valores de temperatura ambiente sem provocar queda da umidade absoluta, entendemos que nem todos pacientes reagem da mesma forma às alterações externas de temperatura e que, portanto, a baixa UA naqueles pacientes possa estar relacionada a tal fato. A média da temperatura corporal observada nesses pacientes foi  $36,1^\circ\text{C} \pm 0,4$ . Em relação à influência da temperatura ambiente na mensuração da umidade dos gases inspirados, ROUSTAN et al. (1992), THIERY et al. (2003) sugerem que tanto a temperatura ambiente quanto a temperatura corporal do paciente podem interferir nos valores de UA. THIERY et al. (2003) e RICARD et

al. (1999) em seus estudos, mantiveram a temperatura ambiente constante entre 23-25°C. CROCI et al. (1993) observaram que diferentes valores de temperatura ambiente interferiam nos valores de umidade dos gases inspirados em pacientes utilizando HMEs do tipo hidrofóbico. LELLOUCHE et al. (2004) observaram o mesmo tipo de interferência, porém em pacientes utilizando umidificadores aquecidos.

Apesar dos HMEs, de uma maneira geral, funcionarem adequadamente, existem situações onde eles estão contra-indicados (Anonymus 1992; BRANSON et al. 1993; RICARD et al. 2000; THOMACHOT et al. 2002), podendo em determinados casos colocar em risco a saúde do paciente em decorrência de uma umidificação insuficiente. A UA abaixo do estipulado só pode ser adequadamente verificada com a mensuração dos valores de umidade e temperatura. O único parâmetro direto disponível é a avaliação por termo higrômetros que não estão disponíveis em todas UTIs e não são viáveis na prática clínica habitual (RICARD et al. 1999).

#### **5.4 CORRELAÇÃO ENTRE SECREÇÃO TRAQUEAL E UMIDADE**

Foram realizadas 911 aspirações traqueais e foram observadas a viscosidade e a quantidade das secreções. Na maioria das aspirações (825) realizadas a secreção encontrada apresentou aspecto semi-espesso. Nos casos onde foi encontrada UA inferior ao estipulado pelo protocolo para troca de dispositivo (7 casos), 4 apresentaram secreção fluida e 3 apresentaram secreção semi-espessa. Quanto à quantidade, 1 apresentou pequena, 4 média e 2 grande volume de secreção. Alguns



estudos foram realizados tentando relacionar o grau de umidificação a características tais como a quantidade e o aspecto das secreções, o número de aspirações realizadas e a necessidade ou não de instilar soro fisiológico para fluidificação das secreções e a condensação observada no tubo traqueal por meio de gotículas (SUZUKAWA et al. 1989; BRANSON et al. 1993; BEYDON et al. 1997; RICARD et al. 2000). Embora esses autores sugiram existir uma correlação entre o aspecto da secreção aspirada e a umidificação encontrada, nos pacientes que apresentaram os mais baixos valores de UA no nosso estudo, não encontramos nenhum caso de secreção espessa. Não chegamos a avaliar a formação de gotículas no tubo traqueal. Importante ressaltar que a avaliação do aspecto e quantidade das secreções são formas subjetivas de avaliação, podendo não ser suficientes para avaliar a eficiência dos HMEs, pois nem sempre detecta HMEs pouco eficientes (RICARD et al. 2000).

Além de verificarmos a possibilidade de alterações na umidade absoluta estarem implicadas no aparecimento de secreção espessa, comparamos os valores de UA no momento da troca de HME por outro HME devido à obstrução do mesmo por secreção ( $29,1\text{mgH}_2\text{O/L} \pm 2,1$ ) e os demais valores de UA encontrados com as medidas realizadas durante o protocolo ( $31,1\text{mgH}_2\text{O/L} \pm 3,3$ ), excluídos os valores de UA que determinaram troca para UAq, e não encontramos diferença estatisticamente significativa ( $p= 0,230$ ). Não é de nosso conhecimento algum estudo que tenha avaliado a umidade absoluta ao ser observada obstrução do HME provocada por acúmulo de secreção.

## 5.5 UMIDIFICAÇÃO NO USO DA VNI

Apesar de bem estabelecidas as indicações da VNI, os valores ideais de umidade e temperatura durante seu uso ainda não foram bem estudados (BRANSON 2006). Os valores de umidade absoluta que encontramos nos pacientes em VNI ( $18,4\text{mgH}_2\text{O/L} \pm 7,4$ ) foram bem inferiores aos encontrados na VMI ( $28,9\text{mgH}_2\text{O/L} \pm 2,7$ ). Este fato já era esperado, pois não foi utilizada, na maioria dos pacientes em VNI, umidificação externa.

Estudos têm sido realizados com o objetivo de verificar o papel da umidificação dos gases utilizados durante a ventilação não invasiva. Alguns autores indicam a utilização da umidificação durante a VNI nas situações em que os pacientes apresentam sintomas em via aérea alta (congestão, ressecamento), necessitam utilizá-la por tempo prolongado e/ou de altos fluxos inspiratórios (LELLOUCHE et al. 2002; ELLIOT 2005; RATHGEBER 2006; SOTTIAUX 2006). BRANSON (2006) sugere que a temperatura e umidade, durante o uso da VNI, devem ser ajustadas de acordo com o conforto do paciente. MADOR et al. (2005) verificaram que apesar da umidificação externa diminuir os efeitos adversos provocados pelos gases inspirados, em pacientes com apnéia do sono utilizando VNI com máscara nasal, não houve melhora na adesão ao seu uso.

Apesar dos estudos realizados até o momento, ainda não estão estabelecidas recomendações quanto à melhor técnica de umidificação a ser utilizada (EVANS 2001). JABER et al. (2002) e LELLOUCHE et al. (2002), sugerem o uso preferencial da umidificação aquecida quando necessário, pois observaram, com o uso do HME, aumento da frequência, do trabalho respiratório e da  $\text{PaCO}_2$ ; além disso, BRANSON

(2006) sugere que vazamentos ao redor da máscara de VNI podem causar ineficiência do HME devido ao seu mecanismo de funcionamento e, apesar do UAq proporcionar boa umidificação dos gases inspirados na VNI, MIYOSHI et al. (2005) verificaram que, a umidade absoluta também diminui quando o vazamento de ar ao redor da máscara aumenta.

No nosso estudo, somente um dos pacientes fez uso da umidificação com UAq, porém com o aquecedor desligado conforme orientação do protocolo e encontramos uma umidade absoluta de 31,7 mgH<sub>2</sub>O/L. Em pouco mais da metade das medidas realizadas (53,8%; 7/13 casos) os pacientes não apresentaram nenhuma queixa relacionada ao uso da VNI; nos demais, apenas um paciente referiu ressecamento das vias aéreas nas primeiras horas de uso. Achamos que um dos motivos para o baixo índice de queixas pode ser o fato de que a hidratação oral e uso de protetor labial nos pacientes em VNI fazem parte dos procedimentos de rotina em nossa instituição. ELLIOT (2005) relata que esses cuidados, assim como uso de saliva artificial, promovem conforto a esse tipo de paciente.

## **5.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Houve preocupação, por parte da equipe de Fisioterapia, quanto ao posicionamento correto do HME, porém nem sempre eles se encontravam em posicionamento adequado. Assim, casos de obstrução parcial dos HMEs podem ter ocorrido devido a esse fato. RICARD et al. (2000); THOMACHOT et al. (2002) e BOYER et al. (2003) chamam a atenção quanto ao adequado posicionamento dos

HMEs, ou seja, em posição vertical acima da altura do tubo traqueal, para evitar obstrução dos mesmos devido à refluxos de secreção.

Apesar de existirem estudos que reportaram a ocorrência de oclusão do tubo endotraqueal com o uso do HME (COHEN et al. 1988; MARTIN et al. 1990; MISSET et al. 1991; ROUSTAN et al. 1992) muitos desses estudos não observaram as contra-indicações do uso do HME e utilizaram dispositivos que na época não ofereciam adequada capacidade de umidificação e aquecimento dos gases inspirados. Em um estudo recente com uma amostra grande de pacientes, observaram-se casos de oclusão do tubo por baixa umidificação em 1 paciente utilizando HME e 5 com UAq, sem diferença estatística entre os grupos (LACHERADE et al. 2005). No nosso estudo, nenhum caso de obstrução do tubo endotraqueal foi observado e em geral os HMEs utilizados (tipo misto) apresentaram valores adequados de umidade absoluta e secreção semi-espessa.

É importante ter em mente que na umidificação com uso de HME, diferente do umidificador aquecido (onde podemos ajustar a temperatura e ter uma avaliação da umidade absoluta), não podemos avaliar a eficácia do HME à beira do leito de forma objetiva e rotineira (RICARD et al. 1999). Apesar da existência de escalas (subjetivas) sugeridas por BEYDON et al. (1997); RICARD et al. (1999) e BRANSON et al. (1993) onde são avaliadas a quantidade e aspecto da secreção aspirada, não conhecemos locais que utilizem essas escalas de forma sistemática e em nosso trabalho não houve relação entre a umidificação encontrada e o aspecto da secreção aspirada nos pacientes que apresentaram baixa UA. Portanto, sem dispositivos acessíveis para a prática clínica habitual, não podemos ter certeza que os gases medicinais estão devidamente aquecidos e umidificados. É importante ressaltar

que utilizar a umidificação aquecida sem a monitorização da temperatura é uma prática inadequada, pois pode determinar riscos associados tanto ao excesso quanto a falta de umidificação e aquecimento. Em virtude da necessidade de se obter instrumentos para avaliação da eficácia da umidificação, nosso grupo está aprofundando o estudo de algumas escalas subjetivas na avaliação da umidificação em pacientes utilizando diferentes tipos de HME.

Atualmente não conhecemos o real impacto que o acondicionamento inadequado do ar inspiratório nos pacientes em uso do HME determina para o paciente na rotina de UTI. Isso somente poderá ser mais bem avaliado quando tivermos acesso a dispositivos que monitorizem de forma contínua a umidificação e a temperatura dos gases inspiratórios nos pacientes em ventilação mecânica.

## 6 CONCLUSÕES

- Quando se utiliza um protocolo de atendimento (através da verificação da umidade absoluta), observamos que foram realizadas apenas trocas de dispositivo (HME para UAq), visto que nenhum paciente necessitou do UAq desde o início da ventilação de acordo com os critérios propostos.
- A frequência da necessidade de troca do HME pelo umidificador aquecido devido à umidificação inadequada é relativamente pequena, 8,6%, incluindo as violações. Tanto os HMEs quanto os UAqs funcionaram corretamente na maioria das situações, quando consideramos o limite inferior de UA em torno de  $24\text{mgH}_2\text{O/L}$ . No entanto, apesar do adequado funcionamento dos HMEs, os UAqs não podem ser descartados das UTIs.
- Quanto ao uso de umidificação externa para os pacientes que necessitam de VNI, baseados nos baixos índices de reclamações encontrados, critério principal de troca em nosso protocolo, sugerimos sua instituição nas situações onde hajam queixas de desconforto causado pelo ressecamento da mucosa nasal e oral. Medidas adicionais para conforto do paciente, como hidratação oral e uso de protetor labial, podem estar associadas a menor número de queixas de ressecamento.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Anonymus] AARC clinical practice guideline: humidification during mechanical ventilation. American Association for Respir Care. **Respir Care** 1992; 37:887-90.

Beydon L, Tong D, Jackson N, Dreyfuss D. Correlation between simple clinical parameters and the in vitro humidification characteristics of filter heat and moisture exchangers. **Chest** 1997; 112:739-44.

Boisson C, Viviani X, Arnaud S, Thomachot L, Miliani Y, Martin C. Changing a hydrophobic heat and moisture exchanger after 48 hours rather than 24 hours: a clinical and microbiological evaluation. **Intensive Care Med** 1999; 25:1237-43.

Bonassa J. Umidificação na ventilação pulmonar mecânica. In: Carvalho WB, Bonassa J, Carvalho CRR, Amaral JLG, Beppu OS, Auler JOC, editores. **Atualização em ventilação pulmonar mecânica**. São Paulo: Atheneu; 1997. p.17-29.

Boots RJ, Howe S, George N, Harris FM, Faoagali J. Clinical utility of hygroscopic heat and moisture exchangers in intensive care patients. **Crit Care Med** 1997; 25:1707-12.

Boyer A, Thiery G, Lasry S, et al. Long-term mechanical ventilation with hygroscopic heat and moisture exchangers used for 48 hours: a prospective clinical, hygrometric, and bacteriologic study. **Crit Care Med** 2003; 31:823-9.

Branson RD, Davis K Jr, Campbell RS, Johnson DJ, Porembka DT. Humidification in the intensive care unit: prospective study of a new protocol utilizing heated humidification and a hygroscopic condenser humidifier. **Chest** 1993; 104:1800-5.

Branson RD, Davis K Jr. Evaluation of 21 passive humidifiers according to the ISO 9360 standard: moisture output, dead space, and flow resistance. **Respir Care** 1996; 41:736-43.

Branson RD, Campbell RS, Davis K, Porembka DT. Anaesthesia circuits, humidity output, and mucociliary structure and function. **Anaesth Intensive Care** 1998; 26:178-83.

Branson RD. Humidification of respired gases during mechanical ventilation: mechanical considerations. **Respir Care Clin N Am** 2006; 12:253-61.

Cinnella G, Giardina C, Fischetti A, et al. Airways humidification during mechanical ventilation: effects on tracheobronchial ciliated cells morphology. **Minerva Anestesiol** 2005; 71:585-93.

Cohen IL, Weinberg PF, Fein IA, Rowinski GS. Endotracheal tube occlusion associated with the use of heat and moisture exchangers in the intensive care unit. **Crit Care Med** 1988; 16:277-9.

Craven DE, Goularte TA, Make BJ. Contaminated condensate in mechanical ventilator circuits: a risk factor for nosocomial pneumonia? **Am Rev Respir Dis** 1984; 129:625-8.

Croci M, Elena A, Solca M. Performance of a hydrophobic heat and moisture exchanger at different ambient temperatures. **Intensive Care Med** 1993; 19:351-2.

Davis K Jr, Evans SL, Campbell RS, et al. Prolonged use of heat and moisture exchangers does not affect device efficiency or frequency rate of nosocomial pneumonia. **Crit Care Med** 2000; 28:1412-8.



Dreyfuss D, Djedaini K, Weber P, et al. Prospective study of nosocomial pneumonia and of patient and circuit colonization during mechanical ventilation with circuit changes every 48 hours versus no change. **Am Rev Respir Dis** 1991; 143:738-43.

Dreyfuss D, Djedaini K, Gros I, et al. Mechanical ventilation with heated humidifiers or heat and moisture exchangers: effects on patient colonization and incidence of nosocomial pneumonia. **Am J Respir Crit Care Med** 1995; 151:986-92.

Elliott MW. Non-invasive ventilation for acute respiratory disease. **Br Med Bull** 2005; 72:83-97.

Evans TW. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. Organised jointly by the American Thoracic Society, the European Respiratory Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Societe de Reanimation de Langue Francaise, and approved by the ATS Board of Directors, December 2000. **Intensive Care Med** 2001; 27:166-78.

Flauto MCD, Saito RY, Moreira VA. **Avaliação da escolha do tipo de umidificação para pacientes adultos sob ventilação mecânica em UTI.** São Paulo; 2004. [Monografia Conclusão de Curso de Pós Graduação *Lato Sensu* Insuficiência Respiratória e Cardiovascular em UTI: Monitorização e Tratamento-Fundação Antônio Prudente]

Hess D. Prolonged use of heat and moisture exchangers: why do we keep changing things? **Crit Care Med** 2000; 28:1667-8.

Iotti GA, Olivei MC, Palo A, et al. Unfavorable mechanical effects of heat and moisture exchangers in ventilated patients. **Intensive Care Med** 1997; 23:399-405.

Jaber S, Chanques G, Matecki S, et al. Comparison of the effects of heat and moisture exchangers and heated humidifiers on ventilation and gas exchange during non-invasive ventilation. **Intensive Care Med** 2002; 28:1590-4.

Kapadia FN, Bajan KB, Singh S, Mathew B, Nath A, Wadkar S. Changing patterns of airway accidents in intubated ICU patients. **Intensive Care Med** 2001; 27:296-300.

Kirton OC, DeHaven B, Morgan J, Morejon O, Civetta J. A Prospective, randomized comparison of an in-line heat moisture exchange filter and heated wire humidifiers: rates of ventilator-associated early-onset (community-acquired) or late-onset (hospital-acquired) pneumonia and incidence of endotracheal tube occlusion. **Chest** 1997; 112:1055-9.

Kola A, Eckmanns T, Gastmeier P. Efficacy of heat and moisture exchangers in preventing ventilator-associated pneumonia: meta-analysis of randomized controlled trials. **Intensive Care Med** 2005; 31:5-11.

Kollef MH, Shapiro SD, Boyd V, et al. A randomized clinical trial comparing an extended-use hygroscopic condenser humidifier with heated-water humidification in mechanically ventilated patients. **Chest** 1998; 113:759-67.

Lacherade JC, Auburtin M, Cerf C, et al. Impact of humidification systems on ventilator-associated pneumonia: a randomized multicenter trial. **Am J Respir Crit Care Med** 2005; 172:1276-82.

Lawrence JC. Humidification practices in the adult intensive care unit, Prince of Wales hospital. **Respir Care Clin N Am** 1998; 4:301-04

Le Bourdelles G, Mier L, Fiquet B, et al. Comparison of the effects of heat and moisture exchangers and heated humidifiers on ventilation and gas exchange during weaning trials from mechanical ventilation. **Chest** 1996; 110:1294-8.

Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. **JAMA** 1993; 270:2957-63. Erratum in: **JAMA** 1994 4;271:1321.

Lellouche F, Maggiore SM, Deye N, et al. Effect of the humidification device on the work of breathing during noninvasive ventilation. **Intensive Care Med** 2002; 28:1582-9.

Lellouche F, Taille S, Maggiore SM, et al. Influence of ambient and ventilator output temperatures on performance of heated-wire humidifiers. **Am J Respir Crit Care Med** 2004; 170:1073-9.

Lorente L, Lecuona M, Jimenez A, Mora ML, Sierra A. Ventilator-associated pneumonia using a heated humidifier or a heat and moisture exchanger - a randomized controlled trial [ISRCTN88724583]. **Crit Care** 2006; 10:R116

Lucato JJ, Tucci MR, Schettino GP, et al. Evaluation of resistance in 8 different heat-and-moisture exchangers: effects of saturation and flow rate/profile. **Respir Care** 2005; 50:636-43.

Luchetti M, Stuani A, Castelli G, Marraro G. Comparison of three different humidification systems during prolonged mechanical ventilation. **Minerva Anestesiol** 1998; 64:75-81.

Mador MJ, Krauza M, Pervez A, Pierce D, Braun M. Effect of heated humidification on compliance and quality of life in patients with sleep apnea using nasal continuous positive airway pressure. **Chest** 2005; 128:2151-8.

Martin C, Perrin G, Gevaudan MJ, Saux P, Gouin F. Heat and moisture exchangers and vaporizing humidifiers in the intensive care unit. **Chest** 1990; 97:144-9.

Martin C, Papazian L, Perrin G, Saux P, Gouin F. Preservation of humidity and heat of respiratory gases in patients with a minute ventilation greater than 10 L/min. **Crit Care Med** 1994; 22:1871-6.

Memish ZA, Oni GA, Djazmati W, Cunningham G, Mah MW. A randomized clinical trial to compare the effects of a heat and moisture exchanger with a heated humidifying system on the occurrence rate of ventilator-associated pneumonia. **Am J Infect Control** 2001; 29:301-5.

Misset B, Escudier B, Rivara D, Leclercq B, Nitenberg G. Heat and moisture exchanger vs heated humidifier during long-term mechanical ventilation: a prospective randomized study. **Chest** 1991; 100:160-3.

Miyoshi E, Fujino Y, Uchiyama A, Mashimo T, Nishimura M. Effects of gas leak on triggering function, humidification, and inspiratory oxygen fraction during noninvasive positive airway pressure ventilation. **Chest** 2005; 128:3691-8.

Moran I, Bellapart J, Vari A, Mancebo J. Heat and moisture exchangers and heated humidifiers in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome patients. Effects on respiratory mechanics and gas exchange. **Intensive Care Med** 2006; 32:524-31.

Morgan-Hughes NJ, Mills GH, Northwood D. Air flow resistance of three heat and moisture exchanging filter designs under wet conditions: implications for patient safety. **Br J Anaesth** 2001; 87:289-91.

Nakagawa NK, Macchione M, Petrolino HM, et al. Effects of a heat and moisture exchanger and a heated humidifier on respiratory mucus in patients undergoing mechanical ventilation. **Crit Care Med** 2000; 28:312-7.

Nava S, Cuomo AM. Acute respiratory failure in the cancer patient: the role of non-invasive mechanical ventilation. **Crit Rev Oncol Hematol** 2004; 51:91-103.

Pelosi P, Solca M, Ravagnan I, Tubiolo D, Ferrario L, Gattinoni L. Effects of heat and moisture exchangers on minute ventilation, ventilatory drive, and work of breathing during pressure-support ventilation in acute respiratory failure. **Crit Care Med** 1996; 24:1184-8.

Ploysongsang Y, Branson R, Rashkin MC, Hurst JM. Pressure flow characteristics of commonly used heat-moisture exchangers. **Am Rev Respir Dis** 1988; 138:675-8.

Prin S, Chergui K, Augarde R, Page B, Jardin F, Vieillard-Baron A. Ability and safety of a heated humidifier to control hypercapnic acidosis in severe ARDS. **Intensive Care Med** 2002; 28:1756-60.

Rathgeber J. Devices used to humidify respired gases. **Respir Care Clin N Am** 2006; 12:165-82.

Ricard JD, Markowicz P, Djedaini K, Mier L, Coste F, Dreyfuss D. Bedside evaluation of efficient airway humidification during mechanical ventilation of the critically ill. **Chest** 1999; 115:1646-52.

Ricard JD, Le Miere E, Markowicz P, et al. Efficiency and safety of mechanical ventilation with a heat and moisture exchanger changed only once a week. **Am J Respir Crit Care Med** 2000; 161:104-9.

Ricard JD, Cook D, Griffith L, Brochard L, Dreyfuss D. Physicians' attitude to use heat and moisture exchangers or heated humidifiers: a Franco-Canadian survey. **Intensive Care Med** 2002; 28:719-25.

Ricard JD, Hidri N, Blivet et al. New heated breathing circuits do not prevent condensation and contamination of ventilator circuits with heated humidifiers. [abstract] **Am J Respir Crit Care Med** 2003; 167:A861

Ricard JD, Boyer A, Dreyfuss D. The effect of humidification on the incidence of ventilator-associated pneumonia. **Respir Care Clin N Am** 2006; 12:263-73.

Roustan JP, Kienlen J, Aubas P, Aubas S, du Cailar J. Comparison of hydrophobic heat and moisture exchangers with heated humidifier during prolonged mechanical ventilation. **Intensive Care Med** 1992; 18:97-100.

Ryan SN, Rankin N, Meyer E, Williams R. Energy balance in the intubated human airway is an indicator of optimal gas conditioning. **Crit Care Med** 2002; 30:355-61.

Shelly MP, Lloyd GM, Park GR. A review of the mechanisms and methods of humidification of inspired gases. **Intensive Care Med** 1988; 14:1-9.

Sottiaux TM. Consequences of under- and over-humidification. **Respir Care Clin N Am** 2006; 12:233-52.

Suzukawa M, Usada Y, Numata K. The effects of sputum characteristics of combining an unheated humidifier with a heat moisture exchanger filter. **Respir Care** 1989; 34:976-84.

Thiery G, Boyer A, Pigne E, et al. Heat and moisture exchangers in mechanically ventilated intensive care unit patients: a plea for an independent assessment of their performance. **Crit Care Med** 2003; 31:699-704.

Thomachot L, Vialet R, Viguiet JM, Sidier B, Roulier P, Martin C. Efficacy of heat and moisture exchangers after changing every 48 hours rather than 24 hours. **Crit Care Med** 1998; 26:477-81.

Thomachot L, Boisson C, Arnaud S, Michelet P, Cambon S, Martin C. Changing heat and moisture exchangers after 96 hours rather than after 24 hours: a clinical and microbiological evaluation. **Crit Care Med** 2000; 28:714-20.

Thomachot L, Leone M, Razzouk K, Antonini F, Vialet R, Martin C. Randomized clinical trial of extended use of a hydrophobic condenser humidifier: 1 vs. 7 days. **Crit Care Med** 2002; 30:232-7.

Turnbull D, Fisher PC, Mills GH, Morgan-Hughes NJ. Performance of breathing filters under wet conditions: a laboratory evaluation. **Br J Anaesth** 2005; 94:675-82.

Villafane MC, Cinnella G, Lofaso F, et al. Gradual reduction of endotracheal tube diameter during mechanical ventilation via different humidification devices. **Anesthesiology** 1996; 85(6):1341-9.

Zuchner K. Humidification: measurement and requirements. **Respir Care Clin N Am** 2006; 12:149-63.

***ANEXOS***

---



**Anexo 1 - Avaliação diária do estudo da umidificação.**

Mês/Ano: \_\_\_\_/\_\_\_\_

<b>Dia do Mês</b>	<b>Número de pacientes internados</b>	<b>Número de pctes incluídos no estudo</b>	<b>Número de pctes em VM com panela</b>	<b>Número de pctes em VM c/ HME</b>	<b>Número de pctes em VNI sem umidificação</b>	<b>Número de pctes em VNI com panela</b>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						

**OBS:** Os quatro últimos itens referem-se aos pacientes participantes do estudo.

**Anexo 2 - Dicionário para preenchimento dos dados (VMI)**

**(12-12 horas)**

**Motivo de uso da ventilação mecânica:**

1. Rebaixamento do nível de consciência;
2. IRp hipoxêmica;
3. IRp hipercápnica;
4. ARDS;
5. Infecção pulmonar;
6. Outros (anotar motivo na frente)

**Ventilação mecânica utilizada:**

1. VMI por IOT;
2. VMI por TQT.

**Tipo de dispositivo utilizado para umidificação e aquecimento:**

1. umidificador aquecido (panela);
2. HME

**Marca do HMEF:**

1. Gibeck compact;
2. Pall;
3. Drager;
4. Outro \_\_\_\_\_

**Avaliação da umidificação e aquecimento:**

Umidade relativa da inspiração: \_\_\_\_\_ %;

Umidade absoluta: \_\_\_\_\_ mgH<sub>2</sub>O/L

$[16,451563 - (0,731 * T) + (0,03987 * T)] * UR / 100$  **(Ver tabela)**

Umidade relativa ambiente: \_\_\_\_\_ %;

Temperatura ambiente: \_\_\_\_\_ °C; Temperatura inspiração (no circuito): \_\_\_\_\_ °C

Temperatura do paciente: \_\_\_\_\_ °C

**Avaliação da secreção:**

Viscosidade: 0. fluida; 1. semi-espessa; 2. espessa; 3. rolhosa

Quantidade: 0. ausência; 1. pequena; 2. média; 3. grande; 4. enorme

**Houve dificuldade na introdução da sonda na aspiração?**

0. Não; 1. Sim

**Número de aspirações nas últimas 12h:** \_\_\_\_\_ aspirações

**Parâmetros do ventilador:**

f: \_\_\_\_\_ VC: \_\_\_\_\_ FiO<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_ Vol. min.: \_\_\_\_\_

Dia de ventilação mecânica: \_\_\_\_\_ dia

Dia de utilização do HME: \_\_\_\_\_ dia

Dia de utilização do HME total: \_\_\_\_\_ dia

**Foi trocado o HME?**

0. Não;
1. Sim por obstrução;
2. Sim por vencimento (3 dias);
3. Sim por umidificação ineficaz;
4. Outro



**Anexo 4 - Dicionário para preenchimento dos dados (VNI)**

**(1 vez ao dia)**

**Motivo de uso da ventilação mecânica:**

1. IRp hipoxêmica; 2. IRp hipercápnica; 3. EAP; 4. Infecção pulmonar;
5. Outros (anotar motivo na frente)

**Tipo de dispositivo utilizado para umidificação e aquecimento:**

1. umidificador aquecido (panela); 2. sem umidificação

**Avaliação da umidificação e aquecimento:**

Umidade relativa da inspiração: \_\_\_\_\_ %

Umidade absoluta: \_\_\_\_\_ mgH<sub>2</sub>O/L

Umidade relativa ambiente: \_\_\_\_\_ %

Temperatura ambiente: \_\_\_\_\_ °C

Temperatura inspiração (no circuito): \_\_\_\_\_ °C

Temperatura do paciente: \_\_\_\_\_ °C

**Avaliação da secreção: \*Se necessária realização de aspiração nasotraqueal**

Viscosidade: 0. fluida; 1. semi-espessa; 2. espessa; 3. rolhosa

Quantidade: 0. ausência; 1. pequena; 2. média; 3. grande

**Número de aspirações nas últimas 24h:** \_\_\_\_\_ aspirações

**Parâmetros do ventilador:**

f: \_\_\_\_\_ VC: \_\_\_\_\_ FiO<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_ Vol. min: \_\_\_\_\_

**Dia de ventilação mecânica não invasiva:** \_\_\_\_\_ dia

**Tempo de VNI por período (a cada 6h):** \_\_\_\_\_ horas

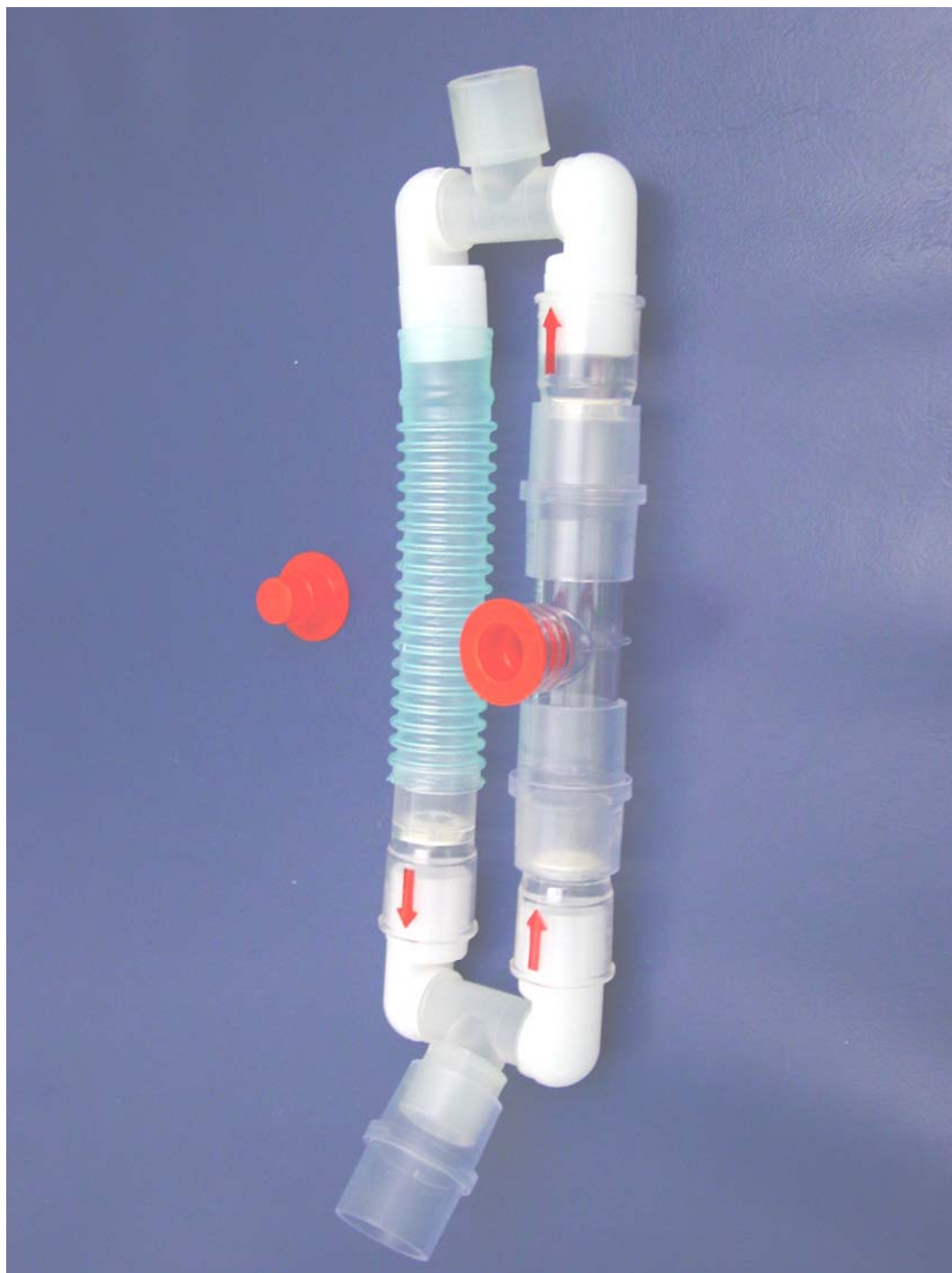
**Número de vezes que foi utilizada a VNI em 24h:** \_\_\_\_\_ vezes

**O paciente apresentou alguma queixa?**

0. Não, sem queixas; 1. Não, não contactuante; 2. Sim, cefaléia; 3. Sim, ressecamento de VIAS; 4. Sim, congestão nasal; 5. Sim, desconforto abdominal; 6. Outro (anotar).



**Anexo 6** – Circuito intermediário para aferição da umidade e temperatura dos gases inspirados.



**Anexo 7** – Termo-higrômetro digital 605-H1 Testo



**Anexo 8** – Termo-higrômetro acoplado ao circuito intermediário para aferição das medidas





**Anexo 9** – Escala de valores de umidade absoluta calculada para diferentes valores de temperatura e umidade relativa dos gases inspirados.

<b>Temperatura Inspiratória Medida em ° C</b>																	
	24	24,5	25	25,5	26	26,5	27	27,5	28	28,5	29	29,5	30	30,5	31	31,5	32
<b>100%</b>	21,9	22,5	23,1	23,7	24,4	25,1	25,8	26,5	27,2	28,0	28,8	29,6	30,4	31,2	32,1	33,0	33,9
<b>98%</b>	21,4	22,0	22,6	23,3	23,9	24,6	25,3	26,0	26,7	27,4	28,2	29,0	29,8	30,6	31,5	32,3	33,2
<b>96%</b>	21,0	21,6	22,2	22,8	23,4	24,1	24,7	25,4	26,2	26,9	27,6	28,4	29,2	30,0	30,8	31,7	32,5
<b>94%</b>	20,6	21,1	21,7	22,3	22,9	23,6	24,2	24,9	25,6	26,3	27,1	27,8	28,6	29,4	30,2	31,0	31,9
<b>92%</b>	20,1	20,7	21,2	21,8	22,4	23,1	23,7	24,4	25,1	25,8	26,5	27,2	28,0	28,7	29,5	30,3	31,2
<b>90%</b>	19,7	20,2	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,9	24,5	25,2	25,9	26,6	27,4	28,1	28,9	29,7	30,5
<b>88%</b>	19,2	19,8	20,3	20,9	21,5	22,1	22,7	23,3	24,0	24,6	25,3	26,0	26,8	27,5	28,3	29,0	29,8
<b>86%</b>	18,8	19,3	19,9	20,4	21,0	21,6	22,2	22,8	23,4	24,1	24,8	25,4	26,1	26,9	27,6	28,4	29,1
<b>84%</b>	18,4	18,9	19,4	19,9	20,5	21,1	21,7	22,3	22,9	23,5	24,2	24,9	25,5	26,2	27,0	27,7	28,5
<b>82%</b>	17,9	18,4	18,9	19,5	20,0	20,6	21,1	21,7	22,3	23,0	23,6	24,3	24,9	25,6	26,3	27,0	27,8
<b>80%</b>	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,1	20,6	21,2	21,8	22,4	23,0	23,7	24,3	25,0	25,7	26,4	27,1
<b>78%</b>	17,1	17,5	18,0	18,5	19,0	19,6	20,1	20,7	21,2	21,8	22,5	23,1	23,7	24,4	25,0	25,7	26,4
<b>76%</b>	16,6	17,1	17,6	18,0	18,5	19,1	19,6	20,1	20,7	21,3	21,9	22,5	23,1	23,7	24,4	25,1	25,8
<b>74%</b>	16,2	16,6	17,1	17,6	18,1	18,6	19,1	19,6	20,2	20,7	21,3	21,9	22,5	23,1	23,8	24,4	25,1

↑  
 └── Umidade relativa

Após medir a umidade relativa e a temperatura inspiratória observe o valor aproximado de umidade absoluta:

**Vermelho:** é necessário trocar HME pelo umidificador aquecido

**Amarelo:** talvez seja necessária a troca do HME (vide protocolo)

**Verde:** a umidificação está adequada

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)