



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0601068-7

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0601068-7

(22) Data do Depósito: 31/03/2006

(43) Data da Publicação do Pedido: 04/12/2007

(51) Classificação Internacional: F24F 13/00; A61M 16/00; A61M 16/16

(54) Título: SISTEMA DE AQUECIMENTO E UMIDIFICAÇÃO DE AR PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA DE PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA

(73) Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. CGC/CPF: 75095679000149. Endereço: Rua Dr.Faivre, 405, 1º andar, Centro, Curitiba, PR, BRASIL(BR)

(72) Inventor: ELIANA LEAL FERREIRA; JOÃO LUIZ ALVES; JOSÉ VIRIATO COELHO VARGAS; JUAN CARLOS ORDONEZ; MARCOS LEAL BRIOSCHI; MARCOS CARVALHO CAMPOS

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 14/02/2018, observadas as condições legais

Expedida em: 14/02/2018

Assinado digitalmente por:
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patente



**“SISTEMA DE AQUECIMENTO E UMIDIFICAÇÃO DE AR PARA VENTILAÇÃO
MECÂNICA DE PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA”**

08

A presente invenção refere-se a um sistema de aquecimento e umidificação de ar para acoplamento a equipamentos de ventilação mecânica utilizados para pacientes de unidade de terapia intensiva, UTI. O sistema é composto por duas caixas geminadas de acrílico, ligadas entre si por tubos plásticos de transporte de fluidos e fios elétricos.

Os setores de bioengenharia hospitalar, especificamente no que diz respeito a equipamentos de auxílio à respiração, são demandantes de aperfeiçoamentos que permitam condicionar o ar insuflado dentro de faixas pré-estabelecidas de temperatura e umidade relativa. Os ventiladores mecânicos, também chamados de aparelhos para respiração artificial são instrumentos construídos para auxiliar o paciente clinicamente instável ou que se encontra em mau estado geral (sem condições de respirar voluntariamente) a restabelecer sua saúde. O funcionamento desses aparelhos basicamente pode ser descrito como um sistema que se liga à rede elétrica e a duas outras redes de gases: i) ar comprimido – que é responsável por manter o fluxo de ar da máquina para a via respiratória do paciente, e ii) oxigênio – que é responsável por manter a oxigenação dos órgãos e tecidos do paciente. Dentro dessa máquina ocorre a mistura dos gases, que então é repassada ao paciente após passar por um outro sistema acoplado ao aparelho, que é responsável pelo aquecimento e umidificação do ar inspirado, ou tecnicamente dizendo, da fração de ar insuflado para o interior do pulmão do paciente, num tempo pré-determinado, de acordo com a patologia que estiver sendo tratada. Esses aparelhos são utilizados, portanto, tipicamente em unidades de terapia intensiva. A tecnologia desses aparelhos combina princípios de engenharia mecânica, mecatrônica e computacional para o seu funcionamento, porém utilizando apenas um termostato, e não um controle de temperatura e umidade simultaneamente.

Para o indivíduo normal, foi cientificamente mostrado que a temperatura na traquéia superior varia entre 30 e 33 °C, e que a umidade relativa é de aproximadamente 95 %. Com base nesses dados experimentais, o compêndio de Medicina Intensiva de 2004, da Associação Brasileira de Medicina Intensiva, em

seu capítulo 24, estabelece que, em pacientes intubados (que estejam sendo mecanicamente ventilados) as condições do ar insuflado devem estar entre 32 e 34 °C de temperatura, bem como entre 95 e 100 % de umidade relativa.

09

5 De forma rotineira, a interface utilizada entre a máquina (ventilador mecânico) e paciente é feita por tubos de silicone, por via de acesso nasal (nariz), oral (boca) e traqueostoma (traquéia). Tubos endotraqueais com balonete dos tubos traqueais infláveis exercem pressão significativa na parede endotraqueal. Essa pressão pode levar a um dano epitelial e diminuir a velocidade de transporte do muco traqueal, que é um índice de depuração mucociliar.

10 No indivíduo normal, o condicionamento do ar inspirado (aquecimento, umidificação e filtração) ocorre no trato respiratório superior. Quando utilizada a ventilação mecânica, as interfaces dos tubos influenciam de forma direta e indireta no sistema fisiológico normal do indivíduo. Assim, os ventiladores mecânicos possuem dispositivos com a finalidade de condicionar o ar insuflado

15 ao paciente. No entanto, esses dispositivos consistem apenas de uma base metálica que recebe calor, sobre a qual se cloca um copo com água. Com a produção de vapor d'água a partir do aquecimento do copo, fazendo o fluxo de ar passar sobre o copo, realiza-se a umidificação e aquecimento do ar insuflado. No entanto, não há um controle direto sobre o processo no ventilador. Portanto,

20 observam-se algumas dificuldades decorrentes do uso de tal sistema: o superaquecimento causa uma rejeição de calor importante para as vias aéreas do paciente e isto pode causar a hipertermia localizada, além de um consumo metabólico adicional no paciente para manter a normotermia geral de seu corpo, o que pode provocar disfunções protéicas, enzimáticas, cardíacas e respiratórias,

25 bem como retardo no processo de retirada do ventilador mecânico. Além disso, a válvula inspiratória/expiratória do gás que é conduzido ao paciente não é unidirecional, podendo provocar possíveis refluxos de ar. As máquinas existentes também não apresentam um termômetro que meça as temperaturas locais nos tubos das interfaces, e sim um termoscópio que apenas registra oscilações da

30 temperatura do ar de insuflamento. Desta forma, a temperatura do ar na saída do tubo que se conecta ao indivíduo não é controlada, o que, nos equipamentos convencionais em uso, comumente acarreta lesões endotraqueais, hipotermia,

10

hipertermia, e traumatismos do trato respiratório. A falta de controle da umidade relativa resultante do processo de umidificação provoca a condensação de água no sistema, o que leva a uma proliferação de germes e bactérias, hipersecretividade com formação de grande quantidade de secreções, formando

5 tampões mucosos de secreções, mais conhecidos como rolhas, que são responsáveis pela obstrução parcial ou total do tubo endotraqueal (duto que vai desde a cavidade oral até a Carina – parte final da traquéia), o qual conduz o ar insuflado pela máquina para os pulmões. Assim, é necessária uma higienização freqüente dos tubos para evitar traumas pulmonares.

10 Em suma, a perda excessiva de umidade e calor que pode ocorrer durante a ventilação mecânica predispõe os pacientes a sérios danos nas vias aéreas. A ventilação com gases secos e frios causa desordens das células epiteliais, aumento da viscosidade do muco e restrição da função mucociliar, cujas conseqüências clínicas são hipotermia, atelectasia e hipoxemia. Por outro

15 lado, super-umidificação ou ventilação com gases hiper-térmicos pode causar queimaduras traqueais, alterações nos tecidos superficiais das vias aéreas e desordens nas células epiteliais, cujas conseqüências clínicas são a hipertermia, hiponatremia, atelectasia e hipoxemia. Portanto, é de importância crucial monitorar com precisão o condicionamento do gás ventilatório, especialmente em

20 pacientes de unidade de terapia intensiva submetidos a tratamento prolongado de ventilação mecânica.

As possíveis soluções para os problemas técnicos apresentados, e que ocorrem nos ventiladores mecânicos existentes atualmente, devem necessariamente contemplar um melhor condicionamento dos gases insuflados

25 ao paciente. Para tanto, é necessário realizar controle simultâneo, em tempo real, da temperatura e da umidade relativa dos gases localmente nos tubos da interface que se conecta ao paciente.

Portanto, o objetivo da presente invenção é prever um equipamento de fácil aplicação diretamente na saída de ar insuflado dos ventiladores mecânicos

30 existentes. O aparelho proposto controla simultaneamente, em tempo real, a temperatura e umidade relativa do ar do tubo da interface máquina/homem no local de entrada no indivíduo dentro das faixas recomendadas pelo protocolo

médico. Em conseqüência, o aparelho busca evitar os inconvenientes pertinentes aos ventiladores mecânicos em uso atualmente, como por exemplo hipotermia, hipertermia, formação de tampão mucoso de secreção, lesões da árvore traqueobrônquica, degeneração citoplasmática nuclear, descamação celular, destruição ciliar, ulceração da mucosa, hiperemia, diminuição da complacência pulmonar, atelectasia, inflamações, cilioestase, e processos infecciosos generalizados.

Para melhor compreensão do presente dispositivo, é feita em seguida uma descrição detalhada do mesmo, fazendo-se referências aos desenhos anexos, onde a :

10 FIGURA 1, representa uma vista de topo do dispositivo, com corte plano no compartimento superior para visualização de componentes internos;

FIGURA 2, ilustra uma vista lateral esquerda do dispositivo, com corte plano no compartimento inferior para visualização de componentes internos;

FIGURA 3, ilustra uma vista lateral direita do dispositivo;

15 FIGURA 4, ilustra uma vista lateral anterior do dispositivo, e

FIGURA 5, ilustra uma vista lateral posterior do dispositivo.

De acordo com essas ilustrações e em seus pormenores, o dispositivo da presente Patente de Invenção, SISTEMA DE AQUECIMENTO E UMIDIFICAÇÃO DE AR PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA DE PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA, consiste de duas caixas de acrílico geminadas, divididas em caixa superior de aquecimento e umidificação (1), que realiza o condicionamento do ar que sai do ventilador mecânico, através dos controles de temperatura e umidade relativa do ar, via um termostato e um umidostato, respectivamente, e em caixa inferior reservatório de água (2), que armazena uma quantidade de água necessária para umidificar o ar insuflado ao paciente.

20 A caixa superior de aquecimento e umidificação (1), é um recipiente de acrílico, em formato de prisma retangular, que deve ser acoplada a prótese ventilatória mecânica. A caixa contém duas resistências elétricas (3), conectadas a fios elétricos (4), fixadas na parede posterior da caixa em uma janela de inspeção superior (5), para aquecimento do ar dentro da faixa preconizada de 32 a 34 °C, e controlada por um termostato (6), conectado a fios elétricos (7) cujo sensor de temperatura (8) é colocado no ponto de conexão com uma válvula

unidirecional (9) na saída de ar (10) do aparelho proposto, que leva o ar insuflado condicionado ao tubo de silicone que conduz o ar ao orifício de entrada no paciente. Em sua face esquerda, está localizado o orifício de entrada de ar (11) insuflado pelo equipamento de ventilação mecânica. Na mesma janela de inspeção superior (5) é fixado um tubo de cobre esguichador de água (12) perfurado ao longo de sua parede em uma linha reta lateral com quatro furos eqüidistantes, que tem a finalidade de aspensão da água de umidificação do ar que provém da caixa inferior reservatório de água (2). Um umidostato (13), conectado a fios elétricos (14), controla a umidade do ar insuflado através de um sensor de umidade relativa (15) colocado no ponto de conexão com uma válvula unidirecional (9) na saída de ar (10) do aparelho proposto, que leva o ar insuflado condicionado ao tubo de silicone que conduz o ar ao orifício de entrada no paciente, ao lado do sensor de temperatura (8) do termostato (6). Assim, as resistências elétricas (3) são acionadas pelo termostato em tempo real sempre que houver a necessidade de aquecer o ar insuflado pelo ventilador mecânico, para mantê-lo dentro da faixa preconizada de 32 a 34 °C de temperatura. Analogamente, o umidostato (13) aciona uma bomba submersa (16), conectada a fios elétricos (17), que bombeia água para a caixa superior de aquecimento e umidificação (1) sempre que houver a necessidade de umidificar o ar insuflado pelo ventilador mecânico, para mantê-lo dentro da faixa preconizada de 95 a 100 % de umidade relativa.

A caixa inferior reservatório de água (2), também em formato de prisma retangular, está acoplada à parte de baixo da caixa superior de aquecimento e umidificação (1), interligada com a mesma. Trata-se de um reservatório contendo água, que é acionado quando o umidostato (13) registra a necessidade de umidificar o ar. Isto é feito através de uma bomba submersa (16), que bombeia, pulveriza e recircula a água na caixa superior de aquecimento e umidificação (1), por onde passa o ar de suprimento ao paciente, através de um tubo plástico (18) conectado a um tubo de cobre esguichador de água (12). Há uma válvula unidirecional (filtro barreira) (9) colocada na saída da caixa para bloquear o possível refluxo de secreções endotraqueais, e permitir somente o fluxo de ar de suprimento ao paciente. Adicionalmente, dentro da água do reservatório, é

colocada uma resistência elétrica (19), conectada a fios elétricos (20), para aquecimento da água, também controlada pelo mesmo termostato (6) que controla o aquecimento do ar de insuflamento, a fim de que o ar insuflado seja mantido dentro da faixa preconizada de 32 a 34 °C de temperatura. A água do reservatório é mantida em um nível pré-estabelecido (21) através de um registro de entrada de água (22). Um registro de saída de água (23) permite o esvaziamento do reservatório de água, para limpeza e manutenção. Para limpeza e manutenção das duas caixas, utilizam-se a janela de inspeção superior (5) e uma janela de inspeção inferior (24).

10 Com base na descrição apresentada, fica claro como a presente invenção atinge os objetivos propostos. O aparelho controla através de um termostato (6) e de resistências elétricas (3, 19) a temperatura do ar insuflado pelo ventilador mecânico e a ser fornecido ao paciente. Ao mesmo tempo também realiza o controle da umidade relativa do ar insuflado pelo ventilador mecânico através do

15 esquichamento de água no fluxo de ar que passa através da caixa superior de aquecimento e umidificação (1). Ambos os controles, temperatura e umidade relativa, são feitos simultaneamente, em tempo real, a partir de medições dos valores dessas grandezas físicas no ponto de conexão com a válvula unidirecional (9) na saída de ar (10) do aparelho proposto, que leva o ar insuflado

20 devidamente condicionado ao tubo de silicone que conduz o ar ao orifício de entrada no paciente.

REIVINDICAÇÕES

- 5 1. SISTEMA DE AQUECIMENTO E UMIDIFICAÇÃO DE AR PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA DE PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA, para acoplamento a equipamentos de ventilação mecânica existentes (aparelhos de respiração artificial), caracterizado pelo fato de permitir a precisão no controle da temperatura e umidade relativas do ar insuflado para o interior dos pulmões do paciente internado na UNIDADE de terapia intensiva, UTI, construído em duas caixas geminadas de acrílico, ligadas entre si por tubos plásticos de transporte de fluidos e fios elétricos, portanto, de concepção simples, e de fácil acoplamento aos sistemas de ventilação mecânica atuais existentes em UTI de hospitais.
- 10
- 15 2. SISTEMA DE AQUECIMENTO E UMIDIFICAÇÃO DE AR PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA DE PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as duas caixas de acrílico geminadas são divididas em caixa superior de aquecimento e umidificação (1), que realiza o condicionamento do ar que sai do ventilador mecânico, através dos controles de temperatura e umidade relativa do ar, via um termostato e um umidostato, respectivamente, e em caixa inferior reservatório de água (2), que armazena uma quantidade de água necessária para umidificar o ar insuflado ao paciente.
- 20
- 25 3. SISTEMA DE AQUECIMENTO E UMIDIFICAÇÃO DE AR PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA DE PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato de que a caixa superior de aquecimento e umidificação (1), é um recipiente de acrílico, em formato de prisma retangular, contendo duas resistências elétricas (3), conectadas a fios elétricos (4), fixadas na parede posterior da caixa em uma janela de inspeção superior (5), e controlada por um termostato (6), conectado a fios elétricos (7) cujo sensor de temperatura (8) é colocado no ponto de conexão com uma válvula unidirecional (9) na saída de ar (10) do aparelho proposto, sendo que em sua face esquerda, está localizado o orifício de entrada de ar (11) insuflado pelo equipamento de ventilação mecânica, bem como na mesma janela de inspeção superior (5) é fixado um tubo de
- 30

cobre esguichador de água (12) perfurado ao longo de sua parede em uma linha reta lateral com quatro furos eqüidistantes.

- 5 4. SISTEMA DE AQUECIMENTO E UMIDIFICAÇÃO DE AR PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA DE PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato de que a caixa superior de aquecimento e umidificação (1) está ligada a um umidostato (13), conectado a fios elétricos (14), cujo sensor de umidade relativa (15) é colocado no ponto de conexão com uma válvula unidirecional (9) na saída de ar (10) do aparelho proposto. 15
- 10 5. SISTEMA DE AQUECIMENTO E UMIDIFICAÇÃO DE AR PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA DE PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato de que a caixa inferior reservatório de água (2), também em formato de prisma retangular, está acoplada à parte de baixo da caixa superior de aquecimento e umidificação (1), interligada com a mesma, contendo uma bomba submersa (16), que bombeia, pulveriza e recircula a água na caixa superior de aquecimento e umidificação (1), através de um tubo plástico (18) conectado a um tubo de cobre esguichador de água (12). 15
- 20 6. SISTEMA DE AQUECIMENTO E UMIDIFICAÇÃO DE AR PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA DE PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato de que há uma válvula unidirecional (filtro barreira) (9) colocada na saída de ar da caixa inferior reservatório de água (2).
- 25 7. SISTEMA DE AQUECIMENTO E UMIDIFICAÇÃO DE AR PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA DE PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato de que a caixa inferior reservatório de água (2) contém uma resistência elétrica (19), conectada a fios elétricos (20), submersa na água do reservatório, mantida em um nível pré-estabelecido (21) através de um registro de entrada de água (22). 30
8. SISTEMA DE AQUECIMENTO E UMIDIFICAÇÃO DE AR PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA DE PACIENTES DE UNIDADE DE TERAPIA

INTENSIVA, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato de que a caixa inferior reservatório de água (2) contém um registro de saída de água (23) e uma janela de inspeção inferior (24).

17

FIG. 3

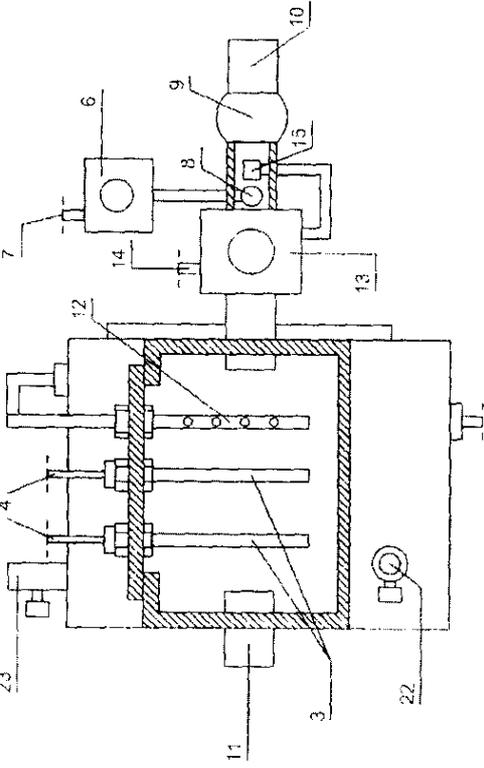
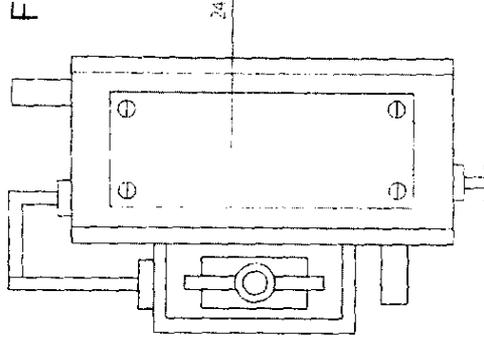


FIG. 1

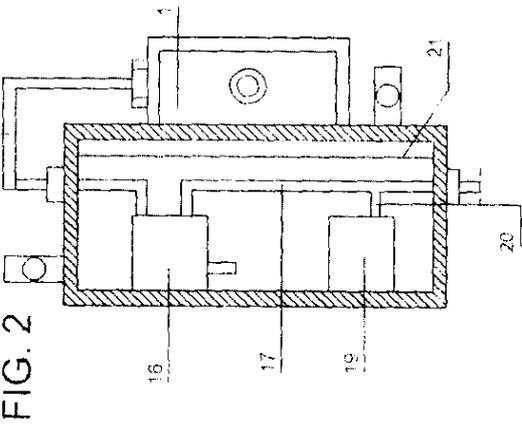


FIG. 2

FIG. 5

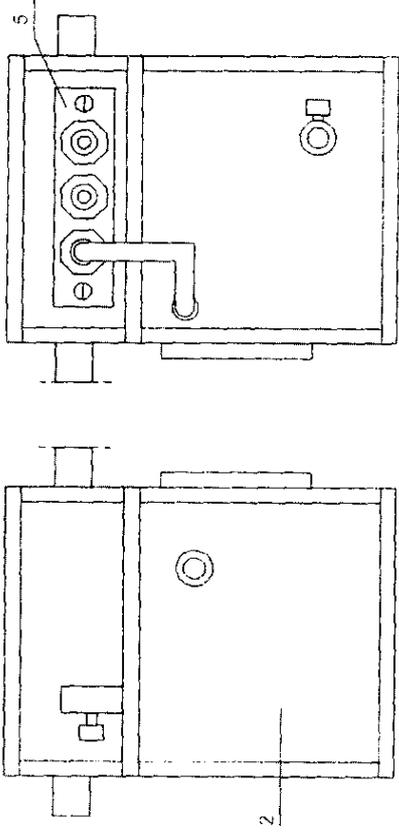


FIG. 4