

Série Emergências de Bolso

Editor da Série: Hélio Penna Guimarães

ABC da Ventilação Mecânica

2ª Edição

Editores do volume

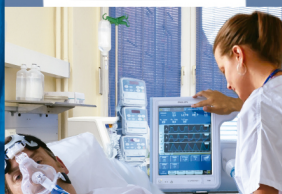
José Benedito Morato

Priscila Sandri

Hélio Penna Guimarães







ABRAMEDE
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MEDICINA DE EMERGÊNCIA

Atheneu

Série Emergências de Bolso

- Guia de Infarto Agudo do Miocárdio
- ABC da Ventilação Mecânica, 2ª edição

SÉRIE EMERGÊNCIAS DE BOLSO

EDITOR DA SÉRIE: Hélio Penna Guimarães

ABC da Ventilação Mecânica – 2ª Edição

Editores do volume

José Benedito Morato

Priscila Sandri

Hélio Penna Guimarães

ABRAMEDE
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MEDICINA DE EMERGÊNCIA

Onde cada segundo importa!

Atheneu

Rio de Janeiro • São Paulo

2021

EDITORA ATHENEU

São Paulo — Tel.: (11)2858-8750
E-mail: atheneu@atheneu.com.br

Rio de Janeiro — Rua Bambina, 74
Tel.: (21)3094-1295
E-mail: atheneu@atheneu.com.br

CAPA: Paulo Verardo
PRODUÇÃO EDITORIAL: MWS Design

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

A112
2. ed.

ABC da ventilação mecânica / editores do volume José Benedito Morato, Priscila Sandri, Hélio Penna Guimarães ; [coordenação] Hélio Penna Guimarães. - 2. ed. - Rio de Janeiro : Atheneu, 2021.
280 p. ; 18 cm. (Emergências de bolso)

Inclui bibliografia e índice
ISBN 978-65-5586-198-3

1. Respiradores (Medicina). 2. Respiração artificial. I. Morato, José Benedito. II. Sandri, Priscila. III. Guimarães, Hélio Penna. IV. Série.

21-71610 CDD: 615.8362
CDU: 615.816

Leandra Felix da Cruz Candido - Bibliotecária - CRB-7/6135
18/06/2021 21/06/2021

Morato, J. B.; Sandri, P.; Guimarães, H. P.
Emergências de Bolso – ABC da Ventilação Mecânica – 2ª Edição

© Direitos reservados à EDITORA ATHENEU – Rio de Janeiro, São Paulo, 2021.

Editor da Série

Hélio Penna Guimarães

Médico Especialista em Medicina de Emergência, Medicina Intensiva e Cardiologia. Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo – USP. Presidente da Associação Brasileira de Medicina de Emergência – ABRAMEDE – gestão 2020-2021. Médico do Departamento de Pacientes Graves do Hospital Israelita Albert Einstein – HIAE. Médico da Unidade Móvel de Emergência – UME – do HIAE. Professor Afiliado do Departamento de Medicina da Escola Paulista de Medicina – EPM-UNIFESP. Professor Titular de Medicina de Emergência e Medicina Intensiva do Centro Universitário São Camilo – SP.

Editores do Volume

José Benedito Morato

Médico Especialista em Pneumologia – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – Associação Médica Brasileira – SBPT-AMB e em Medicina Intensiva – Associação de Medicina Intensiva Brasileira – Associação Médica Brasileira – AMIB-AMB. Doutor em Pneumologia pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMUSP. Médico Instrutor do Centro de Ensino, Treinamento e Simulação do Hospital do Coração – HCor-CETES.

Priscila Sandri

Fisioterapeuta Especialista em Clínica Médica pela Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo – EPM-UNIFESP. Fisioterapeuta Especialista em Terapia Intensiva Adulto – Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva – ASSOBRAFIR. Instrutora do Centro de Ensino, Treinamento e Simulação do Hospital do Coração – HCor-CETES.

Hélio Penna Guimarães

Médico Especialista em Medicina de Emergência, Medicina Intensiva e Cardiologia. Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo – USP. Presidente da Associação Brasileira de Medicina de Emergência – ABRAMEDE – gestão 2020-2021. Médico do Departamento de Pacientes Graves do Hospital Israelita Albert Einstein – HIAE. Médico da Unidade Móvel de Emergência – UME – do Hospital Israelita Albert Einstein – HIAE. Professor Afiliado do Departamento de Medicina da Escola Paulista de Medicina – EPM-UNIFESP. Professor Titular de Medicina de Emergência e Medicina Intensiva do Centro Universitário São Camilo – SP.

Colaboradores

Elaine Cristina Pereira

Fisioterapeuta graduada pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP. Especialista em Fisioterapia em Clínica Médica – Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP. Mestre pela Disciplina de Pneumologia da UNIFESP. Fisioterapeuta do Setor de Internação do Instituto do Câncer do Estado de São Paulo – ICESP. Instrutora do Centro de Ensino, Treinamento e Simulação do Hospital do Coração – CETES-HCor

Erica Aranha Suzumura

Graduada em Fisioterapia pela Universidade Estadual de Londrina – UEL. Especialista em Fisioterapia Cardiovascular Funcional pelo Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia – IDPC. Mestranda pelo Departamento de Medicina Preventiva da Universidade de São Paulo – FMUSP. Pesquisadora do Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital do Coração – IEP-HCor. Instrutora do Centro de Ensino, Treinamento e Simulação do Hospital do Coração – CETES-HCor. Gestora do curso SAFE – Simulação Aplicada à Fisioterapia nas Emergências pelo CETES-HCor

Karina Normilio-Silva

Graduada em Fisioterapia e Especialista em Fisioterapia em Hospital de Emergência da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo – FMRP-USP. Pesquisadora do Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital do Coração – IEP-HCor, integrante do Grupo de Pesquisa Clínica do Instituto do Câncer do Estado de São Paulo – Octavio Frias de Oliveira – ICESP. Instrutora do Centro de Ensino, Treinamento e Simulação do Hospital do Coração – CETES-HCor. Mestranda pelo Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMUSP

Lígia Nasi Laranjeira

Fisioterapeuta graduada pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas – PUCC. Especialista em Fisioterapia Cardiovascular Funcional pelo Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia – IDPC. Pesquisadora do Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital do Coração – IEP-HCor. Instrutora do Centro de Ensino, Treinamento e Simulação do Hospital do Coração – CETES-HCor. Gestora do curso SAFE – Simulação Aplicada à Fisioterapia nas Emergências pelo CETES-HCor

Marcela Salvador Galassi

Graduada em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Especialista em Clínica Médica pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP. Mestranda do Departamento de Pediatria da UNIFESP. Fisioterapeuta da Unidade de Pacientes Graves do Hospital Israelita Albert Einstein – HIAE. Instrutora do Centro de Ensino, Treinamento e Simulação do Hospital do Coração – CETES-HCor

Dedicatórias

A todos os que se dedicam a cuidar dos pacientes gravemente enfermos nos Departamentos de Emergência e Unidades de Terapia Intensiva de todo o país. Vivemos tempos áridos e sombrios. O nosso especial respeito e agradecimento por seu valoroso e incansável trabalho! Que todo labor, suor, dedicação e privação sejam recompensados no fim de sua jornada.

A todos os familiares dos profissionais da saúde que compartilham nossa angústia e cansaço. Vocês são o amparo e a tranquilidade que precisamos.

A todos que perderam um familiar, amigo ou ente querido durante a pandemia da COVID-19: nosso sincero respeito.

À Editora Atheneu, por sua contínua parceria e dedicação na conclusão de mais uma obra.

Os Autores

Apresentação da Série

A *Série Emergências de Bolso* tem por finalidade propiciar a publicação de guias de rápida consulta, aperfeiçoar a inserção de protocolos clínicos, solucionar dúvidas pontuais e orientar passos na vasta área do conhecimento da Medicina de Urgência e Emergência.

A Série não tem a intenção de substituir os livros-texto robustos e completos, como os manuais ou tratados mas, como bem diz o seu próprio título, tem o firme propósito de ser um sólida companheira dos plantões, inserida nos bolsos dos jalecos e *scrubs*, e pronta a dar suporte diário necessário para as fundamentais dúvidas práticas de "beira-leito".

Editor da Série

Prefácio

Este livro surgiu do convívio diário com inúmeros colegas médicos, fisioterapeutas e enfermeiros nas UTIs e nos Departamentos de Emergência em que trabalhamos. Muitos nos referiam sobre as inúmeras horas de estudo já dedicadas, a dificuldade de entender/operacionalizar a "temida" ventilação mecânica e compreender seu "*ventilês*" peculiar.

A sensação de se sentir Édipo frente à esfinge, prestes a ser devorado, ou Davi frente a Golias, trêmulo diante do desafio, como nos confidenciou um colega, em tom de anedota, bloqueia o aprendizado desse procedimento tão fundamental para a prática da Medicina de Urgência e Emergência e da Medicina Intensiva.

Este livro é nossa pequena contribuição na tentativa de tornar a "travessia do deserto… menos árida possível". A ideia do "ABC" surge como a criação de um mapa inicial com a pretensão de amenizar as angústias e "exorcizar" medos da ventilação mecânica, tornando este pequeno guia uma fonte de apoio prático para os seus primeiros estudos e passos na ventilação mecânica.

Vivemos tempo desoladores. Nunca a VENTILAÇÃO MECÂNICA foi tão valorizada e necessária.

A segunda edição foi inteiramente revisada e ampliada.

Esperamos que o nosso livro possa auxiliar o aprendizado e reduzir as suas dúvidas. Bons estudos!

Sumário

Capítulo 1 – Dicionário "*Ventilês*-Português", 1

Introdução, 2

Capítulo 2 – Ciclo Respiratório, 7

Introdução, 8

Capítulo 3 – Ajustes Iniciais, 11

Introdução, 12
Fração Inspirada de Oxigênio (FiO_2), 13
Frequência Respiratória, 18
PEEP, 20
Sensibilidade, 22
Volume Corrente, 23
Volume-minuto, 27
Disparo, 29
Relação Inspiração/Expiração, 31

Capítulo 4 – Componentes do Circuito e Rede de Gases, 33

Componentes do Circuito – Introdução, 34
Componentes da Rede de Gases, 40

Capítulo 5 – Como Montar e Ligar o Ventilador Mecânico, 43

Introdução, 44

Pulmão-Teste, 49
Fluxograma de como Ligar e Montar o Ventilador, 50

Capítulo 6 – Alarmes, 51

Introdução, 52
Pressão Máxima de Via Aérea, 53
Desconexão, 55
Apneia, 56
Volume Corrente Mínimo, 58
Volume Corrente Máximo, 60
Volume-minuto Mínimo, 62
Volume-minuto Máximo, 65

Capítulo 7 – Modos Ventilatórios, 69

Introdução, 70
Modo Limitado a Volume (VCV), 71
Modo Limitado à Pressão (PCV), 81

Capítulo 8 – Modalidades Ventilatórias, 89

Introdução, 90
Modalidade Controlada (CMV), 91
Modalidade Assistido/Controlada (A/C), 93
Ventilação em Pressão de Suporte (PSV), 103
Ventilação Mandatória Intermitente Sincronizada, 110

Capítulo 9 – Interpretação de Gráficos, 121

Introdução, 122
Gráfico Pressão/Tempo, 123
Gráfico Fluxo/Tempo, 126
Curva Volume/Tempo, 130

Capítulo 10 – Assincronias, 133

Introdução, 134
Disparo Ineficaz, 136
Duplo Disparo, 138
Autodisparo, 140

Capítulo 11 – Mecânica Ventilatória, 143

Introdução, 144
Pressão de Platô, 145
Complacência Estática, 148
Complacência Dinâmica, 151
Resistência, 153
Auto-PEEP, 157
Efeitos Hemodinâmicos, 163
Driving Pressure, 165

Capítulo 12 – Procedimentos Gerais, 169

Nebulização, 170
Cuidados com o Balonete, 176

Capítulo 13 – Como Ventilar, 179

Introdução, 180
Como Ventilar Pacientes “Normais”, 182
Como Ventilar Pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), 185
Como Ventilar Pacientes com Asma, 189
Como Ventilar Pacientes com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), 192

Capítulo 14 – Como Pronar um Paciente, 199

Introdução, 200

Efeitos Fisiológicos, 201
Indicações, 203
Contraindicações, 204
Procedimento, 209
Manobra, 224
Complicações, 225
Parada Cardiorrespiratória (PCR), 226
Considerações, 229
Conclusão, 231

Capítulo 15 – Como Ventilar Pacientes com COVID-19, 233

Introdução, 234
Princípio, 235
Fundamento, 236

Bibliografia Recomendada, 243

Índice Remissivo, 249

Capítulo 1

Dicionário “*Ventilês*-Português”

Introdução

Para compreender o processo da ventilação mecânica, é necessário familiaridade com alguns termos de uso diário:

• **Auto-PEEP ou PEEP intrínseca:** pressão ou estresse gerados de maneira patológica pelo volume de ar aprisionado nos alvéolos. A ocorrência desse fenômeno é observada principalmente em decorrência do tempo expiratório insuficiente para o esvaziamento alveolar. Observamos sua ocorrência, principalmente, em pacientes com doenças obstrutivas (asma, DPOC).

• **Ciclagem:** é a passagem da fase inspiratória para a fase expiratória.

• **Complacência:** modo que o parênquima pulmonar consegue acomodar o volume de ar que entra nos pulmões a cada ciclo respiratório, ou seja, a capacidade de distender quando insuflado. Quando a complacência é baixa, inferimos que o pulmão é mais "rígido ou duro", ou seja, reage mal a pressão inspiratória ofertada.

• **Desmame:** refere-se ao processo de transição da ventilação artificial para a espontânea nos pacientes que perma-

necem em ventilação mecânica invasiva por tempo superior a 24 horas.

• **Disparo:** é a transição da face expiratória para a fase inspiratória.

• ***Drive* respiratório:** representa o estímulo do centro respiratório, ou seja, o comando cerebral dado para a musculatura respiratória. O estímulo ou *drive* respiratório é um dos reflexos mais básicos e importantes do tronco cerebral. Alterações do *drive* respiratório podem ser observadas nos padrões anormais de respiração*: Cheyne-Stokes, Kussmaul, Biot*, dentre outras.

• **Fração inspirada de oxigênio (FiO_2):** concentração ou teor de oxigênio ofertado ao paciente.

• **Modalidades ventilatórias:** é o modo pelo qual os ciclos ventilatórios serão disponibilizados pelo ventilador. Assistido-controlado, SIMV, Pressão de Suporte, etc. Ver adiante.

• **Modo ventilatório:** é a maneira pela qual serão controlados os ciclos ventilatórios. Ser ou não ser... Pressão ou Volume... eis a questão...

• **Onda de fluxo:** pode ser traduzida, de um modo grosseiro, como a aceleração necessária para atingir a taxa de fluxo ajustada.

• **Onda de fluxo desacelerada:** aceleração inicial mais intensa no início e que se reduz ao longo da fase inspiratória. Ver adiante.

• **Onda de fluxo quadrada:** aceleração constante ao longo de todo a fase inspiratória. Ver adiante.

• **PaO_2**: é a pressão parcial ou "quantidade" de oxigênio dissolvida no sangue arterial (hemoglobina e plasma). O valor normal, para pacientes adultos, é de 80 a 100 mmHg ao nível do mar, lembramos que a PaO_2 sofre variação com a idade. O cálculo da PaO_2 ideal ou estimada para determinado paciente será exposto posteriormente.

• **Pausa inspiratória ou PAUSA INSP ou *Insp Hold:*** é a aplicação de uma pausa ao fim da fase inspiratória, por meio do acionamento de uma tecla específica (ver manual do ventilador). Pode ser de modo manual (intermitente) ou automática (todo ciclo respiratório). Essa manobra permite a aferição da pressão de platô.

• **PEEP ou PEEP extrínseca:** pressão positiva no final da expiração. Aplicada por meio do ajuste da tecla específica. A válvula expiratória gera resistência durante a fase expiratória (desculpem o pleonasmo). Tem como objetivos promover a abertura de unidades pulmonares mal ventiladas e melhorar a oxigenação/troca gasosa. O ajuste deve ser individualizado de acordo com a patologia/condição clínica.

• **Pressão de pico:** ponto mais alto de pressão atingido na via aérea durante o ciclo respiratório. **Parâmetro de alerta. Deve ser mantida abaixo de 40 cmH_2O.**

• **Pressão de platô:** é a pressão ou tensão aplicada às pequenas vias aéreas e alvéolos, durante a fase inspiratória da ventilação mecânica, sua medida é facilmente realizada

por meio da aplicação de uma pausa inspiratória. **Parâmetro de alerta. Deve ser mantida abaixo de 35 cmH_2O.**

• **PRONA:** é o posicionamento de pacientes com hipoxemia grave em decúbito ventral. O objetivo da posição é reduzir a pressão hidrostática no pulmão dorsal e, assim, obter a melhora da troca gasosa e redução da lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica.

• **Recrutamento:** consiste em aumentar a pressão transpulmonar (pressão controlada e PEEP) de modo breve e controlado, com a finalidade de reabertura de alvéolos previamente colapsados.

• **Relação inspiração/expiração:** é a composição ou divisão dos tempos das partes do ciclo respiratório, quanto do ciclo é dedicado à inspiração e à expiração (ver adiante).

• **Resistência:** é a propriedade das vias aéreas em resistir à entrada ou saída do ar, ou seja, pacientes com aumento da resistência das vias aéreas apresentam maior trabalho muscular, gasto energético e tempo total da ventilação mecânica.

• **Sensibilidade:** é a força mínima ou "sinalização" que o paciente deve gerar para que o ventilador perceba sua necessidade de respirar.

• **Taxa de fluxo:** velocidade de entrada do ar durante a inspiração. Pode ser ajustada pelo operador (modo VCV, ver adiante) ou variável (modo PCV, ver adiante).

• **Toxicidade relacionada com o oxigênio:** efeitos adversos ao uso de altas concentrações de oxigênio (FiO_2 > 0,60 ou 60%).

• **Trabalho muscular respiratório:** representa o gasto energético durante a respiração. O movimento dos músculos respiratórios (diafragma, músculos intercostais internos/externos e acessórios) gera consumo de glicose e oxigênio. O uso intenso da musculatura respiratória pode gerar metabolismo anaeróbio, fadiga e consequentemente insuficiência respiratória.

• **Volume-minuto:** é a quantidade de gás que circula em um minuto dentro dos pulmões; nada mais é do que o volume corrente × frequência respiratória.

• **Volume corrente expiratório:** é a quantidade de gás que sai (expiração) dos pulmões a cada ciclo respiratório.

• **Volume corrente inspiratório:** é a quantidade de gás que entra (inspiração) nos pulmões a cada ciclo respiratório.

• **Volutrauma:** lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica. Secundária à insuflação pulmonar excessiva e hiperdistensão alveolar localizada ou generalizada.