GUIMARÃES – BORGES



ECMO

Manual para Equipe Multiprofissional em Adulto

Editores

Vanessa Alves Guimarães Borges

Erickson Borges Santos

AMIB ASSOCIAÇÃO DE MEDICINA INTENSIVA BRASILEIRA

Atheneu

MATERIAL PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

ECMO

Manual para Equipe Multiprofissional em Adulto

MATERIAL PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS


SAL
SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO LEITOR
Tel.: 08000267753
www.atheneu.com.br
(21) 99165-6798 Facebook.com/editoraatheneu Twitter.com/editoraatheneu Youtube.com/atheneueditora

ECMO
Manual para Equipe Multiprofissional em Adulto

Vanessa Alves Guimarães Borges

Coordenadora da Cardiologia Pediátrica do Hospital Sírio-Libanês (São Paulo). Médica da Cardiologia Pediátrica e do Transplante Cardíaco Pediátrico do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor-HCFMUSP). Coordenadora da Pós-graduação em Cardiointensivismo Pediátrico e da Pós-graduação em Cardiologia Pediátrica do Cetrus Ensino Médico. Pós-graduada em Cardio-oncologia e Pesquisa Clínica pela Galen Academy – UNIFENAS. Pós-graduada em Gestão em Saúde pelo Instituto Sírio-Libanês de Ensino e Pesquisa. ECLS Specialist pelo Stollery Children's Hospital (Edmonton, Alberta, Canadá). Revisora do periódico Cardiology in the Young (Cambridge, Inglaterra). Especialista em Cardiologia Pediátrica e Terapia Intensiva Cirúrgica pelo InCor-HCFMUSP. Especialista em Pediatria pela Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP).
Autora de quatro livros da Série CardioHumanização.

Erickson Borges Santos

Fisioterapeuta do Hospital Sírio-Libanês. Professor convidado da Faculdade Sírio-Libanês. Graduado em Fisioterapia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Especialização e Aprimoramento em Fisioterapia Cardiorrespiratória pelo Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor-HCFMUSP). MBA em Gestão de Negócios pela Universidade de São Paulo (USP). Doutor e Mestre em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).

MATERIAL PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

AMIB
ASSOCIAÇÃO DE MEDICINA INTENSIVA BRASILEIRA

Atheneu
Rio de Janeiro • São Paulo
2026

EDITORA ATHENEU

São Paulo — Rua Maria Paula, 123 – 13º andar
Conjuntos 133 e 134
Tel.: (11) 2858-8750
E-mail: atheneu@atheneu.com.br

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

Pré-Produção e Produção Gráfica: Equipe Atheneu

Capa: Paulo Verardo

Produção Editorial: RDL Produção Editorial

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

B73e

Borges, Vanessa Alves Guimarães
ECMO : manual para equipe multiprofissional em adulto / Vanessa Alves Guimarães Borges, Erickson Borges. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Atheneu, 2026.
24 cm.

Inclui bibliografia e índice
ISBN 978-85-388-1271-5

1. Emergências respiratórias - Manuais, guias, etc. 2. Tratamento intensivo respiratório - Manuais, guias, etc. 3. Oxigenação por membrana extracorpórea - Manuais, guias, etc. I. Borges, Erickson. II. Título.

CDD: 615.836
26-104562.1 CDU: 615.816

Meri Gleice Rodrigues de Souza - Bibliotecária - CRB-7/6439

10/04/2026 13/04/2026

MATERIAL PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

Borges VAG, Santos EB
ECMO – Manual para Equipe Multiprofissional em Adulto

©Direitos reservados à EDITORA ATHENEU – Rio de Janeiro, São Paulo, 2026.

1

Oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO): história e epidemiologia

Vanessa Alves Guimarães Borges
Erickson Borges Santos
Filomena Regina Barbosa Gomes Galas
Roberto Kalil Filho

MATERIAL PROTEGIDO POR DIREITOS A

Histórico da ECMO

Os fundamentos da ECMO (*extracoropreal membrane oxygenation*) remontam à máquina coração-pulmão desenvolvida por John Gibbon, que realizou a primeira cirurgia cardíaca bem-sucedida utilizando circulação extracorpórea, em 1953. Após duas décadas de desenvolvimento de protótipos, juntamente com sua esposa, Mary Gibbon, e após obter êxito em experimentos com gatos, em 6 de maio de 1953, o Dr. Gibbon realizou sua primeira operação exitosa utilizando um circuito extracorpóreo em uma jovem de 18 anos, portadora de comunicação interatrial.

Em decorrência da interface direta entre o sangue e o oxigênio, o risco de complicações como hemólise, trombocitopenia e hemorragia era extremamente elevado quando o tempo de utilização ultrapassa duas horas. Durante os anos seguintes, foram desenvolvidas membranas que permitissem a troca gasosa por difusão, substituindo os sistemas de bolha, responsáveis pela lesão hemolítica. Esse avanço possibilitou que a oxigenação extracorpórea se tornasse mais previsível, mais durável e menos agressiva ao paciente.

Entre as décadas de 1960 e 1980, a engenharia biomédica aprimorou os sistemas de membranas, inicialmente com silicone e, posteriormente, com estruturas espirais (*coil*). Em paralelo, o desenvolvimento de bombas centrífugas reduziu a cavitação e a hemólise, trazendo maior segurança ao uso prolongado. Outro avanço crucial foi o surgimento de revestimentos biocompatíveis (heparina e heparinoides), que

diminuíram significativamente a trombogenicidade e possibilitaram períodos mais longos de suporte extracorpóreo.

Com a combinação desses elementos — melhores membranas, bombas mais estáveis e circuitos menos reativos — tornou-se possível considerar o uso clínico prolongado. Em 1971, Donald Hill obteve sucesso ao utilizar um circuito extracorpóreo com um oxigenador, durante trinta e seis horas. O equipamento foi projetado para suporte a um paciente jovem, vítima de trauma, com insuficiência respiratória, tornando-o o primeiro ser humano a sobreviver com ECMO. Em 1975, Robert Bartlett e sua equipe realizaram a primeira utilização de ECMO em uma recém-nascida, chamada Esperanza Pineda, diagnosticada com atresia da artéria pulmonar com persistência da circulação fetal e em insuficiência respiratória no momento do parto. A experiência foi bem-sucedida e, desde então, centenas de casos semelhantes foram tratados com sucesso, alcançando uma taxa de sobrevivência de 80%, o que contribui para estabelecer a ECMO como padrão nos principais centros pediátricos.

Epidemiologia

Criada em 1989, a *Extracorporeal Life Support Organization* (ELSO) mantém o maior registro mundial de oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) em termos de volume, participação de centros e abrangência internacional. Entre as funções da ELSO estão o aprimoramento da comunicação, o desenvolvimento de diretrizes para ECMO e a manutenção de um registro de casos.

Em 2005, foi publicada a primeira grande série de casos advinda dos registros da ELSO, na qual foram compilados dados de mais de 30.000 pacientes. A maioria dos pacientes incluídos nesse registro era composta por neonatos com insuficiência respiratória decorrente de aspiração de mecônio, hipertensão pulmonar persistente ou hérnia diafragmática congênita.

Historicamente, na América Latina, a ECMO esteve fortemente associada à cirurgia cardíaca; entretanto, após o surto de H1N1, ocorrido em 2009, outras especialidades, principalmente intensivistas clínicos, demonstraram grande interesse em aprender a utilizar essa terapia em sua prática diária. Durante a pandemia da Covid-19, iniciada em 2019, diante da significativa quantidade de casos que evoluíram para a forma mais grave da doença, caracterizada pela síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA), a ECMO estabeleceu-se como opção para os casos refratários, após esgotadas as opções terapêuticas convencionais (tratamento medicamentoso e ventilação mecânica invasiva).

O primeiro relato da ELSO referente aos casos de Covid-19 foi formado por uma amostra de 1.035 pacientes, no início de 2020, com taxa de mortalidade em 90 dias de 37%. No registro mais recente, publicado em 2024, foram divulgados dados de mais de 200.000 pacientes que receberam ECMO para insuficiência respiratória refratária, insuficiência cardíaca ou ambas. Dessa população, mais de 100.000 pacientes receberam alta hospitalar com vida nos centros participantes da ELSO.

MATERIAL PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

No Brasil, a primeira série de casos sobre o uso de ECMO foi publicada em 2008. Atualmente, segundo a Extracorporeal Life Support Organization (ELSO), o Brasil possui 30 centros de ECMO cadastrados, embora não se saiba exatamente o número de pacientes tratados com essa tecnologia. Com o aperfeiçoamento dos equipamentos e os investimentos em treinamento dos profissionais de saúde, a ECMO tem se tornado uma tecnologia cada vez mais utilizada no Brasil, tanto na saúde pública quanto na saúde suplementar.

Os Centros de ECMO

A ECMO exige elevado nível de habilidades técnicas e não técnicas, associadas ao trabalho em equipe interdisciplinar. Em seu Red Book, a ELSO descreve os requisitos institucionais necessários para o uso eficaz da ECMO. Essas diretrizes serão revisadas e atualizadas a cada três anos, a fim de manter o documento atualizado. Dentre as recomendações, destacam-se:

- Os centros de ECMO devem estar localizados em centros terciários com Unidade de Terapia Intensiva (UTI) Neonatal, UTI Pediátrica e/ou UTI Adulta de nível terciário.
- Os centros de ECMO devem estar situados em áreas geográficas que possam atender a um mínimo de seis pacientes em ECMO por centro, por ano.
- Os centros de ECMO devem participar ativamente da ELSO, incluindo a participação no Registro da ELSO.

Estrutura Geral

O centro de ECMO deve estar localizado em uma unidade de terapia intensiva de nível terciário e apresentar os seguintes componentes:

1. Deve haver um único médico diretor do programa de ECMO, responsável pela operação geral do centro, por assegurar o treinamento e o desempenho adequados dos especialistas, por dirigir reuniões e projetos de melhoria da qualidade, por garantir o envio correto e válido de dados à ELSO e também pelo credenciamento de outros médicos que atendem pacientes em ECMO ou que gerenciam o circuito de ECMO.
2. Deve haver um coordenador de ECMO, responsável pela supervisão e pelo treinamento da equipe técnica, pela manutenção dos equipamentos e pela coleta de dados dos pacientes.
3. A equipe multidisciplinar de ECMO deve ter procedimentos de revisão e garantia da qualidade implementados para a avaliação interna anual do programa de ECMO.
4. Devem estar disponíveis, para consulta, políticas e procedimentos formais que descrevam as indicações e contraindicações para ECMO, o manejo clínico do paciente em ECMO, a manutenção dos equipamentos, a interrupção da terapia com ECMO e o acompanhamento do paciente após a ECMO.
5. Deve haver espaço adequado disponível para treinamento e educação médica continuada.

MATERIAL PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

Requisitos para a Equipe

1. A equipe de ECMO deve atender aos requisitos de sua subespecialidade, conforme estabelecido por seu respectivo conselho regulador (Conselho Regional de Medicina; Conselho Regional de Enfermagem; Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional...).
2. O diretor médico deve ser especialista em Neonatologia, Medicina Intensiva, Cirurgia Pediátrica, Cirurgia Cardiovascular, Cirurgia Torácica, Trauma ou outra especialidade certificada, com treinamento e experiência específicos em suporte de ECMO.
3. O coordenador de ECMO pode ser enfermeiro ou fisioterapeuta especialista, com experiência em terapia intensiva neonatal, pediátrica ou adulta e sólida formação em UTI (mínimo de 1 ano de experiência), ou perfusionista clínico certificado com experiência em ECMO.
4. Um médico com treinamento em ECMO deverá fornecer cobertura de plantão 24 horas para o paciente em ECMO. Esse médico pode ser neonatologista, especialista em terapia intensiva pediátrica ou adulta, residente em neonatologia ou terapia intensiva, ou outro médico que tenha concluído pelo menos três anos de treinamento de pós-graduação em Pediatria, Cirurgia ou Clínica Médica e que possua treinamento específico em ECMO.
5. Deverá haver um especialista clínico em ECMO, conforme descrito a seguir, para fornecer atendimento individualizado (1:1) ou em dupla (1:2) durante todo o período de ECMO.
6. O especialista em ECMO deve ter sólida experiência em terapia intensiva com, pelo menos, um ano de experiência em UTI.
7. Em ambientes clínicos nos quais o paciente em ECMO é gerenciado principalmente pelo enfermeiro da UTI (modelo de cuidador único), esse profissional deve ser especificamente treinado no manejo do paciente e do circuito de ECMO. Os enfermeiros com essa responsabilidade devem ser aprovados pelo diretor do programa. A equipe de especialistas em ECMO é responsável pelo gerenciamento de equipamentos e suprimentos, preparação do circuito, solução de problemas, visitas diárias, educação e administração do serviço.
8. Pessoal de apoio adicional da equipe permanente do hospital deve estar disponível, incluindo:
   a) Médicos ou outros profissionais de saúde:
      - ❑ Cardiologia pediátrica/adulta.
      - ❑ Cirurgia cardiovascular pediátrica/adulta.
      - ❑ Cirurgia geral pediátrica.
      - ❑ Perfusão cardiovascular.
      - ❑ Anestesiologia pediátrica/adulta.
      - ❑ Neurocirurgia pediátrica/adulta.

MATERIAL PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

- ❑ Radiologia pediátrica/geral.
- ❑ Genética.

b) Engenheiro biomédico.

c) Fisioterapeutas respiratórios com experiência em terapia intensiva.

9. Os seguintes consultores devem estar disponíveis conforme necessário:
   - ❑ Neurologia pediátrica/adulta.
   - ❑ Nefrologia pediátrica/adulta.
   - ❑ Terapia ocupacional/fisioterapia.
   - ❑ Especialista em desenvolvimento/reabilitação.
10. Uma equipe de transporte totalmente treinada e equipada deve estar disponível 24 horas por dia.
11. Profissionais treinados e capacitados para fornecer acompanhamento pós-operatório ou reabilitação devem estar disponíveis e aptos a realizar o acompanhamento a longo prazo do paciente submetido à ECMO.

Instalações Físicas e Equipamentos

1. Se o espaço alocado para ECMO estiver localizado fora da UTI, deve estar próximo a ela e possuir comunicação adequada, a fim de garantir suporte adicional da equipe em caso de emergência.
2. Um sistema de ECMO consiste em bomba de sangue adequada; sistema de servo-regulação para equilibrar a taxa de drenagem venosa do paciente e o retorno sanguíneo; trocador de calor sanguíneo e unidade de aquecimento apropriados; além de materiais descartáveis adequados, incluindo pacotes de tubos para oxigenador de membrana e conectores, todos apropriados para suporte extracorpóreo prolongado.
3. Um dispositivo para monitorar o nível de anticoagulação com suprimentos apropriados, deve estar disponível à beira do leito.
4. Os seguintes equipamentos devem estar prontamente disponíveis:
   a) Componentes de reserva do sistema de ECMO e suprimentos para todos os componentes do circuito.
   b) Iluminação adequada para intervenções cirúrgicas.
   c) Conjunto de instrumentos cirúrgicos para revisão de cânulas ou exploração em caso de complicações hemorrágicas.
5. Os seguintes serviços de apoio, com equipe disponível, devem estar acessíveis 24 horas por dia:
   a) Laboratório de gasometria arterial.
   b) Laboratório para exames bioquímicos e hematológicos.
   c) Banco de sangue.

MATERIAL PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

d) Suporte radiográfico, incluindo ultrassonografia craniana e tomografia computadorizada.

e) Instalações de sala cirúrgica cardiovascular com capacidade para circulação extracorpórea, localizadas no hospital que realiza ECMO e disponíveis 24 horas por dia.

Treinamento e Educação Continuada da Equipe

Cada centro de ECMO deve dispor de um programa bem definido para treinamento, certificação e recertificação da equipe. Esse programa deve incluir aulas teóricas, treinamento em laboratório com o equipamento de ECMO, treinamento à beira do leito e um sistema estruturado para avaliar a proficiência dos membros da equipe (consulte as Diretrizes da ELSO para Treinamento e Educação Continuada de Especialistas em ECMO).

1. Cada membro da equipe de ECMO deve concluir esse programa com sucesso.
2. Deve ser elaborado um programa estruturado de educação continuada e treinamento de emergência para a equipe de ECMO, com registros que documentem a participação dos membros ativos.
3. Recomenda-se que os membros da equipe que não estejam envolvidos no gerenciamento da bomba de ECMO por período superior a três meses sejam submetidos a processo de recertificação, conforme definido pelo programa de ECMO.

Critérios de Seleção

1. A ECMO é indicada para pacientes neonatais, pediátricos e adultos selecionados com insuficiência cardíaca e/ou respiratória aguda grave que não responderam ao tratamento médico convencional.
2. Cada centro de ECMO deve desenvolver critérios institucionais para a terapia com ECMO, incluindo indicações e contraindicações.
3. Recomenda-se que o centro de ECMO desenvolva diretrizes para a transferência do paciente em ECMO.

Acompanhamento do Paciente

Cada centro de ECMO deve ter um programa de acompanhamento do desenvolvimento bem definido para o paciente em ECMO, com suporte apropriado de subespecialistas.

Avaliação do Programa

1. Deve ser instituído um sistema bem definido para garantir que reuniões formais dos principais membros da equipe de ECMO ocorram rotineiramente para a revisão de casos, necessidades de equipamentos, demandas administrativas e outras questões pertinentes. As atas dessas reuniões devem estar disponíveis para revisão.

MATERIAL PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS

2. Deve ser realizada revisão imediata de qualquer complicação grave ou óbito, tanto com os membros da equipe de ECMO quanto com o Comitê de Morbidade e Mortalidade responsável no hospital. Essas revisões devem ser conduzidas de acordo com as leis de garantia de qualidade vigentes no estado onde o centro está localizado.
3. Revisões formais de casos clínico-patológicos, com abordagem multidisciplinar, devem ser realizadas regularmente.
4. Um Relatório Anual de Dados, utilizando os dados compilados do centro ou o relatório compilado de dados submetido ao Registro de ECMO Neonatal da ELSO, deve estar disponível para revisão de garantia de qualidade.
5. Devem ser mantidos registros que documentem a manutenção dos equipamentos.

Bibliografia

Bartlett RH. Esperanza. Presidential address. Trans Am Soc Artif Intern Organs. 1985;31:723-6.

Bartlett R, Arachichilage DJ, Chitlur M, Hui SR, Neunert C, Doyle A, et al. The History of Extracorporeal Membrane Oxygenation and the Development of Extracorporeal Membrane Oxygenation Anticoagulation. Semin Thromb Hemost. 2024 Feb;50(1):81-90.

Brasil LMCR, Arruda GN, Diniz GBF, Ikeoka DT, Saliba GN, Camargo CR, et al. Veno-venous extracorporeal membrane oxygenation in patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Brazil: a case series. J Bras Pneumol. 2023;49(4):e20230046.

Brogan TV, Roberto L, MacLaren G, et al. In: 5th edition. T.V.B., editor. Extracorporeal Life Support Organization; Ann Arbor (MI): Extracorporeal life support: the ELSO Red Book; 2017. p. 868.

Caneo LF. No Time to Die. Arq Bras Cardiol. 2024 Sep 27;121(8):e20240512.

Clowes GHA, Neville WE. Long-term extracorporeal circulation with membrane oxygenators. Surg Gynecol Obstet. 1963.

Colafranceschi AS, Monteiro AJ, Canale LS, Campos LA, Montera MW, Silva PR, et al. Adult extracorporeal life support: a failed or forgotten concept? Arq Bras Cardiol. 2008 Jul;91(1):34-41.

Dalton HJ, Rycus PT, Conrad SA. Update on extracorporeal life support 2004. Semin Perinatol. 2005 Feb;29(1):24-33.

Hill JD, O'Brien TG, Murray JJ, Dontigny L, Bramson ML, Osborn JJ, et al. Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome). Use of the Bramson membrane lung. N Engl J Med. 1972 Mar 23;286(12):629-34.

Hill JD. John H. Gibbon, Jr. Part I. The development of the first successful heart-lung machine. Ann Thorac Surg. 1982 Sep;34(3):337-41.

Leonard EF. Blood–surface interactions in extracorporeal circulation. J Biomed Mater Res. 1972.

Mazurak M. A hope to save Esperanza. Robert Bartlett and the 50th anniversary of the first neonatal ECMO patient. Polish Heart Journal (Kardiol Pol.) 2025;83(3):368-9. doi:10.33963/v.phj.104985.

Ministério da Saúde. https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/relatorios/2021/20210625_relatorio_oxigenacaoextracorp_insufrespgrave_cp_38_final.pdf/view.

Tonna JE, Boonstra PS, MacLaren G, Paden M, Brodie D, Anders M, et al. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) Member Centers Group. Extracorporeal Life Support Organization Registry International Report 2022: 100,000 Survivors. ASAIO J. 2024 Feb 1;70(2):131-143.

Wrisinger WC, Thompson SL. Basics of Extracorporeal Membrane Oxygenation. Surg Clin North Am. 2022 Feb;102(1):23-35.

MATERIAL PROTEGIDO POR DIREITOS AUTORAIS