

A EVOLUÇÃO DOS VENTILADORES PULMONARES

THE EVOLUTION OF PULMONARY FANS

Rodrigo de Freitas Frutuoso¹
Vinicius Tadeu Ramires²

RESUMO

Os equipamentos médico-hospitalares são necessários em hospitais nos dias atuais, alguns desses equipamentos merecem destaques por sua história, praticidade e tecnologia, um deles é o ventilador mecânico ou pulmonar. Ele é utilizado em conjunto com uma área da medicina chamada fisioterapia. O ventilador mecânico desde o início passou por grandes evoluções trazendo melhorias extremamente importantes facilitando a respiração e beneficiando os pacientes na recuperação pós trauma. Esse trabalho tem como objetivo demonstrar a evolução do ventilador mecânico no decorrer dos anos, até os dias atuais. É de caráter descritivo e bibliográfico, tendo como referência artigos, autores conceituados e manuais sobre os equipamentos. Com isso a evolução do aparelho de ventilação passou por diversas mudanças tanto na sua forma de construção com materiais de melhor qualidade e seu funcionamento trazendo melhorias primordiais para a medicina, facilitando a recuperação em menor tempo dos pacientes.

PALAVRA-CHAVE: Evolução Ventilação. Mecânica. Tecnologia dos ventiladores pulmonar. História dos ventiladores pulmonar

ABSTRACT

Medical-hospital equipment is needed in hospitals today, some of these devices deserve specialties because of their history, practicality and technology, one of them is the mechanical or pulmonary ventilator, it is used in conjunction with an area of medicine called physiotherapy. The mechanical ventilator from the outset has undergone great evolutions bringing extremely important improvements facilitating

¹Graduando do curso de Tecnologia em Sistemas Biomédicos (FATEC-Bauru).

²Tecnólogo em Saúde, Especialista em Engenharia Clínica, Mestre em Biotecnologia Médica e Professor do curso de Tecnologia em Sistemas Biomédicos da Faculdade de Tecnologia de Bauru – FATEC – Bauru.

the breathing and benefiting the patients in the post trauma recovery. This work aims to demonstrate the evolution of the mechanical fan over the years, to the present day. In which it is of a descriptive and bibliographic character, having as reference articles, authoritative authors and manuals on the equipment. With this, the evolution of the ventilation device has undergone several changes in both its construction with better quality materials and its operation, bringing major improvements to the medicine, facilitating the recovery in a shorter time of patients.

Keywords: Mechanical Ventilation .Evolution and Technology

INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica ou, como seria mais adequado chamarmos, o suporte ventilatório, consiste em um método de suporte para o tratamento de pacientes com insuficiência respiratória aguda ou crônica, até o momento em que o paciente possa assumir naturalmente a respiração espontânea.

No entanto, a ventilação pulmonar moderna data seu início aproximadamente 30 anos atrás. Graças a evolução da medicina acompanhada da evolução tecnológica, novas pesquisas foram realizadas e novos equipamentos foram desenvolvidos possibilitando assim a recuperação dos pacientes mais rapidamente.

A ventilação mecânica é aplicada em várias situações clínicas em que o paciente desenvolve insuficiência respiratória, sendo dessa forma, incapaz de manter valores adequados de oxigênio e dióxido de carbono sanguíneos, desta forma para o desenvolvimento do trabalho é imprescindível o conhecimento da ventilação espontânea.

Será descrito os tipos de ventiladores existente e os seus avanços, que permitindo criar gráficos das modalidades de ventilação para facilitar a operação do equipamento, avaliação e o tempo de recuperação dos pacientes.

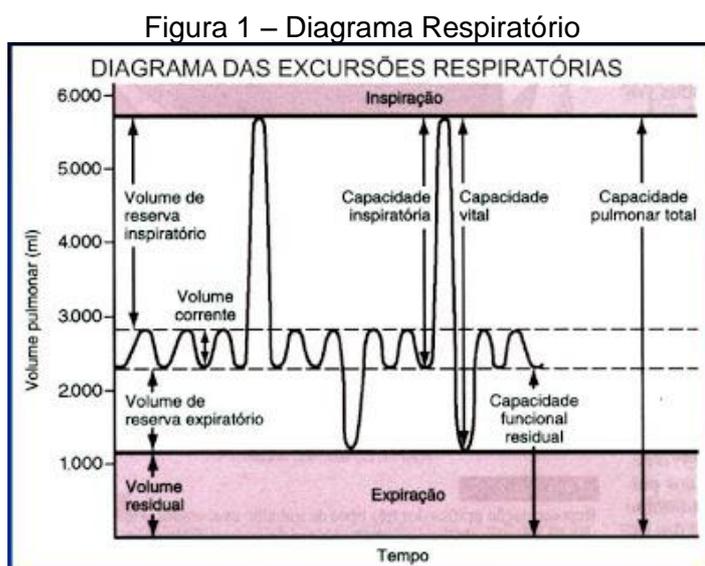
Nos dias de hoje classifica-se o suporte ventilatório em dois grandes grupos a ventilação mecânica invasiva e ventilação não invasiva. Nos dois casos a ventilação artificial é feita com a aplicação de pressão positiva nas vias aéreas. A diferença entre elas fica na forma de liberação de pressão, enquanto na ventilação invasiva utiliza-se uma prótese introduzida na via aérea com um tubo oro ou nasotraqueal

(menos comum) ou uma cânula de traqueostomia, na ventilação não invasiva, utiliza-se uma máscara como interface entre o paciente e o ventilador artificial.

VENTILAÇÃO ESPONTÂNEA

O sistema respiratório é formado por vias aéreas e pulmões, sendo as vias aéreas condutoras ou espaço morto anatômico têm como a finalidade de conduzir o ar do meio externo até os pulmões e vice-versa. Feitos através de movimentos respiratórios que são representados pela inspiração e expiração, a realização desses movimentos é feita com a participação fundamental do diafragma e dos músculos intercostais, esses músculos contraem-se e relaxam-se simultaneamente. Inspiração é o processo ativo onde o tórax aumenta e cria uma pressão negativa em relação ao meio externo permitindo a entrada de ar atmosférico com capacidade inspiratória de 3.500ml com variações da pressão dos alvéolos de -3 mmHg. Já na expiração e pressão positiva e essencialmente passiva devida a capacidade elástica dos pulmões com capacidade de 1.100ml com pressão dos alvéolos variado entre 3 mmHg. A respiração espontânea é normalmente de 5cm de água abaixo da pressão atmosférica (-5cm de água) ao final da expiração, embora possa diminuir até -10cm de água no início da inspiração (WEBSTER; JACOBSON, 1991).

Na figura 1 é possível identificar os volumes e capacidades pulmonares estáticos, no qual são constituídos:



Fonte: <http://fisioterapiahumbertocom.br/2010/02/volumes-e-capacidades-pulmonares.html>

O volume corrente (VC) é quantidade de ar que se movimenta em um ciclo respiratório normal em repouso, volume de ar que está entrando e saindo dos pulmão, cerca de 500ml. Este estágio ocorre em condições espontâneas da respiração (MISODOR, 2009).

No caso do volume de reserva inspiratório (VRI) é a quantidade de ar que pode entra nos pulmões após uma inspiração corrente e inspiração máxima chegando a 3000ml por volta de 45 a 50% da Capacidade Pulmonar Total (CPT) (MISODOR, 2009).

Pensando da mesma forma do volume de reserva expiratória (VRE) é a quantidade de ar que pode ser expirado voluntariamente a partir do Volume Corrente cerca de (1100ml) 15-20% da CPT, Volume Residual (VR) é simplesmente o volume de ar que fica nos pulmões após uma expiração máxima, cerca (1200ml) de 25-30 % da CPT (MISODOR, 2009).

Para a Capacidade Vital (CV) a quantidade do volume de ar mobilizado ativamente, e a quantidade de ar que passa pela sua boca entre uma inspiração máxima e uma expiração completa, que corresponde aos três volumes primários: VC, VRI, VRE junto chega 70-75% da CPT (MISODOR, 2009).

Já o volume de ar que permanece nos pulmões ao final de uma expiração normal e definido como capacidade funcional residual (CFR), ocorre no próprio valor da CFR, ou seja, é o ponto de equilíbrio entre as forças elásticas dos pulmões que forçam o colapamento pulmonar e as forças da caixa torácica a se expandir. No caso da capacidade inspiratório (CI) seu volume começa no final da expiração espontânea do nível de repouso passando pelo VC e VRI aproximadamente 50-55% da CPT e a cerca de 60 a 70% da CV. Somando todos os volumes e as capacidade de gás nos pulmões temos a capacidade pulmonar total (MISODOR, 2009).

Com a caracterização da função pulmonar fisiológica é possível entender o grau de complexidade da tecnologia envolvida com o suporte ventilatório mecanizado, de tal forma que somente através da evolução dos dispositivos e técnicas foi possível desenvolver novos e melhores equipamentos (CARVALHO; TOUFEN JUNIOR; FRANCA, 2007).

VENTILAÇÃO MECÂNICA

A ventilação mecânica se faz utilizando equipamentos, intermitentemente, insuflam as vias respiratórias com volumes de ar (volume corrente). O movimento do gás para dentro dos pulmões é feita a partir de um gradiente de pressão entre as vias aéreas superiores e o alvéolo (CARVALHO; TOUFEN JUNIOR; FRANCA, 2007).

Essa mistura gasosa é entregue ao paciente através de circuitos canulados de silicone, nos quais são compostos por cânulas ou tubos corrugados para a condução do ar, umidificadores, aquecedores, nebulizadores e filtros de bactérias (GONÇALVES,1991).

Na fase inspiratória é estabelecido um fluxo gasosos inspiratório quando existe um gradiente de pressão entre a entrada das vias aéreas e o alvéolos, através de geradores de fluxo ou de pressão (constante ou não). Já na fase expiratória a aspiração mecânica começa quando a válvula de exalação se abre, podendo a pressão retornar rapidamente a referência (atmosférica) ou lentamente, para fornecer resistência a expiração, no qual haverá um retardamento do fluxo gasoso. Pode ainda permanecer pressurizada em nível baixo para fornecer PRESSÃO POSITIVA EXPIRATORIA FINAL (PEEP). A expiração termina quando a pressão iguala-se ao PEEP, os pulmões permanecem pressurizados com volume de repouso aumentado (MILLER,1989).

Na VM e necessária se manter uma taxa arterial de oxigênio (PaO_2) adequada, a FiO_2 (concentração de oxigênio) para qualquer paciente que seja submetido a ventilação mecânica deve ser de 100%, no caso de falha no sistema o ventilador continua fornecendo ar atmosférico com concentração referente a $O_2=21\%$ (MILLER,1989).

Para volume corrente (VC) a quantidade de ar que deve ser proporcionada ao paciente a cada ciclo respiratório, pode ser calculado de acordo com o peso do paciente, possibilitando controlar a rapidez em que o ar será administrado, quanto maior o fluxo maior a velocidade que o volume corrente será proporcionado, o fluxo deve ficar entre 40 e 60 L/min. Com isso a quantidade de ciclos respiratórios feito em um minuto, são o resultado do tempo inspiratório (T_i) e o tempo expiratório (T_e). Podendo a frequência ser programada de acordo com a necessidade do indivíduo,

sendo reduzida até que o ventilador não seja mais responsável pelos disparos de cada ciclo (MILLER,1989).

Com isso a relação entre o tempo inspiratório e o tempo expiratório, são o valor normal de relação 1:2, podendo ser alterado de acordo com a necessidade do paciente, o tempo inspiratório não pode ser maior que o tempo expiratório.

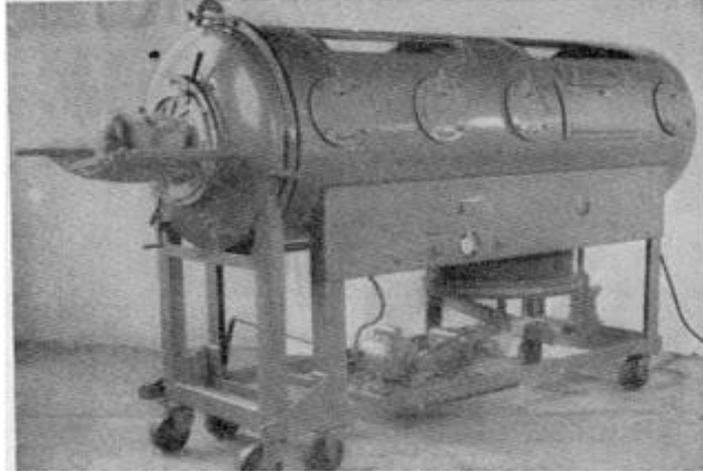
E necessário que a Pressão Positiva Expiratória final (PEEP) seja mantida para evitar o colapamento dos alvéolos, recomenda-se que fique em 5 cmH₂O quando for fazer a programação do equipamento, a pressão máxima na inspiração na caixa torácica, não deve ultrapassar o valor de 40cmH₂O. Onde o ventilador pode ser sensível ao nível de pressão (cmH₂O) ou fluxo (l/min) no qual determina o esforço do paciente para fazer o disparar do ciclo respiratório, possibilitando que o paciente entre conjunto com o equipamento nos disparos inspiratórios, quanto maior a sensibilidade, melhor a facilidade do paciente conseguir um disparo sozinho (CARVALHO; TOUFEN JUNIOR; FRANCA, 2007).

Assim, o princípio do ventilador mecânico é gerar um fluxo de gás que produza determinada variação de volume com variação de pressão associada. As variações possíveis para esta liberação de fluxo são enormes e, com o progresso dos ventiladores microprocessador, as formas de visualizar e controlar o fluxo, o volume e a pressão estão em constante melhorias.

OS PRIMEIROS VENTILADORES MECÂNICOS

Em meio a toda evolução tecnológica na área da saúde, os ventiladores podem ser divididos em três gerações, a primeira foram os pneumáticos e ciclados através de geração de gases, o segundo os eletrônicos e por último os microprocessado que logo foi feito uma junção com a informática que, por sua vez, permitiu ainda mais a interface com o usuário. Devido a um surto de poliomielite mais conhecida por paralisia infantil foi necessário elaborar uma terapia para os problemas respiratórios no Estados Unidos e na Europa entre os anos de 1930 e 1950 por isso houve a necessidade de um equipamento para o tratamento, então surgiu o ventilador de corpo inteiro ou pulmão de aço (figura 2) (VEGA; LUQUE, 2006).

Figura 2-Pulmão de Aço



Fonte: www.medicinaintensiva.com.br, 2006

O modo de funcionamento deste tipo de equipamento se baseava em gerar pressão negativa extratorácica para auxiliar a respiração não invasiva aos pacientes, mas com seu tamanho muito grande dificultava o acesso ao paciente ventilado, muito reclamava do desconforto e de dores, principalmente no pescoço por causas do colar de vedação e também de claustrofobia (VEGA; LUQUE, 2006).

A partir de 1953 os ventiladores de pressão negativa foram sendo abandonados, por sua falta de mobilidade e também porque não dava bons resultados. Já com pacientes tratados com pressão positiva os resultados eram melhores.

Na década de 1960 com os tratamentos com pressão positiva foi se tornaram mais eficientes com o uso das máscaras nasais e faciais e com a implantação dos microprocessadores em equipamentos possibilitou a interface e o sincronismo dos pacientes com o ventilador (figura 3).

Figura 3- Máscara nasal



Fonte: VEGA, 2006.

Forrest Bird, antes de criar o Bird Mark 7 (figura 7), foi piloto de avião na II Guerra Mundial, a sua experiência como piloto ele percebeu a necessidade de desenvolver um equipamento para facilitar a respiração dos pilotos durante os voos em grandes altitudes. Com apenas uma lata de café contendo dois ímãs conectados a um diafragma de borracha por meio de uma haste em uma válvula de liberação de gás e pequenos tubos para conexões com botão regulador, um manômetro de pressão nasceu o primeiro com o Bird Mark 7 (ARRUDA,2016).

Anos depois Barach, Cournand fez algumas modificações para chegar no modelo atual da época que ganhou projeção mundial pela sua simplicidade e facilidade no manuseio, apesar da tecnologia ter avançado com os diversos respirador micro processado, o Bird Mark 7 talvez ainda possa ser encontrado em algumas enfermarias e UTIs de muitos hospitais públicos e privados em nosso País (ARRUDA,2016).

Porém existia um grande receio por causa das suas limitações e simplicidade diante do avançado micro processado que chegava com suas fascinantes telas de cristais líquido, repletas de gráficos e números, além dos variados alarmes sonoros e dispositivos de segurança modernos.

Figura 4-Bird Mark 7



Fonte:www.google.com/imagens

Com a chegada dos ventiladores eletrônicos foi possível controlar o fluxo de gás e a pressão do ventilador por meios de válvulas eletromecânicas com maior sensibilidade e exatidão, permitindo criar um padrão de respiração muito flexível por meio de micro computadores com imagem na tela como a de um gráfico com curvas respiratórias (HI-TECH, 2009).

Figura 5-EV-A



Fonte: (JUNGEHULSING et al., 2014)

Nos anos seguintes surgiram os primeiros ventiladores neonatal Babylog 8000 com microcomputadores à válvulas para alteração rápida de fluxo de gás e escalas de medidas. Com a chegada do Evita 4 facilitando o ajuste com toque na tela dos monitores facilitando sua forma de operação, Com a tecnologia cada vez melhor em 2002 o Evita XL trouxe mais dados do paciente e sinais vitais em uma só interface de usuário, facilitando as tarefas diárias (JUNGEHULSING et al., 2014).

Figura 6-Evita XL



Fonte: (JUNGEHULSING et al., 2014)

FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO

Considerando o ventilador pulmonar como um equipamento que toma a energia de entrada e a converte, ou transmite, utilizando o sistema de controle para obter a saída desejada, utilizando vários componentes, funções e recursos que contribuem para o funcionamento (BRASIL, 2002).

ENERGIA DE ENTRADA

A energia necessária ao funcionamento do ventilador mecânico pode ser de duas formas: elétrica e pneumática. A energia elétrica para operação do ventilador é disponibilizada diretamente nos pontos e tomadas de alimentação do serviço de saúde, ou mediante baterias do tipo recarregáveis que possibilitam a operação do equipamento na falta de energia elétrica ou no transporte de paciente sob ventilação (WEBSTER; JACOBSON 2006).

Alguns ventiladores também podem ser acionados por meio de energia pneumática que em combinação com circuitos eletrônicos realizam a função de ventilação. A disponibilidade de oxigênio e ar comprimido por meio de redes de distribuição, ou por cilindros individuais, faz dos gases comprimidos uma alternativa de fonte de energia para o funcionamento de ventiladores mecânicos, ventiladores acionados pneumaticamente são muito úteis em salas de exames de ressonância

magnética, aparelhos de anestesia e no caso de transporte de pacientes (WEBSTER; JACOBSON ,2006).

SISTEMAS DE TRANSMISSÃO E CONVERSÃO DE ENERGIA

Os sistemas de transmissão e conversão de energia constituem os mecanismos responsáveis fornecer e controlar o fornecimento de gás ao paciente. Isso é obtido por meio de um conjunto de válvulas que são usadas para regular o fluxo de gás ao paciente (FORNAZIER et al.,2011).

MECANISMOS DE ACIONAMENTO

Embora existam diversos mecanismos de acionamento do equipamento, cada um empregando sua forma particular de gerar um padrão de pressão e fluxo para a respiração do paciente, a solução ideal é aquela que mimetiza a respiração fisiológica e restringe efeitos adversos. Na prática, existem duas categorias de mecanismos de acionamento: Aplicação direta de gás comprimido via válvula redutora de pressão. Aplicação indireta por meio de motor elétrico, ou compressor, quando o gás comprimido é utilizado para acionar o mecanismo do ventilador, sua pressão (força) é ajustada por meio de uma válvula redutora de pressão (WEBSTER; JACOBSON,2006).

SISTEMAS DE CONTROLE DE SAÍDA – VÁLVULAS

O sistema de controle de saída, mediante um conjunto de válvulas, tem por finalidade ajustar o fluxo de gás ao paciente. Nos primeiros modelos de ventiladores, essa função era primariamente desempenhada por uma válvula exalatória do tipo “liga/desliga”. Atualmente, os ventiladores microprocessador conseguem um controle preciso do fluxo de gás, o que não era possível nos equipamentos mais antigos. As válvulas empregadas nos sistemas de controle dos ventiladores atuais são basicamente de dois tipos: Válvulas pneumáticas de pistão ou eletromagnéticas, válvulas solenoide proporcionais, que controlam o fluxo de forma incremental, em vez de simplesmente interrompê-lo ou habilitá-lo (FORNAZIER et al.,2011).

UNIDADE CENTRAL DE CONTROLE

Os ventiladores pulmonares coordenam o fornecimento de gases baseados em quatro variáveis ou parâmetros: Fluxo, Volume, Tempo e Pressão. Dessa forma, o parâmetro de controle torna-se a variável que o ventilador manipula para criar a inspiração. Em princípio, se as variáveis de fluxo, volume, tempo ou pressão são individualmente programadas, as demais variáveis devem responder proporcionalmente (WEBSTER; JACOBSON, 2006).

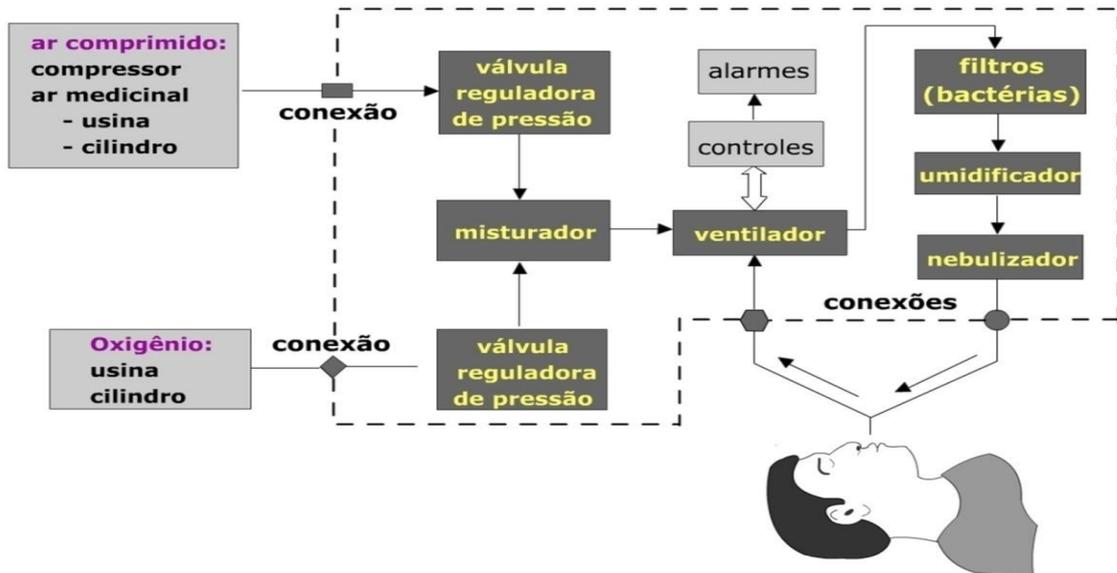
De forma geral, a variável de controle permanece constante, independente de alterações da resistência e complacência. No modo de operação em laço aberto, o operador seleciona a variável desejada (volume, pressão e fluxo) e observa o comportamento real do equipamento com base nas leituras dos dados reais. Em caso de necessidade de ajuste, o operador realiza as correções necessárias. Já em sistemas de laço fechado, a unidade de controle do equipamento analisa os dados utilizando sinais de retroalimentação e automaticamente modifica os controles de entrada com o objetivo de alcançar o valor de referência (WEBSTER; JACOBSON, 2006).

COMPONENTES BÁSICOS DO VENTILADOR MECÂNICO

Os componentes básicos de um equipamento de ventilação pulmonar podem ser observados em um diagrama em blocos na figura 7:

- a) Válvulas reguladoras de pressão;
- b) Misturador;
- c) Controles;
- d) Filtro de bactérias;
- e) Nebulizador;
- f) Umidificador;
- g) Válvula de exalação ou expiratória;
- h) Alarmes.

Figura 7- Diagrama de blocos de um ventilador pulmonar básico



FONTE: WEBSTER, JACOBSON 2006

Após ser feita a mistura gasosa no ventilador é entregue ao paciente através do circuito, que contém entre outros componentes, cânulas ou tubos corrugados para a condução do gás, umidificador, aquecedor, nebulizador e filtro de bactérias. O misturador de gás e as válvulas reguladoras de pressão, dependendo do tipo de equipamento, podem estar integrados no próprio aparelho, ou ser montadas na forma de acessórios do sistema (BUTTON, 2002).

VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESSÃO

As válvulas reguladoras de pressão são os elementos que fazem a regulação da pressão na entrada do ventilador, bem como dos gases entregues ao paciente. Os gases são fornecidos por meio de cilindros individuais ou redes de distribuição ligadas a centrais de ar comprimido e oxigênio que disponibilizam os gases medicinais a uma pressão normalmente compreendida na faixa de 6 a 8 kgf/cm². A válvula reguladora de entrada reduz a pressão para a faixa de 3,5 kgf/cm², que é o valor nominal empregado pela maioria dos ventiladores (FORNAZIER et al.,2011).

MISTURADOR

O misturador ou “*blender*” tem como objetivo fazer a mistura adequada de diferentes gases nas concentrações desejadas. Geralmente o misturador possui entradas para ar comprimido, oxigênio. A fração de oxigênio inspirado (FiO₂) pode ser ajustada na faixa de 21% a 100% para evitar hipoxemia e hipóxia do paciente (FORNAZIER et al.,2011).

CONTROLES

Os circuitos de controle são responsáveis pelos modos nos quais será ventilado o paciente os ventiladores possuem os seguintes controles principais: Pressão, Volume, Fluxo e Frequência Respiratória e relação entre tempo inspiratório e tempo expiratório, Sensibilidade, PEEP/CPAP (Pressão Positiva no Final da Expiração/ Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas) Pausa Inspiratória, Modalidade de Ventilação (ROMERO, 2006).

FILTRO DE BACTÉRIAS

O filtro de bactérias é usado para elevar a qualidade do ar entregue ao paciente e tem como objetivo evitar a contaminação bacteriológica do paciente. Deve ser o último componente a ser conectado antes do circuito das vias aéreas do paciente (FORNAZIER et al.,2011).

NEBULIZADOR

O nebulizador deve ser usado para administrar drogas pela via respiratória e na forma de aerossol, como por exemplo, bronco dilatadores (BUTTON, 2002).

UMIDIFICADOR

O umidificador é acoplado à saída do ventilador para acrescentar vapor d'água ao gás inspirado pelo paciente. É projetado para produzir quantidade máxima de vapor de água com quantidade mínima de partículas d'água. O umidificador é necessário na ventilação de pacientes por período prolongado com ar comprimido, ou gases de cilindro, e em salas com ar condicionado, por secreções brônquicas e alveolares mais secas que o normal (CARVALHO; TOUFEN JUNIOR; FRANCA, 2007).

A formação de secreções solidificadas pode afetar a resistência das vias aéreas ao fluxo gasoso. A umidificação é feita com água filtrada de preferência desmineralizada, que deve ser trocada periodicamente para evitar contaminação. Uma alternativa ao uso de umidificadores são os filtros trocadores de calor e umidade (HMEs), que se constituem em dispositivos colocados entre o tubo endotraqueal/traqueostomia e o conector em "Y" do circuito do ventilador (CARVALHO; TOUFEN JUNIOR; FRANCA, 2007).

Esses filtros são umidificadores de ação passiva, cujo princípio de funcionamento é o vazamento do vapor de água e calor proveniente do ar expirado num reservatório de grande superfície interna, mas com pouco volume e com várias membranas finas em paralelo que obrigam o ar expirado a se desacelerar e se chocar contra uma superfície tratada, favorecendo a condensação. O calor e a umidade são devolvidos na inspiração seguinte, com a passagem de gás em sentido contrário, preservando assim os níveis de água e aquecimento das vias aéreas do paciente. Tem como vantagens a redução da perda e da condensação de água no circuito, baixo custo, facilidade de uso, papel filtro microbiológico e a não utilização de energia (CARVALHO; TOUFEN JUNIOR; FRANCA, 2007).

VÁLVULA DE EXALAÇÃO OU EXPIRATÓRIA

O circuito do paciente possui válvulas que permitem que o gás exalado saia para a atmosfera ou para outro circuito fechado. Quando o ar é entregue ao paciente, a pressão positiva precisa forçar o pulmão a receber o ar e, portanto, é

necessário que a via usada para expiração do ar seja fechada. Essa válvula tem as funções de fechar o circuito de saída na inspiração e abrir o circuito de saída na expiração, essa válvula pode ser do tipo liga/desliga ou incremental (FORNAZIER et al.,2011).

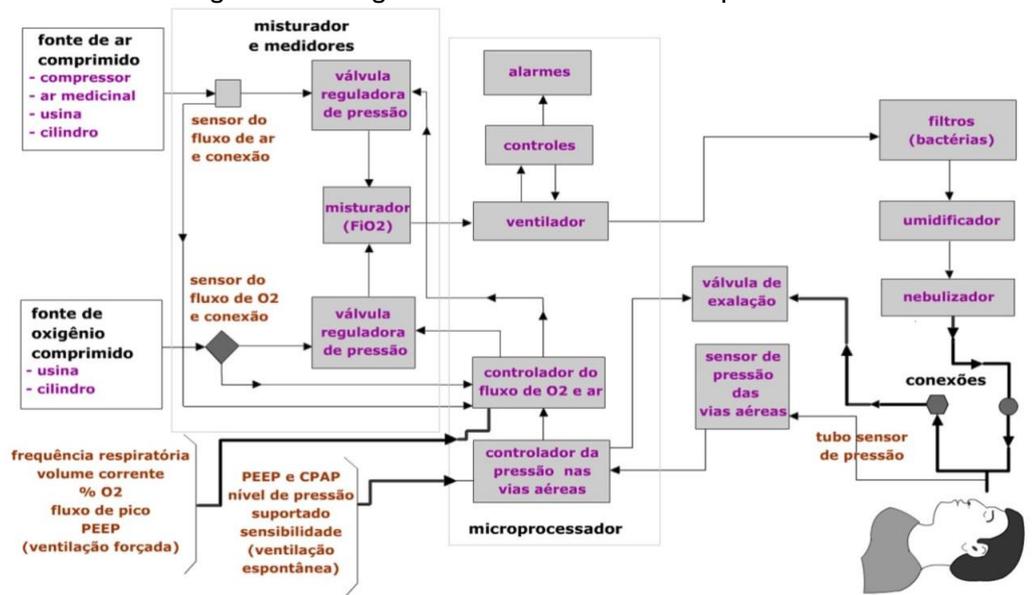
ALARMES

Os alarmes não devem ser permanentemente desabilitados, eles servem para monitorar problemas que podem ocorrer durante a operação do equipamento, todos os alarmes possuem limites pré-regulados ou programados. Os alarmes tem a seguinte ordem de prioridade que emitem um sinal de luz, sonoro e uma mensagem no visor indicando a causa e a solução possível (HI-TECH, 2009).

Os modelos mais modernos de ventiladores pulmonares são controlados por microprocessadores e possuem interface para conexão a computadores e, por meio desses, é possível monitorar e controlar diversos parâmetros, além de poder enviar e armazenar em uma sala de controle as medidas críticas, alarmes e dados sobre o procedimento. A Figura 08 Apresenta o diagrama em blocos de um ventilador microprocessador, que reúne uma ampla gama de modos de ventilação, controle e monitoração de parâmetros (BUTTON, 2002).

- a) Pressão máxima e mínima na via aérea;
- b) alto e baixo do volume corrente exalado;
- c) Alto e baixo de volume de minutos exalado.
- d) Porcentagem de oxigênio para o paciente, máximo e mínimo;
- e) Pressão contínua nas vias aéreas;
- f) Apneia com tempo ajustável;
- g) Taxa respiratória máxima;
- h) Perda PEEP;
- i) Fornecimento de gás;
- j) Falta de energia elétrica principal;
- k) Bateria fraca;
- l) Falha técnica.

Figura 08- Diagrama de ventilador micro processado



FONTE: BRASIL, Equipamentos médico-hospitalares e o gerenciamento da manutenção.

SISTEMA OPERACIONAL

O sistema operacional que regula as funções do microprocessador é projetado com algoritmos que impedem a execução de manobras que possam resultar em efeitos desfavoráveis, toda vez que o equipamento é ligado, as memórias RAM e EPROM são verificadas. Isso garante a integridade do sistema operacional (HI-TECH, 2009).

MANUTENÇÃO CORRETIVA E PREVENTIVA.

A manutenção corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho não esperado, ao efetuar uma correção em um equipamento que apresenta um defeito ou baixo desempenho diferente do esperado estamos realizando manutenção corretiva (CALIL ; TEIXEIRA, 1998).

Manutenção Preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado,

baseado em Intervalos definidos de tempo, procura evitar a ocorrência de falhas, ou seja, prevenir.

A manutenção preventiva é necessária para ampliar a vida útil do equipamento com a consequente redução dos custos e aumento da sua segurança e desempenho (CALIL; TEIXEIRA, 1998).

Podemos ter duas condições específicas que levam à manutenção corretiva:

Como nem sempre fabricantes fornecem dados precisos para os planos de manutenção preventiva, além das condições operacionais acaba influenciando de modo significativo na degradação dos equipamentos, e da periodicidade (CALIL e TEIXEIRA, 1998).

Numa situação ideal, seria melhor que os Equipamentos Médico Hospitalares fossem feita a troca das placas e peças de reposição durante manutenção preventiva, suas inspeções de rotina devem ser realizadas de acordo com protocolos dos fabricantes dos ventiladores e estabelecidos pela política de manutenção preventiva de cada hospital (CALIL ; TEIXEIRA, 1998).

Outro fator que impacta na usabilidade dos ventiladores é sua limpeza, uma vez que artigos hospitalares utilizados no equipamento são classificados como semicríticos, onde são todos aqueles que entram em contato com Mucosa íntegra colonizada, e geralmente não penetram em cavidades estéreis do corpo, portanto requerem desinfecção de alto nível ou esterilização para ter a garantia e segurança na reutilização (BRASIL, 2009).

Devem ser observados alguns cuidados na limpeza e desinfecção desses artigos, sendo que a escolha do método de processamento, desinfecção ou esterilização, depende da natureza dos materiais, os métodos para processamento das partes e acessórios dos equipamentos de ventilação mecânica, deve se leva em conta as especificações técnicas dos materiais, de acordo com as recomendações do fabricante, apresentadas no manual do equipamento, registrado na Anvisa (BRASIL, 2009).

Discussão

Para que toda tecnologia de ventilação pulmonar fosse aperfeiçoada de forma segura foi necessário o desenvolvimento da medicina em seus métodos diagnósticos e tratamentos contra as doenças, a eletrônica também contribuiu permitindo que fossem desenvolvidos componentes cada vez mais compactos permitindo construir placas eletrônicas, podendo incorporar várias funções aos equipamentos, proporcionando melhores cuidados ao paciente.

Outro fator que contribuiu foi o avanço das normatizações, onde a criação de padrões mínimos impulsionaram o desenvolvimento de equipamentos mais confiáveis.

CONCLUSÃO

Através da pesquisa pode-se observar que a evolução tecnológica dos ventiladores tem como uma grande importância nos tratamentos e possibilitando a intervenção e monitoração do paciente com grave insuficiência respiratória e também nas Unidades de Terapia Intensiva (UTI) com isso aumentando a segurança da ventilação. Mas com toda essa tecnologia vem também a dificuldade de como usar todas as funções e recursos dos equipamentos, por isso a importância de treinamentos cada vez mais. Dessa forma, acreditamos que a escolha de ventiladores mecânicos vai além da escolha de algumas características diferenciadas de cada equipamento. Ou seja, o preparo e treinamento da equipe têm papel fundamental, assim como o suporte e manutenção de forma correta e responsável que devem ser oferecidos pelos hospitais.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, L, FORREST BIRD: O piloto inventor do respirador artificial. **Nomes da Medicina**, Natal, v. 1, n. 1, p.1-2, maio 2016. Disponível em: <<http://hospitaldocoracao.com.br/wp-content/uploads/2016/01/FORREST-BIRD.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

BRASIL. Luís Fernando Aranha. Gerência Geral de Tecnologia em Serviços de Saúde (Org.). **Infecções do trato respiratório**: Orientações para prevenção de infecções relacionadas à assistência à saúde. Brasília: Anvisa, 2009. 27 p.

Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/controle/manual_trato respiratório \(HENRIQUE, 2016\) rio.pdf](http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/controle/manual_trato_respiratorio)>. Acesso em: 12 nov. 2017.

BUTTON, V. Ventiladores Pulmonares. In: CALIL, S.J. **Equipamentos Médico-Hospitalares**,2002.

BRASIL. Ministerio da Saúde .**Equipamentos médico-hospitalar e o gerenciamento da manutenção**. Basilia ,DF, 2002.1v

CARVALHO, C.R.R de; TOUFEN JUNIOR, C; FRANCA, S.A. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica: Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. São Paulo, jul. 2007. Suplemento 2, p. 54-70. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v33s2/a02v33s2.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2017.

CALIL, S.J.; TEIXEIRA, M. S. **Gerenciamento de Manutenção de Equipamentos Hospitalares**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP), 1998.

FORNAZIER, C. et al. **Abordagem de Vigilância Sanitária de Produtos para Saúde Comercializados no Brasil: Ventilador Pulmonar**. 3. ed. Brasília: **Boletim Informativo de Tecnovigilância**, 2011. Disponível em:

<[http://www.anvisa.gov.br/boletim_tecno/boletim_tecno_novembro_2011/PDF/Micros oft Word - BIT 4 VENT PULMONAR 2011 - MATRIZ_FINAL - 22112011.pdf](http://www.anvisa.gov.br/boletim_tecno/boletim_tecno_novembro_2011/PDF/Micros%20off%20Word%20-%20BIT%204%20VENT%20PULMONAR%202011%20-%20MATRIZ_FINAL%20-%2022112011.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2017.

GONÇALVES, J.L, **Terapia intensiva respiratória: Ventilação artificial**. Curitiba; Ed.Loviser,1991

HI-TECH, T. S. E. **Manual Técnico**, 01 maio 2009.

JUNGEHULSING, J. et al. **Como nos tornamos o que somos**. [S.l.]: drager +Wullenvever print+media Lubeck GmbH&Co.KG, 2014.

MILLER, R.D. **Tratado de anestesia**, São Paulo: Manoele, 1989, v1.

MISODOR. MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO EM PNEUMOLOGIA.

[misodor.com/INTRESPIRATORIO.php](http://www.misodor.com/INTRESPIRATORIO.php), 2009. Disponível em:

<<http://www.misodor.com/INTRESPIRATORIO.php>>. Acesso em: 01 Novembro 2017.

ROMERO, J. C. **Confiabilidade Metrológica de Ventiladores Pulmonares**. PUC-Rio de Janeiro. 2006.

VEGA, J. M; LUQUE, A. Ventilação Mecânica Não-Invasiva. In: SARMENTO, G.J.V., VEGA, J.M. e LOPES, N.S. **Fisioterapia em UTI – Avaliação e Procedimentos**. 1 ed. São Paulo: Atheneu, 2006.1v

WEBSTER, J; JACOBSON, B. **Medicine and clinical engeneering**,2006.