



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS  
INTERATIVOS DE ÓRGÃOS E SISTEMAS**

**SÉRES COSTA DE SOUZA**

**EFEITO DA MANOBRA DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR NA  
INCIDÊNCIA DE COMPLICAÇÕES PULMONARES NO PÓS-  
OPERATÓRIO IMEDIATO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO  
CLÍNICO RANDOMIZADO**

Salvador, BA  
2019

**SÉRES COSTA DE SOUZA**

**EFEITO DA MANOBRA DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR NA  
INCIDÊNCIA DE COMPLICAÇÕES PULMONARES NO PÓS-  
OPERATÓRIO IMEDIATO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO  
CLÍNICO RANDOMIZADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas.

Orientadora: Profa. Dra. Helena França Correia.  
Coorientador: Prof. Dr. Mansueto Gomes Neto.

Salvador, BA  
2019

Ficha catalográfica: Keite Birne de Lira CRB-5/1953

Souza, Séres Costa de

Efeito da manobra de recrutamento alveolar na incidência de complicações pulmonares no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca: ensaio clínico randomizado./ [Manuscrito]. - Salvador, 2019.  
103f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Helena França Correia.

Co-orientador: Prof. Dr. Mansueto Gomes Neto

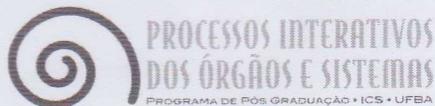
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia.

Programa de em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas. Salvador, 2019.

1. Manobra de recrutamento alveolar. 2. Cirurgia cardíaca.  
3. Complicações pulmonares. 4. Período pós-operatório. 5. Fisioterapia.  
6. Estudo comparativo. Proliferação celular. I. Correia, Helena Dias.  
II. Gomes Neto, Mansueto. III. Universidade Federal da Bahia. Instituto de  
Ciência da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos  
Órgãos e Sistemas IV. Título

CDD – 616.12 21. ed.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



TERMO DE APROVAÇÃO DA DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO

SERES COSTA DE SOUZA

**Efeito da Manobra de Recrutamento Alveolar na incidência de Complicações Pulmonares no Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca: Ensaio Clínico Randomizado**  
Salvador, Bahia, 17 de dezembro de 2019.

COMISSÃO EXAMINADORA:

PROFA DRA HELENA FRANÇA CORREIA (Universidade Federal da Bahia)

PROFA DRA MICHELI BERNARDONE SAQUETTO (Universidade Federal da Bahia)

PROF DR VITOR OLIVEIRA CARVAVALHO (Universidade Federal de Sergipe)

Dedico este trabalho primeiramente Deus, p r ser essencial m minha vida, m u guia e socorro presente n hora d angústia; m u pai Abinoam Olimpio de Souza; à minha mã Maria Concebida Costa de Souza; à minha irmã Jemima Olimpio Costa de Souza Aderaldo, e ao meu noivo Mauricio Nascimento da Silva.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, longo da minha vida, não somente nestes dois anos do mestrado, mas em todos os momentos, Deus é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Ao Hospital Ana Nery, que abriu as portas para que minha pesquisa fosse uma realidade, e em especial, ao meu coordenador de fisioterapia, Roberval Prado, por sua ajuda ímpar.

À minha orientadora, profa. Helena Correia, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho, pela paciência na orientação, na construção e no incentivo enérgico que tornaram possível a conclusão desta dissertação.

Ao professor Mansueto Neto, por seus conselhos pontuais e imprescindíveis.

À minha família, pois me incentivaram em tudo, sempre me deram força, amo vocês.

A Cássio Magalhães, desde o princípio me impulsionando a mergulhar em cada etapa do processo, te devo mil!

Meus restritos amados: Aline Andrade, Balbino Nepomuceno, Cristiane Dias, Flaviane Ribeiro, Mariana Barcellos e Renata Santana, companheiros, amigos e irmãos em todas as atividades desse programa, extrapolando os quadrados do programa para a vida, fizeram parte da minha formação e os levarei dentro do peito. Vocês são 1 milhão. Obrigada por me suportarem falando e desabafando.

Aos que convivem bem de pertinho, agradeço muito, porque apesar da minha ausência, sempre entenderam que era apenas uma fase.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, sou muito obrigada.

## RESUMO

Souza SCde. Efeito da manobra de recrutamento alveolar na incidência de complicações pulmonares no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca: ensaio clínico randomizado [Dissertação]. Salvador: Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Universidade Federal da Bahia; 2019.

**Fundamento:** A cirurgia cardíaca é capaz de desenvolver complicações pulmonares (CPP) no período pós-operatório (PO), estas, de etiologia multifatorial: anestesia geral, incisão cirúrgica, circulação extracorpórea, tempo de isquemia, intensidade da manipulação cirúrgica e número de drenos, predispondo o indivíduo a alterações na função pulmonar. Existem incertezas sobre quais medidas terapêuticas são capazes de reduzir a incidências dessas CPP e qual a melhor medida a ser utilizada. **Objetivo:** Identificar se a manobra de recrutamento alveolar (MRA) é capaz de reduzir a incidência de CPP e melhorar a troca gasosa no PO imediato de cirurgia cardíaca de pacientes adultos. **Métodos:** Ensaio clínico randomizado, com duração de 8 meses, com pacientes em PO de cirurgia cardíaca: revascularização do miocárdio ou trocas valvares, em maiores de 18 anos. Os pacientes foram divididos em grupo controle (GC) e intervenção (GI). O desfecho primário foi a taxa de CPP em 5 dias do pós-operatório. Os desfechos secundários foram trocas gasosas em três momentos, tempo total de ventilação mecânica (VM), uso de ventilação não invasiva no PO, ocorrências de reintubação, tempo total de internamento na unidade de terapia intensiva (UTI) e no hospital, e número de óbitos. **Resultados:** Tanto o GC quanto o GI não apresentaram redução das CPP (32,8% vs 31,3%,  $p=0,85$ , respectivamente). Para cada tipo de CPP também não foram observadas diferenças. A evolução das trocas gasosas ao longo do tempo, desde a admissão até 6 horas, para ambos os grupos, apresentou um aumento com 60 minutos em relação à admissão (GC:  $49,4 \pm 12,0$ ,  $p=0,01$  vs GI:  $72,8 \pm 17,3$ ,  $p=0,001$ ), porém, não houve aumento de 60 minutos a 6 horas, mantendo uma diferença significativa após 6 horas em relação à admissão (GC:  $82,8 \pm 15,7$ ,  $p < 0,001$  vs GI:  $92,4 \pm 19,3$ ,  $p < 0,001$ ). **Conclusões:** A MRA não reduziu a incidência de CPP no PO de cirurgia cardíaca. A MRA não se mostrou eficaz na melhora das trocas gasosas, na redução do tempo de VM, na ocorrência de reintubação, na redução do tempo de internação na UTI e no tempo de internação hospitalar dos pacientes em PO de cirurgia cardíaca.

**Palavras-chave:** Manobra de recrutamento alveolar. Cirurgia cardíaca. Complicações pulmonares. Período pós-operatório. Fisioterapia. Estudo comparativo.

## ABSTRACT

*Souza SC de. Alveolar recruitment maneuver effect on the incidence of pulmonary complications in the cardiac surgery immediate postoperative period: randomized clinical trial. [Dissertation]. Salvador: Graduate Program in Interactive Processes of Bodies and Systems, Federal University of Bahia; 2019.*

**Background:** Cardiac surgery is capable of developing pulmonary complications (PPC) in the postoperative period (POP), which has a multifactorial etiology: general anesthesia, surgical incision, cardiopulmonary bypass, ischemia time, intensity of surgical manipulation and number of drains, predisposing the individual to lung function changes. There are uncertainties as to which therapeutic measures are capable of reducing the incidence of these PPC and which the best measure to be used is. **Objective:** To identify whether the alveolar recruitment maneuver (ARM) is capable of reducing the incidence of PPC and improving gas exchange in the immediate cardiac surgery POP in adult patients. **Methods:** Randomized clinical trial, during 8 months, with patients undergoing cardiac surgery POP: myocardial revascularization or valve replacement, with older than 18 years age patients. The patients were divided into control group (CG) and intervention group (IG). The primary end point was the postoperative PPC rate after 5 days. Secondary outcomes were gas exchanges in three moments, total time on mechanical ventilation (MV), use of non-invasive ventilation in the POP, reintubation occurrences, total length of stay in the intensive care unit (ICU) and the in hospital and number of deaths. **Results:** Both the CG and the IG did not show a reduction in PPC (32.8% vs 31.3%,  $p = 0.85$ , respectively). For each type of PPC, no differences were observed. The evolution of gas exchange over time, from admission to 6 hours for both groups, increased 60 minutes compared to admission (CG:  $49.4 \pm 12.0$ ,  $p = 0.01$  vs GI:  $72, 8 \pm 17.3$ ,  $p = 0.001$ ), however, there was no increase from 60 minutes to 6 hours, maintaining a significant difference after 6 hours compared to admission (CG:  $82.8 \pm 15.7$ ,  $p < 0.001$  vs IG:  $92.4 \pm 19.3$ ,  $p < 0.001$ ). **Conclusions:** ARM did not reduce the incidence of PPC in the cardiac surgery POP. ARM has shown not to be effective in improving gas exchange, reducing MV time, reintubation occurrence, reducing ICU length of stay and length of hospital stay for patients during cardiac surgery POP.

**Keywords:** Alveolar recruitment maneuver. Cardiac surgery. Pulmonary complications. Postoperative period. Physiotherapy. Comparative study.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Mecanismos envolvidos na disfunção pulmonar durante a cirurgia cardíaca e suas consequências	32
<b>Figura 2</b>	Linha do tempo para o período pós-operatório (randomização, intervenção e coleta de dados)	53
<b>Figura 3</b>	Diagrama do fluxo dos participantes do estudo conforme CONSORT	59
<b>Figura 4</b>	Comportamento das trocas gasosas no pós-operatório intragrupo, dos pacientes dos grupos controle e intervenção, recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019, em hospital especializado em cirurgia cardíaca da rede pública de Salvador – BA 2019	67

## **LISTA DE QUADRO**

<b>Quadro 1</b>	Mecanismos patogênicos da complicação pulmonar pós-operatória	30
-----------------	---	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Distribuição das características demográficas, antropométricas e clínicas dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019	60
<b>Tabela 2</b>	Distribuição das características do período pós-operatório de ambos os grupos (controle e intervenção) dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019	61
<b>Tabela 3</b>	Características ventilatórias e da mecânica respiratória do período pós-operatório de ambos os grupos (controle e intervenção) dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019	63
<b>Tabela 4</b>	Análise por intenção de tratar: incidência de complicações pulmonares pós-operatórias de ambos os grupos (controle e intervenção) dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019	64
<b>Tabela 5</b>	Análise por protocolo: incidência de complicações pulmonares pós-operatórias de ambos os grupos (controle e intervenção) dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019	65
<b>Tabela 6</b>	Análise por intenção de tratar: desfechos secundários de ambos os grupos (controle e intervenção) dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019	66
<b>Tabela 7</b>	Análise por protocolo: desfechos secundários de ambos os grupos (controle e intervenção) dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019	66

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AAS – Ácido acetilsalicílico

A/C – Assistido-controlado

ADM – Admissão

AOS – Apneia obstrutiva do sono

CEC – Circulação extracorpórea

CC – Cirurgia cardíaca

CNS – Conselho Nacional de Saúde

CONSORT – Consolidated Standards of Reporting Trials

CPAP – Pressão positiva contínua nas vias aéreas

CPP – Complicações pulmonares

CRF – Capacidade residual funcional

CSR – Complacência do sistema respiratório

CV – Capacidade vital

DAC – Doença arterial coronariana

DCV – Doença cardiovascular

DFPPO – Disfunção pulmonar pós-operatória

DLP – Dislipidemia

DMII – Diabetes mellitus tipo 2

DP – Derrame pleural

DPOC – Doença pulmonar obstrutiva crônica

EAP – Edema agudo de pulmão

EUROSCORE II – *European System for Cardiac Operative Risk Evaluation II*

FA – Fibrilação atrial

FAPO – Fibrilação atrial no pós-operatório

FC – Frequência cardíaca

FE – Fração de ejeção

FEVE – Fração de ejeção do ventrículo esquerdo

FiO<sub>2</sub> – Fração inspirada de oxigênio

FR – Frequência respiratória

GC – Grupo controle

GI – Grupo intervenção

HAN – Hospital Ana Nery

HAP – Hipertensão arterial pulmonar

HAS – Hipertensão arterial sistêmica

HGA – Hemogasometria

IAM – Infarto agudo do miocárdio

ICC – Insuficiência cardíaca congestiva

IMC – Índice de massa corpórea

IRA – Insuficiência renal aguda

IRPA – Insuficiência respiratória aguda

LIVM – Lesão induzida pela ventilação mecânica

LPIVM – Lesões pulmonares induzidas pela ventilação mecânica

LPA – Lesão pulmonar aguda

MS – Ministério da Saúde

MRA – Manobra de recrutamento alveolar

OMS – Organização Mundial de Saúde

PAD – Pressão arterial diastólica

PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> – Índice de oxigenação

PAS – Pressão arterial sistólica

PAM – Pressão arterial média

PAP – Pressão pulmonar arterial média

Pplatô – Pressão de platô

POI – Pós-operatório imediato

PCV – Ventilação com pressão controlada

PO – Pós-operatório

POCC – Pós-operatório de cirurgia cardíaca

PEEP – Pressão positiva expiratória final

PSV – Ventilação com pressão de suporte

RM – Revascularização do miocárdio

RNI – Relação Normatizada Internacional

RVA – Resistência de vias aéreas

RVP – Resistência vascular periférica

SDRA – Síndrome do desconforto respiratório agudo

SESAB – Secretaria de Saúde da Bahia

SIRS – Síndrome da resposta inflamatória sistêmica

SpO<sub>2</sub> – Saturação periférica de oxigênio

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

STS RISK – *Society of Thoracic Surgeons risk score*

SvO<sub>2</sub> – Saturação venosa de oxigênio

TC – Tomografia computadorizada

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido

TNF $\alpha$  – Fator de necrose tumoral alfa

TRALI – Lesão pulmonar aguda relacionada à transfusão (do inglês: *transfusion-related acute lung injury*)

TV – Troca valvar

TVP – Trombose venosa profunda

TVAo – Troca de valva aórtica

TVMi – Troca de valva mitral

UCV – Unidade cardiovascular

UTI – Unidade de terapia intensiva

VCV – Ventilação controlada a volume

VCEX – Volume corrente exalado

VD – Ventrículo direito

VE – Ventrículo esquerdo

VM – Ventilação mecânica

VNI – Ventilação não invasiva

VT – Volume corrente

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	22
2.1	CONSIDERAÇÕES DAS CIRURGIAS CARDÍACAS	22
2.2	COMPLICAÇÕES PÓS-OPERATÓRIAS GERAIS	22
2.3	COMPLICAÇÕES PULMONARES APÓS CIRURGIA CARDÍACA	24
2.4	COMPLICAÇÕES PULMONARES PÓS-OPERATÓRIAS E CEC	25
2.5	COMPLICAÇÃO PULMONAR NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA	29
2.6	FATORES ASSOCIADOS AO DESENVOLVIMENTO DA COMPLICAÇÃO PULMONAR APÓS CIRURGIA CARDÍACA	33
2.6.1	Anestesia geral	33
2.6.2	Circulação extracorpórea (CEC)	33
2.6.3	Efeitos cirúrgicos e temperatura sistêmica	34
2.6.4	Ventilação mecânica	35
2.6.5	Estratégias que podem melhorar as complicações pulmonares após a cirurgia cardíaca	37
2.7	MANOBRA DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR: CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE SEU USO	38
2.7.1	O uso da manobra de recrutamento alveolar no pós-operatório de cirurgia cardíaca: considerações sobre seu uso e seus objetivos	40
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	44
3.1	OBJETIVO PRIMÁRIO	44
3.2	OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	44
<b>4</b>	<b>MÉTODOS</b>	45

4.1	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS E REGISTRO DO ESTUDO	45
4.2	DESENHO DO ESTUDO E ESTRATÉGIA DE TRATAMENTO	45
4.3	LOCAL DO ESTUDO	45
4.4	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	46
4.5	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	46
4.6	DESFECHOS	47
<b>4.6.1</b>	<b>Desfechos primários</b>	47
<b>4.6.2</b>	<b>Desfechos secundários</b>	47
4.7	RANDOMIZAÇÃO	48
4.8	PROTOCOLO DE VENTILAÇÃO MECÂNICA PARA AMBOS OS GRUPOS	48
4.9	MONITORIZAÇÃO VENTILATÓRIA E TROCAS GASOSAS PARA AMBOS OS GRUPOS	49
4.10	MONITORIZAÇÃO HEMODINÂMICA E RESPIRATÓRIA PARA AMBOS OS GRUPOS	49
4.11	MANOBRA DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR	50
<b>4.11.1</b>	<b>Crítérios e efeitos adversos para interrupção da manobra de recrutamento alveolar</b>	50
4.12	CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS SOBRE AS ETAPAS DOS TESTES E COLETA NO PÓS-OPERATÓRIO	51
4.13	GRUPO CONTROLE	52
4.14	GRUPO INTERVENÇÃO	52
4.15	A COLETA E SUAS ETAPAS	53
<b>4.15.1</b>	<b>Coleta pré-operatória</b>	53
<b>4.15.2</b>	<b>Coleta pós-operatória</b>	54
4.16	COMPLICAÇÕES PULMONARES	54
4.17	OUTRAS COMPLICAÇÕES	55
4.18	TAMANHO DA AMOSTRA	56

4.19	CEGAMENTO	56
4.20	MÉTODOS ESTATÍSTICOS	56
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>58</b>
5.1	FLUXO DOS PACIENTES SEGUNDO CONSORT	58
5.2	RESULTADOS SEGUNDO CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS, ANTROPOMÉTRICAS, CLÍNICAS E DE INTERNAÇÃO DOS PACIENTES	60
5.3	RESULTADOS SEGUNDO AS CARACTERÍSTICAS PÓS- OPERATÓRIAS DE AMBOS OS GRUPOS	61
5.4	DESFECHO PRIMÁRIO	64
5.5	DESFECHOS SECUNDÁRIOS	65
<b>6</b>	<b>DISCUSSÕES</b>	<b>69</b>
<b>7</b>	<b>LIMITAÇÕES</b>	<b>74</b>
<b>8</b>	<b>COCLUSÕES</b>	<b>75</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>76</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>84</b>
	<b>APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>	<b>84</b>
	<b>APÊNDICE B- FICHA DE COLETA DE DADOS</b>	<b>88</b>
	<b>ANEXO A- APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS</b>	<b>93</b>
	<b>ANEXO B- APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DO HOSPITAL ANA NERY (HAN/SESAB)</b>	<b>98</b>
	<b>ANEXO C- MAPA VENTILATÓRIO DO SERVIÇO DE FISIOTERAPIA DO HOPISTAL ANA NERY (HAN/SESAB)</b>	<b>103</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A incidência de doenças cardiovasculares nos países em desenvolvimento tem aumentado a cada ano, sendo 80% relacionada à doença arterial coronariana (DAC). Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) estimam que, em 2030, mais de 23 milhões de pessoas morrerão por ano em decorrência de doenças cardiovasculares. No Brasil, são responsáveis por cerca de 30% dos óbitos e estão relacionadas ao infarto agudo do miocárdio (IAM), tendo como principais causas o tabagismo, o uso abusivo de álcool e o consumo alimentar inadequado <sup>(1,2)</sup>.

O tratamento para as doenças cardiovasculares é clínico e/ou cirúrgico. Nos casos mais complexos, a cirurgia é a opção primordial, sendo de grande porte e complexa, com repercussões orgânicas que alteram os mecanismos fisiológicos do indivíduo doente, levando-o a um estado crítico no período pós-operatório (PO), implicando em cuidados intensivos para fins de recuperação, pois podem surgir complicações pós-operatórias que podem acarretar em óbito. As cirurgias mais comuns são a revascularização do miocárdio (RM) e as trocas valvares: mitral (TVMi) e aórtica (TVAo) <sup>(3,4)</sup>.

Algumas cirurgias cardíacas podem apresentar complicações pós-operatórias típicas, podemos citar o IAM no PO e a insuficiência cardíaca congestiva (ICC). Outras complicações comuns são: a hipertensão arterial sistêmica (HAS) e pulmonar (HAP), as doenças cerebrovasculares, as infecções respiratórias, urinárias ou do sítio cirúrgicos. Além destas, as disfunções renais podem evoluir para um quadro de insuficiência renal aguda (IRA), em torno de 7% a 30% <sup>(5)</sup>.

A complicação pulmonar (CPP) é considerada uma segunda doença inesperada que ocorre até 30 dias após a cirurgia e que altera o quadro clínico do paciente. Sua prevalência é alta no Ocidente, e 10% da população que é submetida a procedimentos cirúrgicos cursa com complicações pós-operatórias, acarretando em custos elevados para a saúde <sup>(6)</sup>.

As infecções hospitalares também são complicações que merecem destaque e preocupação, a exemplo das infecções do sítio cirúrgico, seguido de pneumonia, de sepse, de infecções relacionadas ao uso de cateteres, assim como a infecção do trato urinário, anteriormente citada. Quanto às CPP nessa população, a incidência destas varia em torno de 6% a 76% e apresentam fisiopatologia multifatorial. Acredita-se que fatores como anestesia geral, incisão cirúrgica, circulação extracorpórea (CEC), tempo de isquemia,

intensidade da manipulação cirúrgica e número de drenos predispoem à alteração da função pulmonar, o que apresenta relevância sobre o aparecimento de complicações respiratórias no PO<sup>(7)</sup>.

Nos pacientes submetidos à intervenção cirúrgica cardíaca com CEC, o aumento do volume de água extravascular pulmonar e a alteração da atividade normal do sistema surfactante, secundários à ativação das cascatas inflamatórias e da coagulação pelo contato do sangue com superfícies não-endotelizadas, contribuem para o aumento do peso do parênquima pulmonar e gera o colapso adicional de unidades alveolares, diminuindo ainda mais a eficiência das trocas gasosas. Estas alterações repercutem na relação ventilação-perfusão, acarretando na diminuição da capacidade residual funcional (CRF), no aumento do *shunt* intrapulmonar e no desenvolvimento de hipoxemia<sup>(8)</sup>.

As CPP podem afetar os resultados do PO dos pacientes, bem como a situação econômica de saúde das instituições que cuidam diretamente destes pacientes, além de serem uma das principais causas de morbimortalidade perioperatória e de aumentarem a permanência hospitalar. Elas advêm de uma série de fatores combinados, que vão desde incisão cirúrgica, uso da CEC, uso de hemoderivados no intraoperatório e PO, número de drenos e tantos outros fatores. O paciente pode ter uma simples atelectasia, um quadro de hipoxemia leve e transitória, como pode chegar a desenvolver um quadro de lesão pulmonar aguda (LPA) ou evoluir para um quadro mais grave de síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA)<sup>(9,10)</sup>.

A cirurgia cardíaca (CC) gera manifestações clínicas pulmonares comuns, que incluem derrame pleural, com apresentação mais frequente (27–95%), as atelectasias (16,6–88%) e a hipoxemia pós-operatória (3–10%), muitas vezes sem sintomas clínicos e com quadro respiratório agudo, assim como a SDRA com baixa incidência (0,5-1,7%), porém, com alta mortalidade (50-90%). Além disso, a CC produz uma resposta inflamatória do corpo inteiro que tem sido altamente relacionada com a lesão pulmonar. Essa resposta inflamatória sistêmica está associada a anomalias nas trocas gasosas, como aumento da fração de *shunt* pulmonar, aumento da resistência vascular pulmonar (RVP), e agregação intrapulmonar de leucócitos e plaquetas; também com alterações na mecânica pulmonar, resultando em redução da complacência pulmonar, da CRF e da capacidade vital (CV) ou ambas<sup>(11)</sup>.

A saber, atualmente, existem muitas medidas terapêuticas que vêm sendo estudadas com o objetivo de reduzir as complicações pulmonares (CPP) no PO de CC, porém, ainda

existem muitas limitações nos estudos. Uma estratégia amplamente discutida é ventilar os pacientes de PO de CC de forma protetora. As estratégias de ventilação protetora podem reduzir a incidência de atelectasias e de infecções pulmonares em pacientes cirúrgicos. Seu objetivo é reduzir as forças de cisalhamento geradas pela abertura e pelo fechamento cíclico dos alvéolos colabados e minimizar o desenvolvimento de dano alveolar difuso, de edema pulmonar, de recrutamento de células inflamatórias e de produção de citocinas das estratégias de ventilação prejudiciais com alto volume corrente (VC)<sup>(12)</sup>.

A estratégia protetora deve ser aplicada com manobras de recrutamento alveolar (MRA) e pressão positiva ao final da expiração (PEEP) suficiente para aumentar a pressão transpulmonar, manter aberto o maior número possível de alvéolos e manter a pressão delta mínima ( $P_{platô} - PEEP$ ) para prevenir a hiperdistensão pulmonar. O baixo delta de pressão é tipicamente obtido usando volumes correntes (VT) baixos (4-6 mL / kg). As MRA individualizadas trouxeram uma melhora na oxigenação e na complacência pulmonar em pacientes submetidos à CC seletiva<sup>(13)</sup>.

Algumas lacunas do conhecimento despertaram o desejo de realizar este estudo, e esperamos respondê-los, ou quem sabe, gerar maior tempestividade nos demais pesquisadores, a saber: a existência de uma grande variabilidade entre os testes e os protocolos que testam as MRA em termos de tempo, de frequência, de duração, de intensidade e de modo ventilatório, impedindo qualquer comparação ou generalização dos achados. Ainda permanecem as incertezas quanto aos efeitos adversos das MRA, principalmente quanto à tolerância hemodinâmica, a dúvida é sobre qual o perfil do paciente que não tolera a MRA.

Outra lacuna do conhecimento se deve ao fato de que o mecanismo das CPP pós-operatórias são bem discutidos, porém, a melhor estratégia de ventilação e de prevenção contra o aparecimento das mesmas ainda permanece incerto, haja visto que alguns estudos trazem uma amostra menor, ou só elucidam os mecanismos, mas não as estratégias.

Por fim, a MRA é justificada como forma terapêutica necessária para maximizar as trocas gasosas, melhorar a oxigenação arterial e minimizar as lesões pulmonares induzidas pela ventilação mecânica (LPIVM), conhecidas como volutrauma, atelectrauma e biotrauma. Assim, despertou-se na pesquisadora a necessidade de conhecer e de entender os impactos que essa manobra gera na funcionalidade pulmonar de pacientes submetidos à CC. Diante disso, este estudo avança em oferecer uma análise atual acerca das principais CPP que um indivíduo submetido à CC apresenta. Para alicerçar a busca de uma melhor

interação entre a estratégia terapêutica com consequente otimização da funcionalidade de indivíduos submetidos à CC, a pesquisadora utilizou a seguinte pergunta de partida: a MRA é capaz de reduzir as CPP no PO de CC e melhorar as trocas gasosas nos pacientes? Esperamos que este estudo seja relevante para futuras estruturas de protocolos para pacientes de CC, pois a maior exploração científica desta manobra ainda tem sido em pacientes com SDRA.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 CONSIDERAÇÕES DAS CIRURGIAS CARDÍACAS

Para o diagnóstico, o tratamento e o acompanhamento clínico das doenças cardiovasculares, estão disponíveis consensos, diretrizes e protocolos que recomendam, norteiam, orientam e padronizam, a partir de dados epidemiológicos, estudos farmacológicos e produção de conhecimento baseados em evidências, condutas terapêuticas voltadas aos profissionais de saúde, tendo por objetivo a atualização embasada em novos conhecimentos ou experiência na área, a fim de prestar um atendimento de qualidade <sup>(14)</sup>.

As CC mais comuns são a RM e a correção de doenças valvares, sendo intervenções complexas que requerem um tratamento adequado em todas as fases operatórias. Entretanto, o PO de cirurgia cardíaca (POCC) é o período em que se observa e se assiste a recuperação do paciente em pós-anestésico após estresse cirúrgico, portanto, é um período marcado pela instabilidade do quadro clínico, sendo repleto de particularidades, principalmente por se tratar de um momento de cuidado crítico. Nesse momento é que surgem as chamadas complicações pós-operatórias, que necessitam de especial atenção no cenário da CC <sup>(15)</sup>.

Nas últimas duas décadas, houve uma mudança significativa no perfil dos pacientes submetidos às cirurgias cardíacas em razão do aperfeiçoamento de métodos diagnósticos e terapêuticos. A cirurgia de RM é indicada mais tardiamente devido ao maior número de situações de risco, como reoperações, doenças associadas (a *diabetes mellitus* tipo 2 (DMII), a HAS, a nefropatia, a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e a doença cerebrovascular), a idade mais avançada dos pacientes, portanto os pacientes encaminhados para o centro cirúrgico apresentam doença cardíaca mais severa, caracterizada por maior prevalência de disfunção ventricular e de ICC, e maior frequência de reoperações <sup>(16)</sup>.

### 2.2 COMPLICAÇÕES PÓS-OPERATÓRIAS GERAIS

Uma complicação pós-operatória é considerada uma segunda doença inesperada que ocorre até um mês ulterior à cirurgia e altera o quadro clínico do paciente. A

prevalência é alta no mundo ocidental. Aproximadamente 10% da população é submetida à CC por ano, provocando danos à saúde do enfermo e agrava-se ainda mais quando ocorrem complicações secundárias <sup>(17)</sup>.

As CC apresentam complicações típicas, sendo as mais comuns as cardíacas IAM e ICC, a HAS, a HAP, as doenças cerebrovasculares, as complicações neurológicas, infecciosas e renais, observando-se maior prevalência da disfunção renal, com evolução para IRA, em torno de 7% a 30% <sup>(17)</sup>.

As infecções hospitalares são complicações importantes da CC. Dentre elas, está a de sítio cirúrgico, seguido de pneumonia, de sepse, de infecções relacionadas a cateteres e a infecções do trato urinário. As infecções de sítio cirúrgico ocorrem geralmente entre sete a quatorze dias após alta hospitalar, o que acresce, em média, de cinco a dez dias ao período de internação do paciente. Além disso, os gastos relacionados a procedimentos diagnósticos e terapêuticos para o tratamento da infecção elevam os custos. A FA é uma arritmia comum no POCC, associada à presença de comorbidades, o que leva a uma hospitalização prolongada e de maior custo, geralmente relacionada com infecções, VM prolongada, instabilidade hemodinâmica e uso de aminas vasoativas <sup>(17)</sup>.

Outros fatores de aumento de incidência de complicações pós-operatórias são o processo natural de envelhecimento da população, associado ao aumento da prevalência de doenças crônico-degenerativas e número de pessoas com mais de setenta anos que necessitam de cirurgia. Em idosos, a complicação está associada à elevada morbimortalidade, em função da alta prevalência de comorbidades e menor reserva funcional. O baixo índice de massa corporal (IMC) pode aumentar a frequência de complicações no PO de idosos submetidos à RM <sup>(18)</sup>.

As causas mais comuns de morbidade e de mortalidade em CC são as pulmonares, com ampla variação de incidência, de 6% a 76%. Acredita-se que certos fatores, como a anestesia geral, a incisão cirúrgica, a CEC, o tempo de isquemia, a intensidade da manipulação cirúrgica e o número de drenos predispõem à alteração da função pulmonar, o que apresenta relevância sobre o aparecimento de complicações respiratórias no PO <sup>(19)</sup>.

Mesmo com o avanço tecnológico e a modernização dos procedimentos em CC, a função pulmonar ainda é prejudicada, e os pacientes submetidos a tal procedimento estão mais propensos a desenvolverem complicações pulmonares. Além do uso de CEC, ressalta-se o quadro da CPP, que é secundário à indução anestésica, ao trauma cirúrgico, e fatores relacionados ao pré-operatório, como, por exemplo, a idade e o tabagismo. Cerca

de 20% dos pacientes que evoluem com CPP necessitam de suporte ventilatório por um tempo superior a 48 horas <sup>(20)</sup>.

### 2.3 COMPLICAÇÕES PULMONARES APÓS CIRURGIA CARDÍACA

As CPP são uma das principais causas de morbimortalidade perioperatória e aumentam a permanência hospitalar. No mês após a cirurgia torácica, uma em cada vinte pacientes morre, principalmente por CPP, que acometem um em cada cinco pacientes de cirurgia torácica. Sabe-se menos sobre complicações pulmonares do que complicações cardíacas após cirurgia não cardiorádica, embora possa haver mais CPP. Em um estudo de corte retrospectivo com 45.000 pacientes submetidos à cirurgia colorretal, um em cada cinco apresentou complicações pulmonares no PO, enquanto um em cada cem apresentou complicações cardíacas. O custo das CPP foi superior a três vezes o custo das complicações cardíacas<sup>(21)</sup>.

Os resultados de grandes estudos de CPP no PO têm sido inconsistentes. Eles incluem uma ampla variedade de condições, como: a atelectasia, a pneumonia, a exacerbação de DPOC, de LPA, e SDRA e de insuficiência respiratória aguda (IRPa). Aproximadamente um em cada cinco pacientes que desenvolvem insuficiência respiratória no PO irá morrer dentro de trinta dias. Assim, é importante tentar prever quais pacientes estão em risco para evitar que complicações ocorram<sup>(6)</sup>.

As características dos pacientes mais comumente associadas às CPP incluem a idade, o estado geral de saúde ruim e o estado funcional, as comorbidades e o abuso de drogas, incluindo o tabagismo. Não está claro se a associação com a idade é decorrente de comorbidades associadas, e não da idade em si. O estado físico de acordo com a escala da *American Society of Anesthesiologists* (ASA) e as concentrações de albumina sérica abaixo de 30 g l<sup>-1</sup> estão associados. As comorbidades mais associadas incluem ICC, DPOC e IRA. O consumo de álcool e o tabagismo aumentam moderadamente a taxa de CPP. Fatores adicionais para IRPA após cirurgia torácica incluem a diminuição da função respiratória pré-operatória, a extensão da ressecção pulmonar e a DAC<sup>(22)</sup>.

Mais recentemente, descobriu-se que três distúrbios pulmonares associados aumentam as complicações pulmonares no PO, como a apneia obstrutiva do sono (AOS), a síndrome de hipoventilação da obesidade e a HAP. Hipóxia pós-operatória, pneumonia por

aspiração, reintubação traqueal e tempo de internação hospitalar estão aumentados em pacientes com AOS. Hipercapnia crônica ( $P_aCO_2 > 45$  mmHg), distúrbios respiratórios do sono e um IMC maior que  $30 \text{ kg.m}^2$  caracterizam a síndrome da hipoventilação da obesidade, que está associada a mais complicações pós-operatórias do que a AOS, possivelmente porque é menos frequentemente reconhecida como um problema. Pacientes com HAP apresentam altas taxas de IRPA no PO, manifestam VM e tempo prolongado de internação em terapia intensiva. A obesidade não complicada e a asma controlada não aumentam as complicações pulmonares <sup>(23)</sup>.

A duração e o tipo de operação, assim como a técnica anestésica, influenciam na taxa de complicações pulmonares. CPP são mais comuns após a cirurgia que dura mais de três horas. Operações no tórax e no abdome aumentam sua incidência, devido à disfunção diafragmática, à atelectasia e, conseqüentemente, à ventilação inadequada. A anestesia geral predispõe a CPP, o que pode ser parcialmente atribuído ao bloqueio neuromuscular associado, particularmente se for revertida inadequadamente antes da extubação traqueal <sup>(24)</sup>.

Em CC, o uso de CEC priva as artérias pulmonares do fluxo sanguíneo, bem como o tecido pulmonar dependente do suprimento sanguíneo das artérias brônquicas. Portanto, os pulmões correm risco de isquemia relativa durante a CEC, seguidos por uma lesão de reperfusão após o desmame da CEC, o que pode causar prejuízo na função pulmonar pós-operatória <sup>(25)</sup>.

A redução da perfusão pulmonar durante a CEC é acompanhada por uma série de alterações metabólicas e a duração da derivação afeta não apenas a atividade metabólica, mas também a cascata fibrinolítica. Eventualmente, esses eventos levam à disfunção pulmonar com hipoxemia subsequente e, nos casos mais graves, ao desenvolvimento da SDRA. Estudos de IRPa identificaram um sinal característico de lesão pulmonar com depleção total de energia, o metabolismo lipídico ativado, o ambiente anaeróbico aumentado, a proteólise, o estresse oxidativo, a apoptose e a ruptura endotelial <sup>(25)</sup>.

#### 2.4 COMPLICAÇÕES PULMONARES PÓS-OPERATÓRIAS E CEC

Mesmo com o avanço das tecnologias no manejo perioperatório, as CPP pós-operatórias ainda são uma das principais causas de morbidade e mortalidade em CC. Cerca de 25% dos pacientes sem disfunção cardíaca grave submetidos a CC apresentam comprometimento respiratório significativo por pelo menos uma semana após a

intervenção. As complicações após CC variam desde febre com tosse produtiva até SDRA, necessitando de VM prolongada e com sobrevida reduzida. A CEC é necessária para a maioria dos procedimentos em CC, tornando inevitável o dano pulmonar relacionado à ela. A resposta inflamatória, a exclusão do tecido pulmonar da perfusão e ventilação e atelectasias devido ao colapso das vias aéreas são os fatores mais importantes implicados na lesão pulmonar relacionada à CEC<sup>(26)</sup>.

Independentemente de qualquer complicação específica, alterações da troca gasosa, refletidas por uma redução na relação entre o sangue arterial da pressão parcial de oxigênio e a fração de oxigênio no ar inspirado (relação  $\text{PaO}_2/\text{F}_1\text{O}_2$ ), frequentemente ocorrem após a CC e têm sido associadas com mau resultado hospitalar, embora a validação precisa deste parâmetro neste cenário esteja ausente. Um valor de  $\text{PaO}_2/\text{F}_1\text{O}_2$  de 300 ou menos indica eficiência reduzida no desempenho da membrana alvéolo-capilar<sup>(27)</sup>.

Após a CEC, ocorre uma resposta inflamatória característica. A cascata inflamatória é uma reação natural e específica do corpo humano a todos os estímulos que possam ser interpretados como prejudiciais. A CC pode provocar numerosos fatores que diferem do normal da homeostase, que um organismo pode considerar ser prejudicial (por exemplo, a hemodiluição e a sobrecarga de volume devido à iniciação e à administração de soluções cardioplégicas, o contato do sangue com superfícies externas, não pulsátil contínua de fluxo sanguíneo, a hipotermia e a heparinização sistêmica). Além disso, os leucócitos aprisionados na circulação pulmonar demonstraram ter um forte efeito na disfunção pulmonar pós-operatória. Muitas estratégias têm sido desenvolvidas para reduzir o impacto da inflamação nesse contexto, como o uso de cirurgias sem CEC quando possível, circuitos revestidos de heparina, depleção de leucócitos com filtros dedicados à ultrafiltração para reduzir a sobrecarga de líquidos, e estratégias farmacológicas com o uso de esteroides, de aprotinina e de anticorpos monoclonais<sup>(28,29)</sup>.

Geralmente durante o procedimento cirúrgico, em especial no momento da CEC, a VM é interrompida, exatamente quando o fluxo completo da bomba é estabelecido, porque a máquina coração-pulmão assume a troca gasosa e os pulmões imóveis melhoram a visualização cirúrgica. Entretanto, a apneia durante a CEC tem sido associada à ativação de enzimas lisosomais na circulação pulmonar, as quais estão correlacionadas com maiores taxas de IRPA e SDRA. Além disso, a drenagem fisiológica da secreção pulmonar dos alvéolos para as vias aéreas superiores é prejudicada nos pulmões colapsados, possivelmente criando um ambiente perigoso para o supercrescimento bacteriano<sup>(28,30)</sup>.

A maioria das cirurgias cardíacas é realizada com CEC e pinçamento aórtico para a obtenção de um campo cirúrgico imóvel e sem sangue. No entanto, o pinçamento aórtico abole o fluxo sanguíneo coronariano. As soluções cardioplégicas visam preservar o tecido miocárdico da isquemia e bloquear a condução elétrica nas células cardíacas. No entanto, a lesão miocárdica ainda pode ocorrer, com fortes implicações clínicas. A produção de mediadores pró-inflamatórios do miocárdio isquêmico, a geração de radicais livres após reperfusão e disfunção cardíaca após a CEC também pode exacerbar a lesão pulmonar. A prevenção otimizada do dano miocárdico e a proteção geral de órgãos podem ajudar a reduzir a lesão pulmonar relacionada à CEC <sup>(28)</sup>.

Sobre a hiperóxia, pode-se naturalmente pensar que altas concentrações de oxigênio após a CEC tornariam o desmame mais seguro e reduziriam o risco de hipóxia tecidual durante essa fase delicada da CC. A literatura afirma cada vez mais que altas concentrações de oxigênio não são de todo positivas. Em um estudo retrospectivo foi encontrado concentrações mais elevadas na endotelina-1 e uma maior fração de shunt quando uma fração inspirada de oxigênio ( $F_{I}O_2$ ) de 100% foi aplicada por 70 minutos após a CEC. Os valores de  $PaO_2/F_{I}O_2$  também foram menores no grupo com alto teor de oxigênio <sup>(31)</sup>.

A geração de radicais livres e a lesão de isquemia-reperfusão, que exacerbam a lesão pulmonar relacionada à CEC, são os principais eventos fisiopatológicos nos danos relacionados à hiperóxia. Esta também tem sido associada a desfechos desfavoráveis. Concentrações elevadas de oxigênio durante a CC antes e após a CEC devem ser usadas apenas quando especificamente solicitadas, pois um aumento nas citocinas pró-inflamatórias e na recuperação tardia foi demonstrado em pacientes tratados com oxigênio a 100%. Um nível máximo de  $F_{I}O_2$  de 80% deve ser definido para evitar danos oxidativos e só deve ser usado quando clinicamente necessário <sup>(32)</sup>.

A CEC não é a única etapa em que a lesão pulmonar pode ocorrer. Estratégias de ventilação antes e após a mesma também causam problemas. A superdistensão alveolar e o recrutamento pulmonar reduzido estão envolvidos na lesão pulmonar durante a anestesia geral. A ventilação pulmonar protetora é uma prática comum durante a anestesia geral e inclui baixos VT de 6 a 8 mL/kg de peso corporal ideal, pressão expiratória final positiva (PEEP)  $\geq 8$  cmH<sub>2</sub>O, MRA e o uso de  $F_{I}O_2$  não superiores a 80%. Evidências da literatura indicaram redução da morbidade, menor tempo de internação e menor incidência de CPP após a cirurgia <sup>(33)</sup>.

Quanto à transfusão de sangue ao longo do procedimento cirúrgico, ela pode ocasionar uma LPA relacionada à transfusão (TRALI, do inglês *transfusion-related acute lung injury*), uma condição bem conhecida que afeta pacientes recebendo hemoderivados, é imunologicamente mediada pela maior permeabilidade capilar pulmonar, que ocorre cerca de seis horas após a administração de hemoderivados. Danos no endotélio podem levar a um edema pulmonar. A prevalência de TRALI é de cerca de 2,5% nos pacientes de CC e está associada à alta mortalidade e ao prolongamento na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e na internação hospitalar<sup>(34)</sup>.

Indicam-se algumas estratégias para reduzir a incidência de TRALI no PO de CC, sendo algumas estratégias mais comumente aplicadas, não apenas para o TRALI, onde para esta dizem ser uma fonte assustadora e, às vezes, inevitável de insuficiência respiratória, que pode ser evitada com uma estratégia de transfusão mais restritiva após CC. As reações inflamatórias pós-CEC podem ser tratadas usando estratégias farmacológicas e não farmacológicas, como a administração de esteroides e a ultrafiltração<sup>(34)</sup>.

Outra CPP de grande incidência no PO de CC é a pneumonia associada à ventilação mecânica (PAVM), sendo esta um dos mais importantes fatores de risco para mortalidade hospitalar em pacientes submetidos à CC. Descontaminação oronasofaríngea com clorexidina provou ser um método eficaz para reduzir a taxa de PAVM nesses pacientes, e deve ser uma medida de rotina. A aspiração de secreções subglóticas parece ser um procedimento bem tolerado e também pode reduzir os riscos. A aplicação de “pacotes de cuidados com ventilador” tem sido recomendada nos últimos anos, incluindo lavagem das mãos, limpeza da cavidade oral com clorexidina, postura do paciente com cabeceira elevada a no mínimo de 30 graus, monitoramento da pressão do manguito endotraqueal e otimização da terapia sedativa; essas medidas reduziram a incidência de PAVM e encurtaram o tempo de permanência do ventilador e da UTI. Embora o uso precoce de antibióticos seja recomendado, como em qualquer outro tipo de infecção grave, o uso profilático de antibióticos de amplo espectro é mais controverso em pacientes com risco de infecção respiratória. Em um estudo recente de pacientes em VM por pelo menos 48 h após CC de grande porte, o tratamento preventivo com antibióticos de amplo espectro reduziu a incidência de infecção do trato respiratório inferior e retardou seu início. Entretanto, seu impacto no desenvolvimento da resistência bacteriana requer uma avaliação mais cuidadosa<sup>(35)</sup>.

Como é possível observar até aqui, os prejuízos que a CEC traz no PO para a função pulmonar são inúmeros e vão desde a hipoxemia até lesões mais graves. Podemos citar como complicações pulmonares: hipoxemia; atelectasia; pneumonia; derrame pleural (DP); pneumotórax; hemorragia pulmonar; TRALI; SDRA; LPA; LPIVM. A literatura traz evidências sobre a ocorrência deles e traça estratégias sobre como evitar ou melhorar o seu surgimento no PO de cirurgias cardíacas <sup>(36)</sup>.

## 2.5 COMPLICAÇÃO PULMONAR NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA

A CPP é uma complicação bastante frequente após CC: 40% dos pacientes readmitidos na UTI apresentam insuficiência respiratória e o manejo terapêutico adequado que pode reduzir sua incidência ainda é desconhecido <sup>(37)</sup>.

A fisiopatologia da CPP é complexa e seus mecanismos não são claros. Mesmo assim, existem muitos fatores relacionados à cirurgia que predispõem os pacientes cirúrgicos cardíacos à patogênese das complicações pulmonares pós-operatórias, como os efeitos da anestesia geral combinada com os efeitos da esternotomia mediana, a CEC, a dissecação da artéria mamária interna e o uso de resfriamento tópico para proteção miocárdica. No Quadro 1, é possível observar quais os mecanismos patogênicos que estão relacionados com a CPP <sup>(11)</sup>.

**Quadro 1** – Mecanismos patogênicos da complicação pulmonar pós-operatória

<b>Específico para cirurgia cardíaca</b>	<b>Anomalias nas trocas gasosas</b>	<b>Alterações na mecânica pulmonar</b>
(1) Incisão mediana da esternotomia	(1) Alargamento do gradiente alvéolo-capilar	(1) Reduções na capacidade vital (CV)
(2) Uso de circulação extracorpórea (CEC)	(2) Aumento da permeabilidade microvascular no pulmão	(2) Redução da capacidade residual funcional (CRF)
(3) Transfusão de sangue	(3) aumento da resistência vascular pulmonar (RVP)	(3) Redução da complacência pulmonar estática e dinâmica
(4) Resfriamento tópico para proteção miocárdica	(4) aumento da fração de <i>shunt pulmonar</i>	
(5) Dissecção da artéria mamária interna	(5) Agregação intrapulmonar de leucócitos e plaquetas	
(6) Efeitos da anestesia geral		

Fonte: Adaptado de Badenes, Lozano, Belda <sup>11</sup>

As manifestações clínicas incluem derrame pleural, com apresentação frequente (27–95%), atelectasia (16,6–88%), hipoxemia pós-operatória sem sintomas clínicos (3–10%) e quadro respiratório agudo, SDRA, que tem uma baixa incidência (0,5-1,7%), mas alta mortalidade (50-90%) <sup>(38)</sup>.

Além disso, a CC produz uma resposta inflamatória do corpo inteiro que tem sido altamente relacionada com a lesão pulmonar. Essa resposta inflamatória sistêmica está associada a anomalias nas trocas gasosas, como o aumento da fração de *shunt* pulmonar, o aumento da RVP e a agregação intrapulmonar de leucócitos e plaquetas, e também com alterações na mecânica pulmonar, resultando em uma redução da complacência pulmonar e uma redução da CRF e da CV, ou ambas <sup>(38)</sup>.

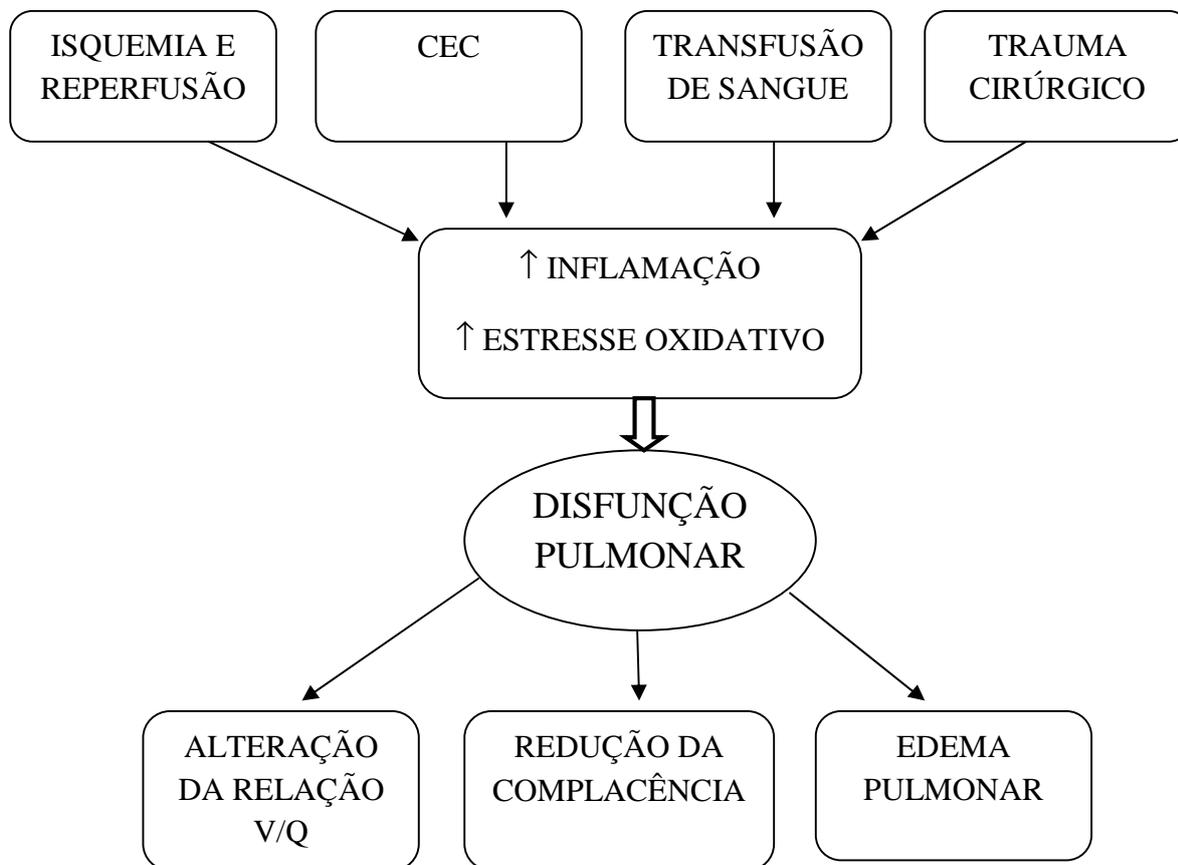
As incisões cirúrgicas pela abolição da integridade da parede torácica afetam a mecânica respiratória, levando ao comprometimento do esforço respiratório. Demonstrou-

se que a dor pós-operatória está associada à diminuição da função pulmonar, impedindo inspirações profundas. Além disso, pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos associados à abertura da pleura terão taxas aumentadas de atelectasias, derrame pleural e dor pós-operatória, especialmente no PO imediato. A CEC pode levar à ativação de diferentes vias inflamatórias e de coagulação, e à alteração do balanço redox, devido à passagem do sangue pelo circuito (ativação por contato) e lesão por isquemia e reperfusão<sup>(39)</sup>.

A disfunção das células endoteliais vasculares durante a CEC devido a alterações nos padrões de fluxo sanguíneo, ao estresse de cisalhamento, à isquemia e à reperfusão e a citocinas circulantes resultará na ativação de múltiplas vias pró-inflamatórias e proapoptóticas, suprimindo sua capacidade de produzir vasoproteção mediadores. A CEC é tradicionalmente associada à perfusão pulmonar inadequada, pois não há fluxo para a artéria pulmonar durante os períodos de pinçamento e quando o coração não está ejetando sangue, e assim o suprimento sanguíneo é limitado às artérias brônquicas. A alteração da fisiologia pulmonar durante a CEC pode prejudicar o equilíbrio da barreira hematoencefálica devido à alteração das diferentes forças que afetam o parênquima, abolindo assim as trocas gasosas por difusão passiva ao nível da barreira hematoencefálica e levando a problemas de ventilação/perfusão e comprometimento complacência pulmonar. Além disso, a isquemia durante a CEC está associada à redução do suprimento sanguíneo alveolar, resultando em isquemia alveolar e vasoconstrição pulmonar hipóxica<sup>(39)</sup>.

A disfunção das células endoteliais vasculares pulmonares e o sequestro de neutrófilos no parênquima pulmonar durante o período de reperfusão podem aumentar a permeabilidade tecidual pulmonar e elevar a resistência vascular e as alterações do surfactante pulmonar, o que leva ao acúmulo de proteína alveolar e de edema pulmonar, induzindo maior produção de citocinas. Isso se manifestará como trocas gasosas anormais, mecânica pulmonar deficiente, aumento da fração de shunt pulmonar e redução da CRF e fator de transferência de monóxido de carbono. Na figura 1, podemos ver quais mecanismos estão envolvidos na CPP durante a CC e suas consequências<sup>(39)</sup>.

**Figura 1-** Mecanismos envolvidos na disfunção pulmonar durante a cirurgia cardíaca e suas consequências



Fonte: Adptado de Costa Leme et al<sup>(75)</sup>.

O uso de sangue e de hemoderivados após a cirurgia pode estar associado à produção excessiva de citocinas e à inflamação sistêmica e pulmonar. Foi previamente demonstrado que a duração do armazenamento de sangue antes da transfusão pode influenciar o efeito adverso associado à transfusão, pois há um risco aumentado de IRPA e a necessidade de ventilação prolongada em pacientes que recebem sangue armazenado por mais de duas semanas<sup>(39)</sup>.

## 2.6 FATORES ASSOCIADOS AO DESENVOLVIMENTO DA COMPLICAÇÃO PULMONAR APÓS CIRURGIA CARDÍACA

### 2.6.1 Anestesia geral

É bem conhecido que o comprometimento funcional pulmonar é inevitável após qualquer grande cirurgia, uma condição que provavelmente está relacionada à anestesia geral. Existem muitos fatores relacionados à anestesia geral que afetam a função pulmonar. A anestesia com a posição supina prolongada produz um deslocamento cefálico do diafragma, o que, combinado com o relaxamento da parede torácica e a alteração da complacência da parede torácica, e com a modificação do volume sanguíneo no tórax, resulta em uma alteração da relação ventilação-perfusão e uma fração anormal de shunt pulmonar. Além disso, a maioria dos fármacos utilizados na anestesia também tem repercussão na função pulmonar, a exemplo, os anestésicos inalatórios que inibem a vasoconstrição pulmonar hipóxica e os narcóticos que reduzem a resposta ventilatória hipóxica e hipercápnica. Todos esses fatores combinados resultam em um gradiente de oxigênio alvéolo-arterial alargado e uma redução da CV e da CRF dos pulmões e também contribui para o aparecimento de hipoxemia e atelectasia <sup>(40)</sup>.

### 2.6.2 Circulação extracorpórea (CEC)

A cirurgia com CEC tem consequências claras para a função pulmonar pós-operatória. A contribuição vascular para os pulmões depende quase exclusivamente das artérias pulmonares. A principal função da circulação brônquica é alimentar as estruturas pulmonares, portanto é responsável por, aproximadamente, 1% da circulação pulmonar. No entanto, quando a circulação arterial é cronicamente comprometida, a circulação brônquica assume um papel principal <sup>(24)</sup>.

Quando a CEC se inicia, para a ventilação pulmonar resulta em pulmões colapsados com perda de surfactante e colapso alveolar, favorecendo a retenção de secreções e atelectasias. Além disso, a circulação pulmonar é interrompida, resultando em isquemia pulmonar com paredes capilares lesadas e liberação de mediadores inflamatórios. Tudo isso aumenta as anormalidades nas trocas gasosas e leva ao fechamento das pequenas vias aéreas. Assim, em comparação com a cirurgia com CEC, esta foi associada com uma

resposta inflamatória reduzida e níveis mais baixos de neutrófilos e de monócitos circulantes. Além disso, muitos estudos demonstraram que os procedimentos sem CEC apresentam menores taxas de complicações pulmonares, extubações mais precoces, menor duração da VM e menor incidência de pneumonia em comparação com aqueles com CEC (28).

Fica claro que a CEC traz evidentes prejuízos para a função pulmonar pós-operatória em comparação com outros tipos de cirurgia de grande porte e parece causar lesão pulmonar adicional e um retardo na recuperação pulmonar, provavelmente devido aos efeitos prejudiciais da cirurgia associada, bem como a resposta inflamatória sistêmica. Por outro lado, alguns estudos descobriram que a cirurgia sem CEC nem sempre foi mais benéfica do que a cirurgia com CEC. Nem sempre a CEC é um fator determinante para o desenvolvimento da CPP (24).

### 2.6.3 Efeitos cirúrgicos e temperatura sistêmica

Existem alguns fatores associados exclusivamente à CC que afetam a função pulmonar e contribuem para o desenvolvimento de CPP, como a incisão mediana da esternotomia, a hipotermia para proteção miocárdica, a dissecação da artéria mamária interna e o uso de CEC. Não está claro o efeito da incisão mediana da esternotomia na CPP. Estudos comparando incisão de esternotomia com incisão de toracotomia mostraram que a interrupção mínima da parede torácica, menor trauma e a compressão pulmonar insignificante tornam a esternotomia um procedimento relativamente benigno, além disso, demonstraram que a incisão da esternotomia não afetou as propriedades mecânicas da parede torácica (41).

Embora os pacientes com normotermia exibissem decréscimos na fração de shunt, PA-aO<sub>2</sub> e o gradiente alvéolo-arterial de CO<sub>2</sub>, a temperatura central não pareceu influenciar significativamente a troca gasosa (diferença alvéolo-arterial na pressão parcial de oxigênio, ou PA-aO<sub>2</sub>) após uma cirurgia de RM. A normotermia pode ser benéfica na preservação da função pulmonar após cirurgia de *bypass* cardiopulmonar (42).

Com tudo isso, parece claro que a grave CPP desenvolvida após a CC é influenciada por dois fatores principais. Um deles é o estresse mecânico e o biotrauma induzido pela VM, e o uso de uma estratégia ventilatória inadequada, com altos volumes e baixos níveis de PEEP que estimulam a atelectasia. A segunda é a resposta inflamatória

sistêmica exagerada à CC e seus fatores associados, como os efeitos da anestesia geral, da incisão da esternotomia, do resfriamento tóxico e da CEC<sup>(43)</sup>.

#### **2.6.4 Ventilação mecânica**

A VM pode causar mudanças significativas na estrutura e na função pulmonar. A lesão pulmonar durante a VM induz uma inflamação pulmonar que pode se espalhar para órgãos distantes e afetar consideravelmente os resultados do tratamento<sup>(44)</sup>.

Além da lesão pulmonar associada à VM, há muitos fatores envolvidos na CC que também afetam a função pulmonar e desempenham um papel importante nessa resposta inflamatória, incluindo a CEC, a intervenção cirúrgica e as lesões por isquemia-reperfusão. A lesão pulmonar induzida por ventilação com inflamação pulmonar resulta de trauma mecânico e biológico<sup>(35)</sup>.

O trauma mecânico envolve tanto o volutrauma quanto o barotrauma. O termo barotrauma é usado para indicar dano pulmonar atribuível à aplicação de alta pressão nas vias aéreas. Desta forma, o volutrauma é referido à sobredistensão alveolar quando se utilizam grandes VT. O estresse produzido por esse trauma mecânico pode ser forte o suficiente para causar destruição da estrutura anatômica do pulmão com lesão epitelial, perda da integridade epitelial e edema<sup>(45)</sup>.

O trauma biológico se refere à reação biológica em resposta ao estresse da VM. Ventilar com alto VC induz a liberação de mediadores inflamatórios que contribuem para esse biotrauma induzido pela ventilação, ativando respostas inflamatórias locais e sistêmicas, o que causa a liberação de citocinas e outros mediadores inflamatórios solúveis e a ativação do complemento, de leucócitos, e de células endoteliais, resultando em uma alteração da função normal dos tecidos e órgãos, alterando as vias celulares<sup>(41)</sup>.

O biotrauma resulta das forças que atuam durante a VM com a abertura cíclica e o colapso dos alvéolos e sua superdistensão, que induz a liberação de citocinas pró-inflamatórias, o recrutamento de leucócitos e a iniciação local de processos inflamatórios. Ainda não está claro como as forças mecânicas são traduzidas nos sinais bioquímicos que produzem o biotrauma. De acordo com os estudos experimentais que estudaram a relação entre a distensão mecânica da membrana alvéolo-capilar e a produção de mediadores, a hipótese do biotrauma assume que a lesão pulmonar é causada pela liberação desses mediadores pró-inflamatórios e pela ativação excessiva do sistema

imunológico. Dessa forma, as teorias propostas implicam em mecanorreceptores, em canais sensíveis ao estiramento, na ativação da cascata inflamatória e na ativação da transcrição do fator nuclear Kappa (NF- $\kappa$ B), que se torna o principal fator de modificação dos núcleos de sequência de ácidos, no núcleo das células e a síntese dos fatores inflamatórios (TNF- $\alpha$ , IL-1, IL-6, e IL-8)<sup>(44,46)</sup>.

O biotrauma provoca diversas respostas biológicas, como a ação de radicais livres de oxigênio, mecanismos celulares de crescimento ou divisão e apoptose, a expressão alterada de genes e proteínas, a ativação da cascata de coagulação e estimulação de vários elementos do sistema imunológico, que levam conseqüentemente à cascata de inflamação. E essa resposta inflamatória exagerada, iniciada localmente no tecido pulmonar, pode cruzar a circulação sistêmica, causando resposta inflamatória sistêmica<sup>(47)</sup>.

A presença de atelectasia é uma das principais causas de biotrauma e um fator primário no desenvolvimento da inflamação pulmonar, e há uma correlação entre a quantidade de atelectasia e o shunt intrapulmonar. A atelectasia está relacionada com um volume pulmonar expiratório final muito baixo e seu desenvolvimento está associado à perda de surfactante e à abertura cíclica e ao colapso de unidades pulmonares instáveis, o que é promovido pela ventilação com a PEEP zerada ou inadequada. Esse colapso e a reabertura repetitivos dos alvéolos é denominado atelectrauma<sup>(44,48)</sup>.

Quando as unidades pulmonares atelectásicas são expostas a altas pressões de ventilação, a abertura e o colapso alternados dos alvéolos geram forças transversais prejudiciais localizadas nessas partes dependentes. Essas forças transversais aplicadas às unidades colapsadas poderiam ser suficientemente altas para danificar o epitélio das vias aéreas e causar uma “falha induzida por estresse” da membrana capilar alveolar, resultando em aumento da permeabilidade microvascular, em edema e no influxo de proteínas plasmáticas causando disfunção do surfactante e iniciando uma reação inflamatória. Alguns estudos demonstraram que o volutrauma (ventilação com altos VT produzindo alta pressão transpulmonar) em vez de barotrauma (ventilação com altas pressões produzindo baixa pressão transpulmonar) foi o principal fator determinante para lesão pulmonar e resposta inflamatória<sup>(11)</sup>.

### **2.6.5 Estratégias que podem melhorar as complicações pulmonares após a cirurgia cardíaca**

Atualmente, uma das formas mais utilizadas para ventilar os pacientes tem sido a estratégia protetora de VM, em que são prevenidos, desde o princípio, a ocorrência de fatores indesejados advindos de uma VM prejudicial, monótona ou sem critérios. O que se preconiza é o uso de VT a 6 ml/Kg desde o início, com correções diretas na frequência respiratória (FR) para casos de hipoventilação na primeira hemogasometria (HGA) de admissão. Utilizando esse valor alvo de VC, evitam-se altas pressões de pico nas vias aéreas. Essa é uma forma que vem sendo exaustivamente estudada e pesquisada. No Brasil, as Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica de 2013, no tema 4, sobre a regulação inicial do ventilador invasivo preconizam o uso de  $VT = 6 \text{ ml/kg/peso}$  predito inicialmente<sup>(49)</sup>.

A estratégia de ventilação protetora reduz a incidência de atelectasias e de infecções pulmonares em pacientes cirúrgicos, em que seu objetivo é reduzir as forças de cisalhamento geradas pela abertura e pelo fechamento cíclico dos alvéolos atelectásicos e minimizar o desenvolvimento de dano alveolar difuso, de edema pulmonar, o recrutamento de células inflamatórias e a produção de citocinas, e isso é o diferencial das estratégias ventilatórias com altos volumes corrente <sup>(26)</sup>.

Quando utilizada essa estratégia protetora, deve ser aplicada com MRA e PEEP suficiente para aumentar a pressão transpulmonar e para manter aberto o maior número possível de alvéolos com  $P_{\text{platô}} - \text{PEEP}$  para prevenir a hiperdistensão pulmonar. A baixa pressão delta é tipicamente obtida usando VT baixos (4-6mL/kg). MRA individualizadas trouxeram uma melhora na oxigenação e complacência pulmonar em pacientes submetidos à CC seletiva <sup>(50)</sup>.

Por outro lado, a estratégia protetora tem alguns efeitos adversos que foram notados. Por exemplo, a PEEP alta pode prejudicar a pressão intracraniana e prejudicar o enchimento ventricular, a pós-carga do ventrículo direito (VD) aumenta, mas a contratilidade não é afetada. Os efeitos cardiovasculares são particularmente proeminentes em pacientes com depleção de fluidos. Foi constatado que o débito cardíaco não é afetado por altos níveis de PEEP após uma manobra de recrutamento em pacientes de CC. Esses resultados foram posteriormente confirmados em outro estudo, utilizando um cateter de

artéria pulmonar em pacientes submetidos à CC, e foi constatado que a estratégia protetora não afetou a RVP ou a FE do VD <sup>(51)</sup>.

Em um estudo recente foi apoiado o uso da estratégia protetora após a intubação na sala de operações, durante o período da CEC e continuando com essa estratégia até que o paciente seja extubado, pois não foram encontrados efeitos adversos e, essa estratégia tem importantes vantagens potenciais, como reduzir a inflamação pulmonar induzida pelo ventilador, aumentar a  $PaO_2/FiO_2$ , atenuar a redução pós-operatória da CRF e diminuir a incidência de hipoxemia <sup>(52)</sup>.

A atelectasia é o principal determinante das trocas gasosas no PO e pode desempenhar um papel mais importante nas anormalidades ventilatórias após a CC do que o edema, devido ao aumento da permeabilidade. Para evitar todas estas complicações, que tem sido aplicado algumas manobras, tais como a ventilação intermitente ou aplicação de pressão contínua das vias aéreas (CPAP) durante CEC. A aplicação de CPAP durante a CEC tem sido relatada como um complemento eficaz <sup>(24)</sup>.

Outra forma de reverter os quadros de atelectasia, que desempenha um papel importante no desenvolvimento de insuficiência respiratória pós-operatória, seria o uso da ventilação não invasiva (VNI). Esta deve ser aplicada para prevenir IRA em pacientes com alto risco de desenvolvê-la. Se for usada corretamente, a VNI tem sido relatada para reduzir atelectasias e disfunção pulmonar, e diminuir as taxas de reintubação, o tempo de permanência na UTI e readmissões hospitalares <sup>(53,54)</sup>.

## 2.7 MANOBRA DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR: CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE SEU USO

O uso de MRA já é bem descrito na literatura e na SDRA para abrir alvéolos instáveis e colapsados usando um breve aumento da pressão transpulmonar, isso tornou-se prática comum na UTI, e uma grande variedade de MRA foi proposta na literatura. Muitas são as formas estipuladas para realizar recrutamento alveolar, no entanto, ainda existe muita confusão em relação à maneira ideal de obter e manter o recrutamento alveolar na SDRA e, em muitos casos, o modo de ação precisa de determinadas manobras não é bem conhecido <sup>(55)</sup>.

Uma das formas atuais mais utilizadas de MRA no tratamento da SDRA é a insuflação sustentada (IS). Estudos têm demonstrado graus variados de sucesso, com vários relatos de melhora pós-MRA na oxigenação e na redução nas atelectasias pulmonares. No entanto, também foi demonstrado que a IS resulta em aumento do risco de hipotensão e barotrauma, declínio na oxigenação e até foi relatado como ineficaz. A manobra de insuflação pulmonar sustentada é realizada utilizando-se o CPAP de 40 cmH<sub>2</sub>O aplicada durante quarenta segundos. Ao final da manobra, a PEEP é ajustada para 5 cmH<sub>2</sub>O, 10 cmH<sub>2</sub>O o valor titulado em melhor PEEP-complacência <sup>(55)</sup>.

Uma estratégia alternativa de recrutamento proposta recentemente é a manobra prolongada de recrutamento (MRP), na qual a PEEP é fixada em um nível superior ao basal e a pressão inspiratória (PI) positiva aumenta progressivamente. Quando a MRP foi comparada com o IS em um modelo experimental de LPA leve induzida em um pulmão de rato, ele mostrou um melhor recrutamento alveolar, melhores trocas gasosas e um nível reduzido de danos nos pulmões. Até o momento, no entanto, nenhuma evidência adicional está disponível para apoiar o uso de MRP em pacientes com SDRA. A MRP consiste em aumentar progressivamente a PEEP em intervalos de dois minutos, com incrementos de 5 cmH<sub>2</sub>O, de 15 cmH<sub>2</sub>O até 25 cmH<sub>2</sub>O, acima de uma PEEP fixa de 15 cmH<sub>2</sub>O. Ao final da manobra, a PEEP é ajustada para 5 cmH<sub>2</sub>O, 10 cmH<sub>2</sub>O o valor titulado em melhor PEEP-complacência <sup>(55)</sup>.

Uma terceira forma de MRA considerada é a estratégia máxima de recrutamento (MRS). Nos estudos, esta estratégia utilizou, ao longo da VM, baixos VT e PEEP titulada, e observou-se uma mediana de 45% do recrutamento relativo de tecido pulmonar na análise quantitativa da tomografia computadorizada (TC). No entanto, os níveis de PEEP finais aplicados no final da fase de titulação da MRS resultou em pressões de platô na população estudada de cerca de 40cmH<sub>2</sub>O, em média. Isso excede em muito o limite de segurança estipulado (28 cmH<sub>2</sub>O), foi associado ao aumento da resposta inflamatória em estudos anteriores, e ainda o valor de pressão de platô (PPLATÔ) de 30 cmH<sub>2</sub>O, valor de corte proposto pelo protocolo ARDSNet. Como observado, é muito provável que a MRS tenha causado altos graus de estresse e tensão alveolar em alguns pacientes. A MRS consiste em etapas de dois minutos em modo controlado por pressão, com uma pressão fixa de 15 cmH<sub>2</sub>O (acima da PEEP). Durante a fase de recrutamento, a PEEP é aumentada de 5 cmH<sub>2</sub>O para um máximo de 45 cmH<sub>2</sub>O, a cada 5 cmH<sub>2</sub>O, e cada passo com duração de dois minutos. Durante a fase de titulação de PEEP, a PEEP é ajustada a 25 cmH<sub>2</sub>O e,

em seguida, reduzida em 5 cmH<sub>2</sub>O em passos para a PEEP-manobra final, com cada passo com duração de cinco minutos. Ao final da manobra, a PEEP é ajustada para 5 cmH<sub>2</sub>O, 10 cmH<sub>2</sub>O o valor titulado em melhor PEEP-complacência <sup>(55)</sup>.

Comprovadamente os estudos de MRA em SDRA demonstraram elevação nas trocas gasosas, representadas pelo aumento do índice de oxigenação (PaO<sub>2</sub> / F<sub>I</sub>O<sub>2</sub>). Isso se explica pelo fato de que, durante a inspiração, um pulmão normal aumenta seu volume uniformemente, pois quase todos os seus compartimentos têm a mesma elastância dinâmica e estrutura homogênea. Isso não é verdade no caso de pulmões doentes, no entanto, Gattinoni, em um dos seus estudos, demonstrou que o pulmão da SDRA é caracterizado por um pequeno volume funcional denominado “*baby lung*”, que permanece aberto durante todo o ciclo respiratório. No final da expiração, uma PEEP adequada pode manter algumas das regiões pulmonares recrutadas abertas para o próximo ciclo respiratório. Portanto, selecionar uma estratégia de recrutamento apropriada e modificar a PEEP aplicada no final de um período de ventilação intensiva deve aumentar e manter o tamanho do “*baby lung*”, e contribuir para melhorar as trocas gasosas <sup>(56)</sup>.

### **2.7.1 O uso da manobra de recrutamento alveolar no pós-operatório de cirurgia cardíaca: considerações sobre seu uso e seus objetivos**

Das CPP que ocorrem no POCC, as que causam maior impacto são aquelas que se relacionam diretamente com a redução do PaO<sub>2</sub>/F<sub>I</sub>O<sub>2</sub>, as que geram colapso pulmonar e as que reduzem a CRF dos pulmões. O uso da anestesia geral, o uso da CEC e a própria manipulação cirúrgica no tórax trazem diversos desses efeitos. O colapso pulmonar aumenta a heterogeneidade pulmonar, diminuindo o tamanho do pulmão funcional, contribuindo para a superdistensão alveolar mesmo em VT relativamente baixos. Tal colapso também aumenta a RVP por compressão capilar pulmonar e a vasoconstrição pulmonar hipóxica <sup>(57)</sup>.

As CPP nos pacientes de POCC apresentam fisiopatologia multifatorial. Seu desenvolvimento é resultado da combinação dos efeitos da anestesia, do trauma cirúrgico e da CEC <sup>(58)</sup>. Atelectasia e hipoxemia são as complicações mais importantes. A incidência de atelectasia em pacientes submetidos à CC com CEC é alta, variando de 60% a 90%. O desenvolvimento de atelectasia no POCC é aproximadamente seis vezes maior do que o observado após cirurgias abdominais <sup>(59)</sup>.

Durante o procedimento cirúrgico, os pacientes cardiopatas são expostos a diversos fatores que contribuem para a formação de atelectasias. Entre eles, citam-se o deslocamento cefálico do diafragma causado pelos anestésicos e pelos bloqueadores neuromusculares, a compressão dos pulmões por estruturas do mediastino, a esternotomia, o manuseio cirúrgico da cavidade pleural, a atividade dos pulmões durante a CEC e a VM com altas frações inspiradas de oxigênio durante o período intraoperatório <sup>(60)</sup>.

Nos pacientes submetidos à intervenção cirúrgica cardíaca com CEC, o aumento do volume de água extravascular pulmonar e a alteração da atividade normal do sistema surfactante, secundários à ativação das cascatas inflamatórias e da coagulação pelo contato do sangue com superfícies não-endotelizadas, contribuem para o aumento do peso do parênquima pulmonar e o colapso adicional de unidades alveolares, diminuindo ainda mais a eficiência das trocas gasosas. Essas alterações repercutem na relação ventilação-perfusão, acarretando na diminuição da CRF, no aumento do *shunt* intrapulmonar e no desenvolvimento de hipoxemia <sup>(61)</sup>.

A presença de regiões pulmonares colapsadas também tem sido associada ao aumento do risco de infecções respiratórias no PO. A pneumonia é uma das infecções nosocomiais mais frequente no PO de intervenção cardíaca e é considerada a maior causa de morbimortalidade nessa população <sup>(60)</sup>.

No contexto de PO de CC, a MRA, técnica que utiliza o aumento da pressão transpulmonar, tem o objetivo de recrutar unidades alveolares colapsadas, aumentando a área pulmonar disponível para a troca gasosa e, conseqüentemente, a oxigenação arterial. Desse modo, essa abordagem maximiza as trocas gasosas, melhora a oxigenação arterial e minimiza as LPIVM, conhecidas como volutrauma, atelectrauma e biotrauma. A MRA também tem sido utilizada para aumentar a oxigenação após a intervenção cirúrgica cardíaca. Os quadros hipoxêmicos desses pacientes ocorrem em razão das frações de *shunt* intrapulmonar causadas por alvéolos colapsados. A MRA é especialmente indicada em situações clínicas que podem causar colapso alveolar, como a anestesia, a sedação e o bloqueio neuromuscular, bem como na desconexão do paciente do ventilador mecânico <sup>(62)</sup>.

Em um ensaio clínico recente foi demonstrado que a MRA pode ser indicada e monitorizada por meio de marcadores de oxigenação, sendo os mais utilizados a pressão arterial de oxigênio ( $PaO_2$ ), o  $PaO_2/FiO_2$  e a saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ). Estes marcadores, associados à TC, podem esclarecer, quantificar e avaliar a eficácia do recrutamento pulmonar <sup>(63)</sup>.

Diferentes métodos são propostos para a realização do recrutamento alveolar: IS com alto nível de pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP); aumento simultâneo da PEEP e do VC; aumento progressivo da PEEP com um valor fixo de PI e elevação simultânea da PI e da PEEP no modo ventilatório pressão controlada. A MRA possui curta duração e pode ser realizada várias vezes ao dia e/ou quando necessário, como na deterioração da oxigenação, na desconexão do ventilador mecânico e após aspiração do tubo traqueal. Estudos têm demonstrado que estratégias de recrutamento alveolar podem melhorar a função respiratória no PO de CC pela redução da atelectasia e do *shunt* intrapulmonar, melhorando a relação ventilação-perfusão e, conseqüentemente, a oxigenação arterial <sup>(64)</sup>.

Os benefícios da MRA vão além da reversão de atelectasias. Promovendo melhor distribuição da ventilação para as áreas previamente colapsadas, pode-se reduzir a possibilidade de volutrauma, reduzir a RVP associada à hipóxia, melhorando o desempenho do VD e diminuindo a necessidade de VM no PO <sup>(50)</sup>.

Para melhor avaliação dos resultados da MRA, os marcadores de oxigenação devem ser determinados ao início do procedimento e na evolução do paciente. Além disso, seria importante que a cada intervenção a efetividade do recrutamento fosse também avaliada por técnicas de imagem, como a TC de tórax, estudos da mecânica respiratória estática e dinâmica, bem como a medida do volume pulmonar <sup>(64)</sup>.

Apesar dos benefícios constatados, o recrutamento alveolar no PO imediato da CC tem apresentado resultados ainda controversos. A MRA também pode causar efeitos indesejáveis, como redução do retorno venoso, diminuição do débito cardíaco e hipotensão. A ocorrência de hipotensão, com rápida melhora após a interrupção da manobra, é mais frequente em pacientes hipovolêmicos <sup>(65)</sup>.

Os principais efeitos adversos que podem ocorrer durante a MRA são o barotrauma e o comprometimento hemodinâmico. Dois mecanismos são responsáveis pela instabilidade hemodinâmica, o primeiro por aumento das pressões em vias aéreas, levando à diminuição do retorno venoso e da pré-carga do VD, o segundo por elevação da pressão alveolar, podendo aumentar a RVP e a pós-carga do VD <sup>(66)</sup>.

Entre as principais contra indicações para a realização do recrutamento alveolar, está a presença de instabilidade hemodinâmica, como hipotensão, agitação psicomotora, DPOC, pneumectomia prévia, fístulas broncopleurais, hemoptise, pneumotórax não drenado e hipertensão intracraniana <sup>(67)</sup>.

Sabendo do impacto que as cirurgias cardíacas podem provocar no indivíduo, bem como as complicações pulmonares advindas desta forma de tratamento das doenças cardiovasculares, faz-se necessário adotar estratégias terapêuticas e intervenções que minimizem os efeitos negativos causados pelos aspectos multifatoriais da CC, prevenindo e minimizando as complicações pulmonares após intervenção cirúrgica cardíaca. A necessidade do uso de VM adequada, com níveis de PEEP adequados após a CC, pois isso minimizaria muito os efeitos adversos que são esperados após esse tipo de abordagem cirúrgica. O uso da PEEP é uma faca de dois gumes, uma vez que o efeito benéfico no recrutamento e complacência alveolar é contrabalançado pela potencial hiperinsuflação pulmonar e pela piora da hemodinâmica. Estudos futuros devem ter como objetivo adaptar a PEEP às características individuais do paciente e à resposta à terapia, dado o potencial prejudicial de alta PEEP em alguns pacientes <sup>(68)</sup>.

O uso sistemático de uma estratégia de recrutamento intensivo pode ser uma opção em uma população específica e selecionada com alto potencial esperado para recrutamento, dado que sua eficiência e segurança são confirmadas em um ensaio clínico randomizado multicêntrico. A personalização dos níveis de PEEP em função do potencial de recrutamento alveolar parece ser uma opção mais relevante na população em geral, mas aguarda o advento de uma ferramenta confiável à beira do leito, ajudando a prevenir as consequências prejudiciais da lesão induzida pela ventilação mecânica (LIVM) em alguns pacientes <sup>(68)</sup>.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

Identificar se a MRA reduz a incidência de complicações pulmonares no PO imediato de CC de pacientes adultos.

#### 3.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Verificar se a MRA melhora as trocas gasosas de pacientes no PO de CC;
- Avaliar se a MRA está associada à redução do tempo de VM e à redução de ocorrências de reintubação;
- Verificar se a MRA está associada à redução do tempo de internação na UTI e no hospital;
- Verificar os principais efeitos adversos durante o uso da MRA no PO de CC.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS E REGISTRO DO ESTUDO

Esta pesquisa foi elaborada em concordância com as normas vigentes para a pesquisa envolvendo seres humanos, conforme a Resolução Res. 466/12 CNS/MS). Todos os participantes receberam esclarecimentos sobre as justificativas, os objetivos e as intervenções propostas. Aqueles que concordaram em participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que se encontra no APÊNDICE A. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de ética em pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde (ICS), sob o parecer número: 2.067.971, e do Hospital Ana Nery (HAN/SESAB), sob o parecer número: 3.029.782 (ANEXOS A e B). Trata-se de um ensaio clínico controlado e randomizado, seguindo as recomendações do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT)(69). Este estudo foi registrado na plataforma de registros brasileiros de ensaios clínicos: [www.ensaiosclinicos.gov.br](http://www.ensaiosclinicos.gov.br). Encontra-se registrado sob o número do UTN: U1111-1227-8525, e sob o número de registro: RBR-9y6qvx.

### 4.2 DESENHO DO ESTUDO E ESTRATÉGIA DE TRATAMENTO

Este estudo é experimental do tipo ensaio clínico randomizado, paralelo, prospectivo e monocêntrico. O estudo é composto por dois grupos de pacientes: um grupo com pacientes recebendo MRA (grupo intervenção) e o outro apenas o tratamento padrão do serviço de fisioterapia (grupo controle).

### 4.3 LOCAL DO ESTUDO

O presente estudo foi realizado na Unidade Cardiovascular (UCV) do HAN, localizada na cidade de Salvador – BA. O estudo foi realizado durante os meses de fevereiro de 2019 a setembro de 2019. A unidade conta com 09 leitos de PO imediato e com profissionais especializados no atendimento a pacientes de afecções cardiovasculares. Os principais atendimentos dessa unidade são relacionados à CC, à cirurgia vascular e à área de nefrologia.

O HAN é responsável por 49% das cirurgias cardiovasculares em adultos no estado da Bahia (Sistema Único de Saúde – SUS), sendo os principais procedimentos de CC realizados: a revascularização do miocárdio, a TVAo, a TVMi, a dupla troca de válvulas e o tratamento de aneurismas. O número mensal de CC realizadas varia em torno de 83 a 114 cirurgias, sendo estes dados atualizados do ano de 2017 (Fonte: Relatório Smart 2017 – acessado em 12/04/18 em: <http://www.han.net.br/informacoes-uteis/indicadores/>).

#### 4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Pacientes maiores de 18 anos, de ambos os sexos, internados na UCV do HAN, no PO de CC com uso de CEC: RM completa e incompleta, TVAo e TVMi, que tenham sido admitidos sob VM e que permaneceram no ventilador durante um período aproximado de 4 a 8 horas no POI.

#### 4.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos do estudo os indivíduos que apresentassem os seguintes itens:

- Deformidade torácica;
- Dificuldade ou incapacidade de deglutir e de liberar vias aéreas, que não apresentaram reflexo de tosse;
- Instabilidade hemodinâmica, como hipotensão;
- Agitação psicomotora;
- Pneumectomia prévia;
- Risco de fístula pleural: PO ressecção pulmonar;
- Lesões bolhosas ou cavitárias;
- Hemoptise;
- Pneumotórax não drenado;
- Portadores de doenças neuromusculares;
- Complicações neurológicas durante o PO;
- Dependência da VM;

- CC prévia;
- DPOC com evidência radiológica de presença de bolhas pulmonares enfisematosas;
- Asma;
- IMC > 35 Kg/m<sup>2</sup>;
- Pressão pulmonar arterial média (PAP) > 35 mmHg no pré-operatório;
- Fração de ejeção ventricular esquerda (FEVE) < 35% no pré-operatório;
- CC de emergência;
- Uso de dispositivo de assistência ventricular;
- Arritmia associada à instabilidade hemodinâmica;
- Hemorragia alveolar;
- Sinais de hipoxemia refratária na admissão;
- Hipertensão pulmonar, tromboembolismo pulmonar;
- Atelectasia total unilateral (pacientes que apresentaram necessidade de broncoscopia);
- Trauma de parede torácica;
- Transferência da unidade cardiovascular do HAN (70).

## 4.6 DESFECHOS

### 4.6.1 Desfechos primários

O desfecho primário foi a taxa de complicações pulmonares em 5 dias do PO.

### 4.6.2 Desfechos secundários

Os desfechos secundários foram trocas gasosas em três momentos, tempo total de VM, uso de VNI no PO, ocorrências de reintubação, tempo total de internamento na UTI e no hospital, e número de óbitos.

#### 4.7 RANDOMIZAÇÃO

Uma lista de alocação aleatória e simples, representando cada grupo, foi criada por um pesquisador que não estava relacionado ao estudo, gerada com auxílio do software R versão 2.15.1. Pacientes elegíveis e que atendiam aos critérios de inclusão do estudo, após devidamente conectados ao ventilador mecânico, eram inseridos em um grupo, seguindo a sequência da lista. Um novo pesquisador, responsável por esta lista, disponibilizava a informação ao fisioterapeuta de plantão que procedia com o tratamento proposto a cada grupo <sup>(71)</sup>.

Para manter o critério de imprevisibilidade de alocação, a lista de randomização era mantida em sigilo. Essa lista, de posse de um único pesquisador, ficava armazenada em meio eletrônico, no qual apenas tal pesquisador tinha acesso. Outros investigadores selecionavam previamente, no período pré-operatório, pacientes que se encaixavam no perfil do estudo. A sequência dos eventos, portanto, eram: seleção de pacientes no perfil do estudo, coleta de dados pré-operatórios, pacientes encaminhados para a cirurgia, chegada na UCV e depois randomização.

#### 4.8 PROTOCOLO DE VENTILAÇÃO MECÂNICA PARA AMBOS OS GRUPOS

Os pacientes selecionados e em PO imediato eram acoplados em um dos ventiladores mecânicos disponíveis na unidade (Vela Bird®, SERVO-S Maquet® e Savina Drager®), todos eram inicialmente ventilados conforme protocolo estipulado, que consiste em: modo assistido-controlado (A/C) a volume ou a pressão, com VC = 6 ml/Kg do peso predito, FR de 20 ipm, relação inspiração expiração (I:E) de 1:2, PEEP inicial = 8 cmH<sub>2</sub>O e FiO<sub>2</sub> de 0,6. Para o cálculo do peso corpóreo ideal previsto para ambos os sexos foi utilizada a seguinte fórmula(49):

$$50 + 0,91 \times (\text{altura em cm} - 152,4) \text{ para homens}$$

$$45,5 + 0,91 \times (\text{altura em cm} - 152,4) \text{ para mulheres}$$

#### 4.9 MONITORIZAÇÃO VENTILATÓRIA E TROCAS GASOSAS PARA AMBOS OS GRUPOS

Os pacientes submetidos à CC, após chegada do centro cirúrgico e após conexão ao ventilador mecânico, tinham gasometria arterial e venosa coletadas. Estas eram anotadas no mapa ventilatório (ANEXO C) e em ficha de coleta (APÊNDICE B) pelos pesquisadores, contendo os seguintes parâmetros: o índice de oxigenação ou a relação  $PaO_2/FiO_2$ , a saturação de oxigênio ( $SaO_2$ ) na HGA arterial; a saturação venosa de oxigênio ( $SvO_2$ ), lactato sérico. Também foi avaliada e coletada a oximetria de pulso ( $SpO_2$ ). Tais medidas foram coletadas em três momentos: imediatamente após admissão na UCV, depois de 60 minutos e após 6 horas. A depender do bom andamento do quadro clínico, alguns pacientes saíam precocemente da VM, portanto, a gasometria das 6 horas já era realizada com o paciente fora da VM.

#### 4.10 MONITORIZAÇÃO HEMODINÂMICA E RESPIRATÓRIA PARA AMBOS OS GRUPOS

No PO, todos os pacientes foram monitorizados conforme rotina padrão da unidade. Os traçados gráficos e os valores numéricos das variáveis hemodinâmicas foram visualizados em um monitor digital (Dixtal®). As variáveis hemodinâmicas analisadas foram: frequência cardíaca (FC), pressões arteriais sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM), obtidas por meio de um cateter arterial invasivo e a da  $SpO_2$ . As variáveis respiratórias (FR, volume corrente exalado [VCEX], PPLATÔ, complacência do sistema respiratório [CSR] e resistência das vias aéreas [RVA]) foram obtidas na tela de um dos três ventiladores existentes na unidade (Vela Bird®, SERVO-S Maquet® e Savina Drager®). No momento do cálculo, o VT ajustado no ventilador era de 6 ml/Kg e a FR mantida conforme parâmetros iniciais de monitorização que constavam no cabeçalho do mapa ventilatório. Após o cálculo, o VT e a FR eram reajustados nos valores iniciais ou o que estava sendo utilizado no momento antes do cálculo.

#### 4.11 MANOBRA DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR

A MRA, realizada uma única vez no PO profilaticamente, já utilizada no cotidiano da UCV do HAN, registrada em procedimento operacional de qualidade do serviço de fisioterapia, consistia nos procedimentos a seguir <sup>(63,72-76)</sup>:

1. Correção da limitação por componente secretivo se necessário;
2. Posicionamento do paciente em decúbito dorsal com cabeceira elevada a 45°;
3. Realização da técnica com o paciente sedado (sem *drive* respiratório);
4. Monitorização hemodinâmica e oxigenação antes, durante e após a intervenção;
5. A MRA foi realizada em PCV, da seguinte forma - PI: 15 cmH<sub>2</sub>O, PEEP = 25 cmH<sub>2</sub>O. Ajuste da PI para 15 cmH<sub>2</sub>O, iniciada com PEEP = 25 cmH<sub>2</sub>O, manutenção de 1 minuto se condição hemodinâmica permitisse. Repetição da técnica 3 vezes, respeitando o intervalo de 2 minutos entre cada MRA;
6. Após a MRA, retornava-se o paciente aos parâmetros prévios e mantinha-se a PEEP basal.

##### 4.11.1 Critérios e efeitos adversos para interrupção da manobra de recrutamento alveolar

A MRA foi interrompida ao sinal de: 1. hipotensão, ou seja, caso houvesse uma queda de 20 mmHg em relação à pressão arterial registrada antes da MRA ou abaixo do limite inferior ideal para idade; 2. hipertensão, traduzida por uma elevação de 20 mmHg em relação à pressão arterial registrada antes da MRA ou do limite superior ideal para idade; 3. taquicardia, ao sinal de elevação de 20 bpm em relação à FC registrada antes da manobra; 4. bradicardia, ocorrência de queda de 20 bpm da FC registrada antes da MRA; 5. dessaturação ou queda sustentada da saturação arterial de oxigênio abaixo de 90%. Por fim, a MRA era suspensa, caso houvesse uma assincronia paciente/ventilador causada pelo despertar da anestesia durante a técnica <sup>(77)</sup>. Caso ocorresse uma das eventualidades descritas, a equipe médica era imediatamente acionada, ou seja, o médico plantonista da unidade cardiovascular onde o paciente do estudo encontrava-se internado, bem como a equipe eram acionados em caso de: hipotensão, hipertensão, taquicardia, bradicardia, dessaturação ou queda sustentada da saturação arterial de oxigênio. Em alguns casos foi

necessária a correção da hipotensão através de administração de volume ou de administração de amina vasoativa (noradrenalina).

#### 4.12 CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS SOBRE AS ETAPAS DOS TESTES E COLETA NO PÓS-OPERATÓRIO

Um mapa dos pacientes de CC diariamente era passado à equipe de pesquisadores responsável pela coleta no pré-operatório. Após checados os critérios de inclusão do estudo, feita a entrevista, realizada a aceitação de participação no estudo juntamente com a assinatura do TCLE, procedia-se ao preenchimento da ficha de coleta com os dados primários, sendo estes: dados sociodemográficos (sexo, idade), dados antropométricos (peso, altura e IMC), comorbidades (tabagismo, ex-tabagismo, ICC, FEVE, HAS, DM, TVP, etilismo, doenças pulmonares e DLP) e risco pré-operatório (*Euroscore e STS Risk*).

Para acompanhamento das trocas gasosas e posterior verificação positiva ou negativa da MRA nas trocas gasosas, foram colhidas amostras de sangue arterial e venosa, pela equipe do laboratório bem como pela equipe médica, para análise do pH e dos gases sanguíneos para obtenção da relação  $PaO_2/FiO_2$  do paciente imediatamente à admissão do paciente na unidade cardiovascular. Para acompanhamento dos impactos hemodinâmicos, séricos e de troca gasosa da MRA, foram colhidos dados referentes à FR, à FC, à pressão arterial (PA), à  $SpO_2$ , à  $SvO_2$ , ao lactato sérico e à relação  $PaO_2/FiO_2$ , por fim, em busca dos impactos da manobra em região pulmonar, também foram avaliadas as radiografias de tórax e a ultrassonografia pulmonar em busca do aparecimento de CPP no PO dos pacientes.

Os paciente receberam apenas uma intervenção de MRA na admissão na UCV do HAN após a adaptação à VM. Caso o paciente alocado no grupo controle (GC) apresentasse CPP severas e graves, em que houvessem indicações bem fundamentadas, realizava-se a MRA nele. Os pacientes do grupo intervenção (GI) que apresentavam queda abrupta da pressão arterial e impactos hemodinâmicos da MRA tinham seu recrutamento suspenso e os motivos relatados em mapa ventilatório e em ficha de coleta.

Os pacientes dos GC e GI foram acompanhados diariamente para a obtenção de dados, como o tempo total de VM, o tempo total de internamento na UTI e no hospital, a presença de desconforto respiratório, as ocorrências de apneia, os episódios de dessaturação, a ocorrência de CPP e a ocorrência do óbitos.

Os dados relacionados ao tempo de VM foram coletados em horas. Além disso, foram registradas as ocorrências de reintubação e sua causa, a necessidade de VNI terapêutica após extubação e o tempo total de internamento na UTI e no hospital. Os dados foram registrados em protocolo específico, em uma ficha de coleta de dados, previamente elaborada para este estudo.

Os dados relacionados aos efeitos adversos da MRA foram coletados em campo específico na ficha de coleta. Os pesquisadores responsáveis por checarem os dados PO resgatavam em mapa ventilatório ou prontuário eletrônico os eventos ocorridos. Todas as cirurgias foram realizadas com esternotomia mediana. Todos os pacientes na chegada à unidade cardiovascular eram sedados com Ketamina.

#### 4.13 GRUPO CONTROLE

No GC, os pacientes recebiam o atendimento padrão do serviço de fisioterapia, que consistia em: monitorização e ajustes ventilatórios (ventilados em estratégia protetora), manobras manuais reexpansivas e desobstrutivas, terapia de higiene brônquica (aspiração traqueobrônquica, tosse técnica ou manualmente assistida), exercícios respiratórios, exercícios de reexpansão pulmonar com uso de equipamentos (espirômetro de incentivo, respiração positiva intermitente, CPAP e pressão positiva expiratória nas vias aéreas), exercícios motores ativos, ativos assistidos e deambulação livre ou assistida, conforme a indicação terapêutica. Todas as rotinas típicas da unidade, como o manejo do paciente em PO imediato, foram mantidas, inclusive sua adaptação à VM e posterior desmame e extubação.

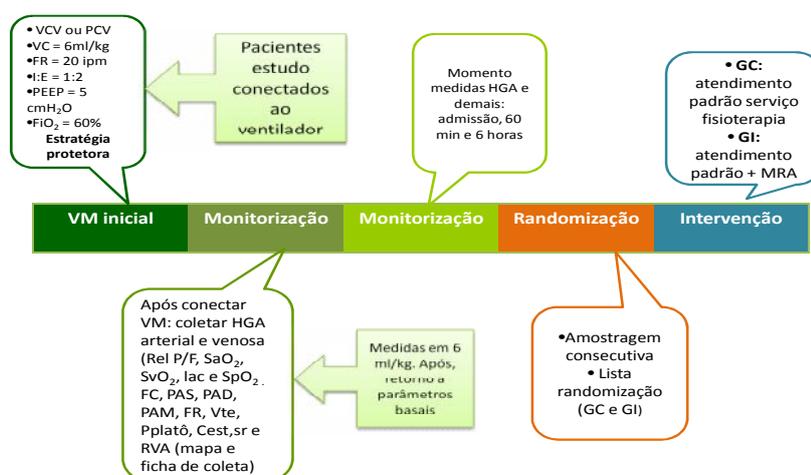
#### 4.14 GRUPO INTERVENÇÃO

O GI, além do atendimento padrão do serviço de fisioterapia, recebeu adicionalmente a MRA de forma profilática. Esta manobra foi realizada imediatamente após recebimento do paciente no leito, os ajustes ventilatórios (VM sob estratégia protetora), a monitorização hemodinâmica e respiratória. Isso ocorreu em torno de até 30 minutos após chegada do paciente na unidade de PO imediato.

#### 4.15 A COLETA E SUAS ETAPAS

A Figura 2 apresenta toda a etapa de coleta e de intervenção no período PO.

**Figura 2-** Linha do tempo para o período pós-operatório (randomização, intervenção e coleta de dados)



Fonte: Autoria própria

Um instrumento para coleta de dados foi criado para auxiliar na obtenção e na organização dos dados necessários para este estudo (APÊNDICE B).

##### 4.15.1 Coleta pré-operatória

Foram obtidos dados por meio de avaliação do mapa cirúrgico, e dados secundários através do prontuário eletrônico, em que foram obtidas todas as informações prévias do paciente (antecedentes pessoais, doenças prévias, alterações em exames). Os escores de risco e de gravidade (*Euroscore* e *STS Risk*) eram também obtidos em prontuário eletrônico, a partir de uma avaliação prévia realizada pela equipe cirúrgica.

#### 4.15.2 Coleta pós-operatória

Após término da cirurgia eram coletados em prontuário eletrônico, a partir da folha do ato cirúrgico, dados como: tipo de cirurgia, número e tipo de enxertos utilizados, tipo de válvula utilizada, duração da cirurgia, tempo de CEC, tempo de anóxia, intercorrências intraoperatórias, instabilidade hemodinâmica e necessidade de uso de drogas vasoativas.

Os pesquisadores responsáveis pela coleta pós-operatória (que não o pesquisador responsável pela randomização), coletavam do POI ao dia da alta da UCV, os seguintes dados PO: data e hora da admissão na UTI; complicações sistêmicas que ocorressem no período internado na UTI; CPP confirmadas em prontuário eletrônico através de laudo de raio X ou laudo de USG pulmonar emitidas pelo médico; data da extubação; necessidade de VNI; oxigenioterapia; necessidade de reintubação e causas; necessidade de traqueostomia com respectiva data e causas; gasometrias arteriais e venosas de controle em três momentos (admissão, 60 minutos e 6 horas); dados hemodinâmicos que foram coletados, conforme rotina padrão da unidade (cheçadas pela equipe de enfermagem e anotados em folha de controle da enfermagem); dados da mecânica respiratória em três momentos (admissão, 60 minutos e 6 horas); anotações referentes à manobra de recrutamento em si e os efeitos adversos, caso ocorressem (com data, hora e motivo).

Todos os pacientes foram acompanhados quanto a eventos de CPP desde o internamento na UTI até a data de alta hospitalar, e sempre acompanhados de tais eventos pelo prontuário eletrônico, confirmados nos diagnósticos médicos e de exames complementares devidamente laudados.

#### 4.16 COMPLICAÇÕES PULMONARES

As CPP consideradas para este estudo foram: pneumonia, considerada através da radiografia de tórax na qual se apresenta infiltrado alveolar persistente, progressivo ou consolidação associado à febre (temperatura axilar acima de 37,8°C); leucopenia (<4000 leuc/mm<sup>3</sup>) ou leucocitose (> 15000 leuc/mm<sup>3</sup>); mudança do aspecto da secreção traqueal (surgimento de secreção purulenta); sibilância; roncocal na ausculta pulmonar e piora da troca gasosa; atelectasia evidenciada através de radiografia de tórax e da presença de estertores crepitantes ou sibilos; derrame pleural e pneumotórax, detectados através da radiografia de tórax; hemorragia pulmonar definida por infiltrado alveolar na radiografia

de tórax; queda das taxas de hemoglobina e lavado bronco alveolar hemorrágico e SDRA, caracterizada por infiltrado pulmonar bilateral à radiografia de tórax, compatível com edema pulmonar, hipoxemia grave, definida como relação  $PaO_2/FIO_2 < 200$  (78). Estas complicações foram acompanhadas a partir de exames laboratoriais, de exame físico, de radiografia de tórax e de ultrassonografia pulmonar. As informações se encontravam disponíveis em prontuário eletrônico, sendo acessado banco de imagens do paciente, banco de exames laboratoriais, todos com seus respectivos laudos, assim como informações dos diagnósticos médicos e fisioterapêuticos no campo específico de exame físico e de diagnóstico.

#### 4.17 OUTRAS COMPLICAÇÕES

Foram consideradas outras complicações neste estudo:

- a. Infecção na ferida pós-operatória: evidenciada como mediastinite a partir de dor ou instabilidade esternal e temperatura corporal  $> 38^\circ$ .
- b. Choque séptico: definido como sepse associada à hipotensão não responsiva à reposição volêmica, sendo necessário uso de droga vasoativa.
- c. Reoperação: quando o paciente apresentava sangramento mesmo em face às medidas clínicas adotadas, ou quando evidenciado tamponamento cardíaco. Era considerado sangramento quando as perdas sanguíneas via dreno de mediastino excediam 100 a 300 ml/h após admissão na UCV.
- d. Instabilidade hemodinâmica associada à intervenção: queda da PAM em 10% da antes da manobra, ou após a manobra.
- e. Uso de VNI no PO: avaliada através do uso de VNI, de resgate ou não, no período após extubação dos pacientes de ambos os grupos. Exclusivamente visto pelo uso ou não uso da VNI, relatado em ficha de coleta de dados. O uso da VNI está associado a episódios de hipoxemia, de dessaturação, de troca gasosa ruim ou de desconforto respiratório.
- f. Taxa de reintubação: considerada como sendo a necessidade de reinstaurar a via aérea artificial em menos de 48 horas após a extubação.
- g. Eventos adversos nas 48 horas após extubação: avaliado através de episódios de dessaturação, de apneias, e de desconforto respiratório após 48 horas de extubação, também especificados na ficha de coleta de dados.

- h. Mortalidade na UCV e no hospital (causas de saída da UTI ou do hospital): foram registradas as datas de óbito na UCV ou nas unidades de internamento no período de internamento hospitalar do paciente.

#### 4.18 TAMANHO DA AMOSTRA

O cálculo do tamanho da amostra foi de 104 pacientes em cada grupo para detecção de uma diferença de 17% de CPP entre os grupos <sup>(79)</sup>, para obter um poder de 80% e um alfa de 5%, utilizando como meio de cálculo a calculadora WinPEP.

#### 4.19 CEGAMENTO

Neste estudo, o pesquisador responsável pela randomização e a equipe de fisioterapeutas responsáveis por fazer a manobra sabiam a que grupo cada paciente pertencia, portanto, a estes, não foi possível o cegamento. Também não foi possível o cegamento do pesquisador responsável pela análise dos dados e desfechos. O cegamento ocorreu para os participantes da pesquisa, pois não sabiam a que grupo pertenciam, e para os médicos plantonistas responsáveis pelo manejo clínico dos pacientes na UCV.

#### 4.20 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

As variáveis categóricas foram expressas em frequências absolutas e relativas (percentuais). Para as variáveis numéricas foram utilizados uma medida de tendência central (média e mediana) e sua variabilidade (desvio padrão e intervalo interquartil), conforme distribuição dos dados. O teste do Qui-quadrado foi utilizado para comparação das variáveis categóricas, e quando inadequado, o teste exato de Fisher foi utilizado. As variáveis numéricas dos dois grupos foram comparadas por meio do Teste T de Student ou Mann-Whitney no caso de distribuição não paramétrica. O teste de Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas foi utilizado para estabelecer a diferença das variáveis funcionais ao longo do tempo e a diferença entre os grupos.

Para analisar o efeito da intervenção nos desfechos primários e secundários, foram estabelecidas duas análises: a análise por protocolo (no inglês: *per-protocol analysis*), na qual foram analisados os pacientes que realmente receberam a manobra, ou seja, aqueles que no GI não apresentaram os efeitos adversos ou os critérios de interrupção da MRA, e a análise por intenção de tratar (no inglês: *intention-to-treat analysis*), na qual todos os pacientes foram analisados. Para avaliação do comportamento das trocas gasosas ao longo do tempo (Rel PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> – ADM, 60 min, 6 h), foi utilizado o teste ANOVA para medidas repetidas.

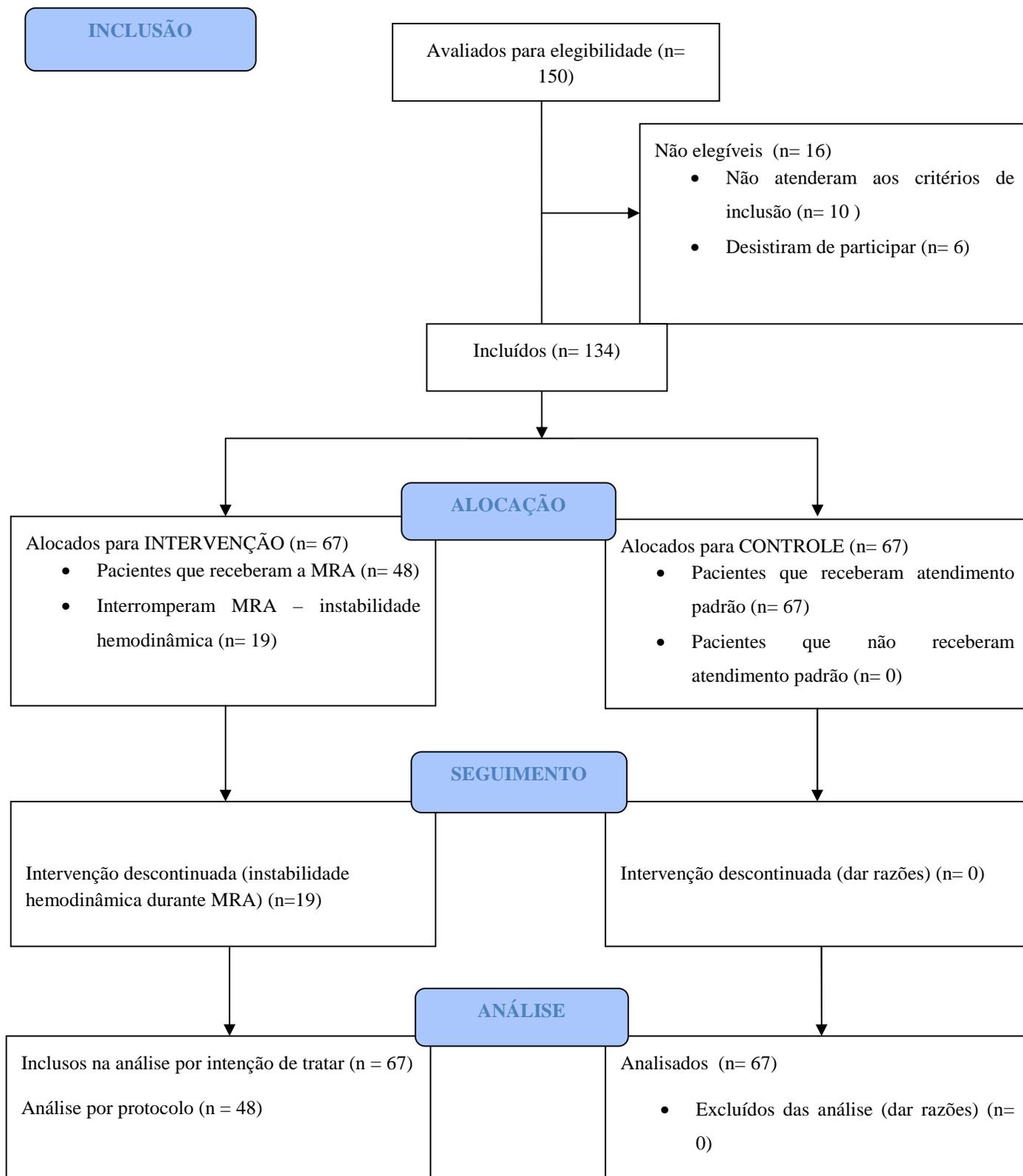
O nível de significância estabelecido foi de 5%. A análise estatística foi realizada com o uso do *software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows* (versão 21.0).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 FLUXO DOS PACIENTES SEGUNDO CONSORT

A coleta de dados e o recrutamento dos pacientes participantes deste estudo ocorreram no período de fevereiro a setembro de 2019. Neste período, foram internados um total de 150 pacientes. Dos 150 pacientes, 16 foram excluídos: 10 não atenderam aos critérios, 6 pacientes negaram-se a participar da pesquisa. Todos os pacientes foram avaliados quanto aos critérios de elegibilidade desta pesquisa. Os 134 pacientes que atenderam aos critérios assinaram o TCLE e foram incluídos no estudo.

Dos 134 pacientes randomizados, 67 foram alocados para o GI, 67 para o GC, e todos receberam as intervenções de acordo com o grupo ao qual faziam parte. No GI, no decorrer da pesquisa, a MRA foi interrompida para 19 pacientes, por instabilidade hemodinâmica. Desta forma, durante a análise estatística, foram analisados no GI os 67 pacientes e, em seguida, ocorreu a exclusão dos 19 pacientes. Ao longo da discussão dos resultados, trataremos da análise por intenção de tratar e da análise por protocolo para ambos os grupos. A figura 3 apresenta o fluxo dos pacientes no estudo de acordo com as normas do CONSORT.

**Figura 3-** Diagrama do fluxo dos participantes do estudo conforme CONSORT

Fonte: Autoria própria

## 5.2 RESULTADOS SEGUNDO CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS, ANTROPOMÉTRICAS, CLÍNICAS E DE INTERNAÇÃO DOS PACIENTES

A tabela 1 apresenta as características pré-operatórias dos pacientes. Observam-se as características demográficas, clínicas e os antecedentes pessoais dos pacientes do estudo. Das características dos grupos antes das intervenções propostas, averigua-se similaridade entre os grupos.

**Tabela 1-** Distribuição das características demográficas, antropométricas e clínicas dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019, em hospital da rede pública de Salvador – BA, Brasil 2019.

VARIÁVEIS	GRUPO CONTROLE n = 67	GRUPO INTERVENÇÃO n = 67	p
<b>Características demográficas</b>			
Idade em anos, Média (DP)	56,7 ± 12,1	54,4 ± 12,0	0,27
Sexo masculino n (%)	43 (64,2%)	34 (50,7%)	0,12
<b>Características antropométricas, Média (DP)</b>			
IMC	26,6 ± 4,3	25,7 ± 4,5	0,23
<b>Comorbidades</b>			
Tabagismo <sup>b</sup>	10 (14,9%)	10 (14,9%)	1,00
Ex-tabagismo <sup>b</sup>	10 (14,9%)	8 (11,9%)	0,61
ICC <sup>b</sup>	20 (29,9%)	24 (35,8%)	0,46
FEVE (%) <sup>a</sup>	56,8 ± 13,3	57,2 ± 13,9	0,86
HAS <sup>b</sup>	46 (68,7%)	49 (73,1%)	0,57
Diabetes mellitus <sup>b</sup>	16 (23,9%)	18 (26,9%)	0,70
TVP <sup>b</sup>	1 (1,5%)	1 (1,5%)	1,00
Etilismo <sup>b</sup>	9 (13,4%)	5 (7,5%)	0,26
Doenças pulmonares <sup>b</sup>	1 (1,5%)	2 (3,0%)	1,00
DLP <sup>b</sup>	14 (20,9%)	15 (22,4%)	0,83
<b>Risco pré-operatório<sup>c</sup></b>			
Euroscore II	0,94 (0,76 – 1,64)	1,15 (0,82 – 2,11)	0,40

STS Risk mortalidade	1,4 (0,58 – 1,83)	1,07 (0,45 – 2,21)	0,52
STS Risk morbimortalidade	8,98 (5,89 – 12,69)	9,46 (6,12 – 14,50)	0,80

IMC = Índice de Massa Corporal. ICC = Insuficiência Cardíaca Congestiva. FEVE = Fração de Ejeção do ventrículo esquerdo. HAS = hipertensão arterial sistêmica. TVP = trombose venosa profunda. DLP = Dislipidemia. Euroscore II = European System for Cardiac Operative Risk Evaluation II. STS Risk = Society of Thoracic Surgeons risk score. <sup>a</sup>Valores expressos em média  $\pm$  DP. <sup>b</sup>Valores expressos em n%. <sup>c</sup>Valores expressos em mediana (intervalo interquartil).

Fonte: Dados da pesquisa

### 5.3 RESULTADOS SEGUNDO AS CARACTERÍSTICAS PÓS-OPERATÓRIAS DE AMBOS OS GRUPOS

A tabela 2 apresenta as características do período PO de ambos os grupos (controle e intervenção). Quanto ao tipo de cirurgia, a RM foi o tipo de cirurgia mais realizada nos pacientes, a saber: para o GC, 42 pacientes (62,7%), e para o GI, 34 pacientes (50,7%), seguida de trocas valvares.

Quanto ao tempo de CEC, contabilizado em minutos, o GC apresentou um tempo de 71,4 minutos  $\pm$  26,4 e, por sua vez, o GI, 84,7 minutos  $\pm$  32,3. Todos os pacientes do estudo foram submetidos à CC com CEC. Observa-se que as complicações sistêmicas de maior ocorrência foram sangramento e arritmias. A tabela apresenta de forma detalhada os dados.

**Tabela 2-** Distribuição das características do período pós-operatório de ambos os grupos (controle e intervenção) dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019, em hospital especializado em cirurgia cardíaca da rede pública de Salvador – BA, Brasil 2019.

VARIÁVEIS	GRUPO CONTROLE	GRUPO INTERVENÇÃO	p
	n = 67	n = 67	
<b>TIPO DE CIRURGIA<sup>b</sup></b>			
Revascularização do miocárdio	42 (62,7%)	34 (50,7%)	0,57
Troca de válvula	20 (29,9%)	27 (40,3%)	

RM + TV	3 (4,5%)	4 (6,0%)	
Plastia valvar	2 (3,0%)	2 (3,0%)	
<b>CEC<sup>a</sup></b>	<b>Grupo controle</b>	<b>Grupo intervenção</b>	<b>Total (n= )</b>
Tempo de CEC (min)	71,4 ± 26,4	84,7 ± 32,3	0,01
Tempo de anóxia (min)	60,2 ± 24	72,3 ± 26,2	0,01
<b>Complicações sistêmicas<sup>b</sup></b>	31 (46,3%)	30 (44,8%)	0,86
Sepse	5 (7,5%)	8 (11,9%)	0,39
Sangramento	8 (11,9%)	5 (7,5%)	0,38
Arritmias	9 (13,4%)	6 (9,0%)	0,41
Hipertensão pulmonar	1 (1,5%)	1 (1,5%)	1,00
IRA	3 (4,5%)	4 (6,0%)	1,00

RM = revascularização do miocárdio. TV = troca de válvula. CEC = circulação extracorpórea. MIN = minutos. IRA = insuficiência renal aguda. <sup>a</sup>Valores expressos em média ± DP. <sup>b</sup>Valores expressos em n%.

Fonte: Dados da pesquisa

Na análise das características ventilatórias dos pacientes do estudo no PO, quanto ao modo ventilatório utilizado em ambos os grupos, os pacientes em sua maioria foram admitidos e ventilados em modo A/C a volume ou VCV, ou em modo A/C à pressão ou PCV. Alguns pacientes em ambos os grupos foram ventilados inicialmente no modo pressão de suporte (PSV), pois, mesmo em face do uso do sedativo, utilizado de forma geral para os pacientes de ambos os grupos na admissão, estes pacientes não se acomodaram suficientemente à VM, sendo necessário o uso do modo PSV.

Quanto aos dados da mecânica respiratória, como parte do protocolo da unidade e do estudo, todos os pacientes, de ambos os grupos, deveriam ter sua mecânica respiratória mensurada na admissão. Devido ao despertar precoce de alguns pacientes durante a transferência do centro cirúrgico à UCV, alguns não chegaram devidamente acomodados à VM. Mesmo após devida acomodação dos pacientes no leito, do uso de sedação em bomba, a janela de tempo para mensurar a mecânica de admissão de alguns foi perdida. Podemos citar: do GC, 8 pacientes não tiveram os dados iniciais de mecânica mensurados, e do GI, 4 pacientes.

A tabela 3 mostra as características ventilatórias e de mecânica respiratória de ambos os grupos.

**Tabela 3-** Características ventilatórias e da mecânica respiratória do período pós-operatório de ambos os grupos (controle e intervenção) dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019, em hospital especializado em cirurgia cardíaca da rede pública de Salvador – BA, Brasil 2019.

VARIÁVEIS	GRUPO CONTROLE	GRUPO INTERVENÇÃO	p
	n = 67	n = 67	
<b>MODO VENTILATÓRIO<sup>b</sup></b>			
VCV	19 (28,4%)	15 (22,4%)	0,73
PCV	46 (68,7%)	50 (74,6%)	
PSV	2 (3,0%)	2 (3,0%)	
<b>MEC. RESPIRATÓRIA<sup>a</sup></b>			
	<b>Grupo controle</b>	<b>Grupo intervenção</b>	<b>Total (n= )</b>
Cest, sr (ml/cmH <sub>2</sub> O)	36,6 ± 11,6	36,2 ± 14,7	0,42

VCV = ventilação controlada a volume. PCV = ventilação controlada a pressão. PSV = ventilação com pressão de suporte. Cest, Sr = complacência estática do sistema respiratório. <sup>a</sup>Valores expressos em média ± DP. <sup>b</sup>Valores expressos em n%.

Fonte: Dados da pesquisa

A sedação utilizada para todos os pacientes do estudo foi a Ketamina, e a via de acesso para o procedimento cirúrgico foi a esternotomia. Os pacientes com alterações hemodinâmicas que precisavam de ajuste da pressão arterial utilizaram: noradrenalina (para pacientes hipotensos, não responsivos a volume) e nipride (para pacientes com pressão arterial elevada de difícil controle). Todos os pacientes foram extubados de forma programada, com exceção dos que foram a óbito ao longo das primeiras horas de PO ou até 5 dias de PO.

## 5.4 DESFECHO PRIMÁRIO

A tabela 4 representa a análise por intenção de tratar da incidência de CPP no PO de CC dos 134 pacientes analisados. Nessa análise não foi observada diferença na incidência de CPP entre o GC e o GI (32,8% vs 31,3%,  $p= 0,85$ , respectivamente). Para cada tipo de CPP, também não foram observadas diferenças. Todas as CPP ocorreram até os 5 primeiros dias de PO.

**Tabela 4-** Análise por intenção de tratar: incidência de complicações pulmonares pós-operatórias de ambos os grupos (controle e intervenção) dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019, em hospital especializado em cirurgia cardíaca da rede pública de Salvador – BA, Brasil 2019.

Variáveis	Grupo controle n = 67	Grupo intervenção n = 67	p
<b>Complicação pulmonar</b>	<b>22 (32,8%)</b>	<b>21 (31,3%)</b>	<b>0,85</b>
Pneumonia	4 (6,0%)	10 (14,9%)	0,90
Atelectasia	7 (10,4%)	6 (9,0%)	0,77
Derrame pleural	10 (14,9%)	9 (13,4%)	0,80
Pneumotórax	2 (3,00%)	1 (1,5%)	1,00
EAP	3 (4,5%)	1 (1,5%)	0,62

EAP = edema agudo de pulmão. Valores expressos em n%.

Fonte: Dados da pesquisa

Na análise por protocolo, para o desfecho de CPP, com a exclusão de 19 pacientes, não foi observada diferença na incidência de CPP entre o GC e o GI (dos que apresentaram instabilidade hemodinâmica durante a MRA), e para cada tipo de CPP igualmente não foram observadas diferenças. Nessa análise, também não foi observada diferença na incidência de CPP entre o GC e o GI (32,8% vs 27,1%,  $p= 0,51$ , respectivamente). Para cada tipo de CPP, igualmente não foram observadas diferenças.

**Tabela 5-** Análise por protocolo: incidência de complicações pulmonares pós-operatórias de ambos os grupos (controle e intervenção) dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019, em hospital especializado em cirurgia cardíaca da rede pública de Salvador – BA, Brasil 2019.

<b>Complicações pulmonares</b>	<b>Grupo controle</b>	<b>Grupo intervenção</b>	<b>p</b>
	<b>n = 67</b>	<b>n = 48</b>	
<b>Complicação pulmonar</b>	<b>22 (32,8%)</b>	<b>13 (27,1%)</b>	<b>0,51</b>
Pneumonia	4 (6,0%)	6 (12,5%)	0,32
Atelectasia	7 (10,4%)	4 (8,3%)	0,76
Derrame pleural	10 (14,9%)	4 (8,3%)	0,29
Pneumotórax	2 (3,00%)	1 (2,1%)	1,00
EAP	3 (4,5%)	0 (0,0%)	0,26

EAP = edema agudo de pulmão. Valores expressos em n%. Fonte: Dados da pesquisa

## 5.5 DESFECHOS SECUNDÁRIOS

Quanto aos desfechos secundários, na análise por intenção de tratar, a tabela 6 mostra que não houve diferença entre os dados do GC e do GI relacionados ao tempo total de VM (em horas), ao tempo total de internamento na UTI (em dias), ao tempo total de internamento hospitalar (em dias), à necessidade de uso de VNI no período PO, à necessidade de reintubação no PO, e ao número de óbitos destes pacientes estudados. E quanto aos desfechos secundários, na análise por protocolo, a tabela 7 também demonstra que não houve diferença entre os grupos.

**Tabela 6-** Análise por intenção de tratar: desfechos secundários de ambos os grupos (controle e intervenção) dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019, em hospital especializado em cirurgia cardíaca da rede pública de Salvador – BA, Brasil 2019.

Variáveis	Grupo controle n = 67	Grupo intervenção n = 67	p
Tempo total de VM, horas <sup>a</sup>	8,9 (4,7 – 12,2)	8,5 (5,5 – 12,0)	0,87
Tempo total de internamento UTI, dias <sup>a</sup>	3,0 (2 – 5,0)	3,0 (2 – 5,0)	0,50
Tempo total de inter. hospitalar, dias <sup>a</sup>	9,0 (7 – 15,0)	9,0 (7 – 16,0)	0,86
Uso de VNI <sup>b</sup>	10 (14,9%)	5 (7,5%)	0,20
Reintubação <sup>b</sup>	2 (3,0%)	4 (6,0%)	0,68
Óbito <sup>b</sup>	3 (4,5%)	4 (6,00%)	1,00

VM = ventilação mecânica. UTI = unidade de terapia intensiva. VNI = ventilação não invasiva. <sup>a</sup>Valores expressos em mediana (intervalo interquartil). <sup>b</sup>Valores expressos em n%.

Fonte: Dados da pesquisa

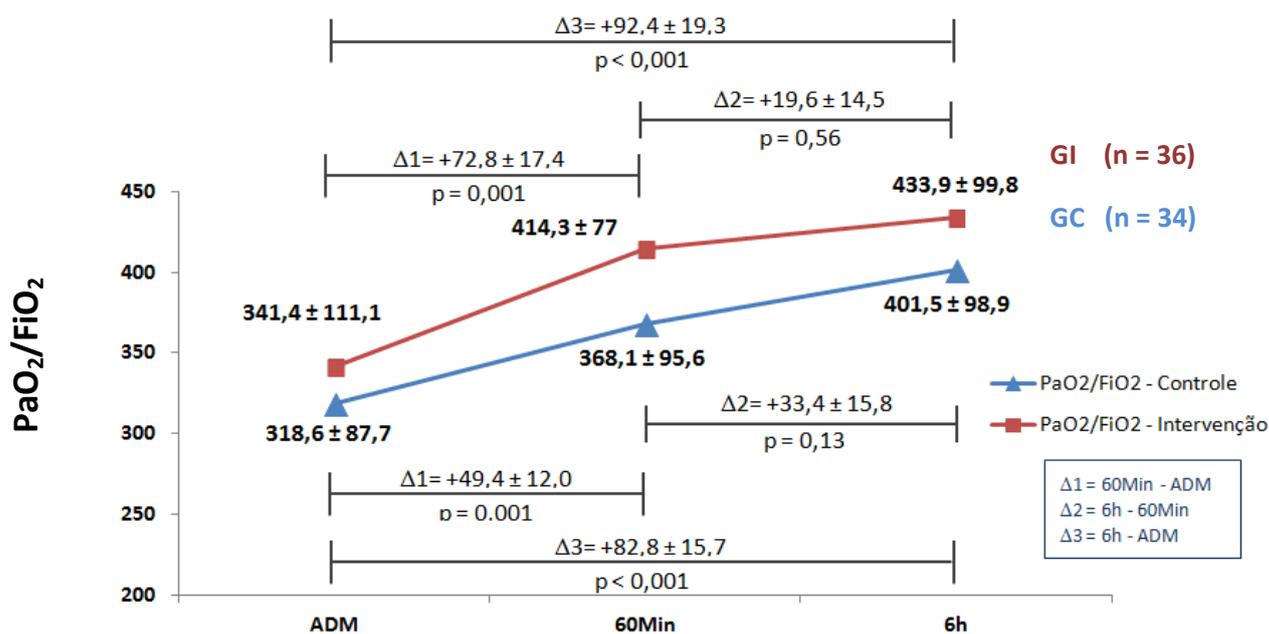
**Tabela 7-** Análise por protocolo: desfechos secundários de ambos os grupos (controle e intervenção) dos pacientes recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019, em hospital especializado em cirurgia cardíaca da rede pública de Salvador – BA, Brasil 2019.

Variáveis	Grupo controle n = 67	Grupo intervenção n = 48	p
Tempo total de VM <sup>a</sup>	8,9 (4,7 – 12,2)	8,2 (5,2 – 12)	0,90
Tempo total de internamento UTI <sup>a</sup>	3,0 (2 – 5,0)	3,0 (2 – 4,0)	0,61
Tempo total de internamento hospitalar <sup>a</sup>	9,0 (7 – 15,0)	9,0 (7 – 16,0)	0,92
Uso de VNI <sup>b</sup>	10 (14,9%)	6 (9,1%)	0,31
Reintubação <sup>b</sup>	2 (3,0%)	3 (6,3%)	0,65
Óbito <sup>b</sup>	3 (4,5%)	4 (8,3%)	0,45

VM = ventilação mecânica. UTI = unidade de terapia intensiva. VNI = ventilação não invasiva. <sup>a</sup>Valores expressos em mediana (intervalo interquartil). <sup>b</sup>Valores expressos em n%.

Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 4-** Comportamento das trocas gasosas no pós-operatório intragrupo dos pacientes dos grupos controle e intervenção, recrutados no período de fevereiro a setembro de 2019, em hospital especializado em cirurgia cardíaca da rede pública de Salvador – BA, Brasil 2019. ADM = admissão. 60Min = 60 minutos. 6h = 6 horas.



Fonte: Dados da pesquisa

Na figura 4, são apresentadas as evoluções das trocas gasosas (Rel  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) ao longo do tempo, desde a admissão até 6 horas. Em ambos os grupos, houve um aumento das trocas gasosas com 60 minutos em relação à admissão (GC:  $49,4 \pm 12,0$ ,  $p = 0,001$  vs GI:  $72,8 \pm 17,4$ ,  $p = 0,001$ ), porém não houve aumento de 60 minutos a 6 horas, mantendo uma diferença significativa após 6 horas em relação à admissão (GC:  $82,8 \pm 15,7$ ,  $p < 0,001$  vs GI:  $92,4 \pm 19,3$ ,  $p < 0,001$ ). No entanto, na análise intergrupos, para os três momentos, não foi observada diferença significativa no comportamento das trocas gasosas ( $p = 0,58$ ). Para a variável de trocas gasosas, foram analisados 34 pacientes do GC e 36 pacientes do GI. Esta perda na análise se deu por limitações técnicas. Para obtenção das gasometrias arteriais, necessárias para analisar as trocas gasosas, dependíamos da chegada dos técnicos do laboratório do hospital no horário exato, e por muitas vezes, a coleta não era realizada

em tempo hábil, portanto, esses dados se apresentaram inexistentes em nossa ficha de coleta por limitação da logística.

O perfil dos 19 pacientes do GI que tiveram a MRA interrompida por instabilidade hemodinâmica foram: 12 (63,2%) são do sexo feminino, com idade entre 31 a 72 anos. Quanto ao tipo de cirurgia, 9 pacientes foram submetidos à TV (47,3%), 9 pacientes (47,3%) à RM, e apenas 1 paciente (5,2%) fez cirurgia combinada (RM + TV). Das complicações sistêmicas durante o internamento, nesta amostra, 5 pacientes (26,3%) cursaram com sepse (sendo mediastinite, infecção respiratória ou infecção do trato urinário), 3 pacientes com sangramento (15,7%) (um destes cursou com síndrome de baixo débito), 5 pacientes com arritmia (26,3%) (fibrilação atrial). Quanto à fração de ejeção (FE), apenas um paciente a possuía no limite para interrupção da MRA (FEVE: 35%), detalhada nos critérios de interrupção da MRA. Quanto às comorbidades e antecedentes, destacamos: 4 pacientes tabagistas (21,1%), 1 ex-tabagista (5,2%), 14 pacientes hipertensos (73,7%), 6 pacientes com DM (31,6%), 1 paciente com DLP (5,2%), 1 paciente portador de DPOC (5,2%) (sem estadiamento). Além disto, 1 paciente era portador de HAP (5,2%).

Ao longo do internamento, também foi observado que um deles era portador de neuropatia diabética e teve necessidade de amputação do 5º pododáctilo de pé direito. Outro paciente, etilista, já possuía hepatomegalia prévia.

Na tentativa de dar continuidade à MRA, era administrada amina vasoativa (noradrenalina), porém, devido à grande instabilidade e à gravidade dos pacientes, nenhum deles prosseguiu com a MRA.

## 6 DISCUSSÃO

O presente estudo propôs-se a identificar o efeito da MRA na redução da incidência de CPP no PO de CC de pacientes adultos. Não foi observada uma diferença para este desfecho, tanto em relação à incidência de CPP, como para cada seu tipo.

Na abordagem inicial para os pacientes de ambos os grupos, todos os pacientes foram ventilados em modo A/C a volume ou pressão, utilizando-se a estratégia protetora de VM, com um  $VT = 6 \text{ ml/Kg}$ , uma  $FiO_2 = 60\%$  e uma PEEP de  $8 \text{ cmH}_2\text{O}$ . Como identificado em um estudo de VM durante a CEC, aponta-se que a estratégia protetora é a melhor forma de ventilar os pacientes durante e após CEC, bem como a melhor forma de proteger pulmões da injúria pulmonar e da resposta inflamatória causadas pela CEC<sup>(26)</sup>.

Um ensaio clínico randomizado que avaliou o emprego de uma MRA intensiva comparada a uma MRA moderada encontrou uma redução em CPP severas em até 5 dias de internamento em pacientes hipoxêmicos em PO de CC, além disso, os autores deste ensaio clínico observaram que os pacientes que receberam a MRA intensiva tiveram menor tempo de internamento na UTI e no hospital, porém, não foi observada diferença com relação à taxa de mortalidade hospitalar. Diferentemente destes autores, o presente estudo não observou uma resposta positiva na redução das CPP ou das trocas gasosas. Cabe ressaltar que nossos pacientes não tinham hipoxemia antes da MRA, que a manobra era profilática e que o recrutamento é considerado moderado, o que se assemelha à definição de estratégia moderada do estudo anterior<sup>(80)</sup>.

Pacientes em POCC se beneficiam com uso de estratégia protetora, com a manutenção de um nível de PEEP  $\geq 8 \text{ cmH}_2\text{O}$  no período PO até a extubação, com uso de recrutamento em face de baixos índices de oxigenação e/ou hipoxemia, e sempre que houver desconexões do ventilador mecânico. Isso foi demonstrado em um estudo recente em que foi observada a necessidade de iniciar protocolos de ventilação associados à MRA criteriosa desde o período intraoperatório. Esta seria uma forma de minimizar a incidência de CPP no POCC<sup>(81)</sup>.

Destaca-se que a manutenção de uma ventilação com estratégia protetora, utilizando baixos VT, em torno de  $6 \text{ ml/Kg}$ , bem como a manutenção da PEEP  $\geq 8 \text{ cmH}_2\text{O}$  parece ser a melhor opção para pacientes no POCC com CEC, pois controla-se a instabilidade do parênquima pulmonar e a suscetibilidade à formação de atelectasias e

outras CPP, como visto em um estudo sobre o assunto após cirurgia torácica e abdominal alta <sup>(82)</sup>.

Em um estudo multicêntrico, observou-se que os procedimentos de cirurgia torácica estão associados a um risco aumentado de CPP pós-operatórias, como resultado de vários fatores associados ao paciente: a cirurgia em si e outras variáveis, como lesão pulmonar induzida por ventilação. A ventilação protetora pulmonar parece minimizar as CPP, diminuindo os principais mecanismos de lesão pulmonar induzida pela ventilação – sobredistensão e atelectrauma <sup>(72)</sup>.

A interrupção da MRA foi necessária para um subgrupo de pacientes do GI por instabilidade hemodinâmica. Embora o procedimento possa melhorar a oxigenação, devido às interações coração-pulmão e VD e ventrículo esquerdo (VE), pressões intratorácicas elevadas podem infligir sérios efeitos ao sistema cardiovascular <sup>(77)</sup>.

Isso pode ser explicado pela proximidade anatômica dos pulmões e do coração, o que significa que pressões intratorácicas transitoriamente aumentadas têm um efeito importante na função cardiovascular sistêmica. Os efeitos colaterais indesejados do processo de recrutamento surgem principalmente do aumento da pressão das vias aéreas, que pode causar excesso de tensão nos alvéolos em áreas pulmonares bem ventiladas, aumento acentuado da incompatibilidade ventilação-perfusão, barotrauma, pneumotórax e novo vazamento de ar ao redor de um tubo torácico existente. Além disto, o objetivo almejado pelo recrutamento, que é o aumento da pressão transpulmonar, gera redução no retorno venoso e no preenchimento do VD, acarretando aumento da RVP e pós-carga do VD. Outro efeito indesejado da MRA seria a redução do enchimento do VE, já que a interdependência ventricular fica afetada quando há um aumento da pressão transpulmonar <sup>(77)</sup>.

No presente estudo, os pacientes tiveram a manobra interrompida, no entanto, apesar do manejo das drogas vasoativas, não foi possível dar prosseguimento à manobra. Em um estudo sobre MRA na SDRA, foi recomendada a não utilização da MRA em pacientes com uso de vasopressores e com pneumonia grave, haja visto que a MRA aumenta o insulto pulmonar nas áreas pulmonares homogêneas e sadias <sup>(83)</sup>.

Na análise do perfil dos pacientes que tiveram a MRA interrompida, observou-se maior número de pacientes do sexo feminino, e nestas, o tratamento cirúrgico mais utilizado foi a troca valvar (TV). A fibrilação atrial foi a complicação sistêmica mais

prevalente, seguida de sangramento, e com comorbidades presentes: o tabagismo, a HAS e DMII.

Em um epidemiológico no qual foi analisado o perfil de pacientes submetidos à cirurgia de TV, foi possível observar que as mulheres possuem um perfil anatômico diferente dos homens, além disto, um número maior de comorbidades pré-operatórias leva a um risco PO mais elevado. Apesar de a RM ser a cirurgia mais realizada, a TV permanece como sendo a cirurgia mais realizada em mulheres. Estas também possuem fatores hormonais que contribuem para alterações do tônus vascular, dos mecanismos de ação e dos efeitos da modulação da circulação sanguínea. A influência do sexo no resultado cirúrgico da TVAo ou da TVMi não é clara. Nota-se que as mulheres saem-se pior do que os homens, incluindo mortalidade por todas as causas após cirurgia isolada da válvula do lado esquerdo no PO <sup>(84)</sup>.

A fibrilação atrial no pós-operatório (FAPO) é uma complicação comum da CC que ocorre em até 60% dos pacientes. A FAPO está associada a um risco aumentado de mortalidade cardiovascular, de derrame e de outras arritmias que podem afetar os resultados clínicos precoces e de longo prazo e a economia da saúde. Muitos fatores, como a remodelação cardíaca induzida por doença, o trauma operatório, as alterações na pressão atrial e a estimulação química e ativação reflexa simpática/parassimpática têm sido implicados no desenvolvimento de FAPO. Há evidências crescentes para apoiar um papel importante na inflamação e no estresse oxidativo na patogênese dos FAPO. Ambas são consequências do uso de CEC e de reperfusão após parada cardioplégica isquêmica <sup>(85)</sup>.

O sangramento é definido como uma perda de sangue  $> 1,5 \text{ ml / kg / h}$  por 6 horas consecutivas nas primeiras 24 horas ou em caso de reoperação por hemostasia durante as primeiras 12 horas de PO. O sangramento, como fonte de anemia ou da transfusão de sangue, é uma das principais complicações após CC. Os fatores de sangramento PO, além de causas cirúrgicas, o fibrinogênio desempenha um papel central bem como o uso de plaquetas no intraoperatório e no PO. Geralmente, a definição de sangramento ativo está ligada ao fluxo sanguíneo do dreno torácico no período PO <sup>(86)</sup>.

Em um estudo prospectivo de coorte foi visto que o tabagismo tem sido associado a um maior risco de insuficiência cardíaca incidente, independentemente da DAC, mas o impacto do uso do tabaco na estrutura e na função cardíaca na população em geral é incerto. Os tabagistas possuem maior índice de massa do VE, maior prevalência de hipertrofia do VE e pior função diastólica em comparação a ex-fumantes ou com quem

nunca fumou. Além disso, a quantidade de anos-maço e anos de tabagismo estimados, medidas de exposição cumulativa ao cigarro, foram associadas a uma maior massa do VE e pior função diastólica. Estes achados sugerem que o tabagismo ativo está associado a alterações na estrutura e na função do VE <sup>(87)</sup>.

O presente estudo não revelou diferença entre os grupos com relação às trocas gasosas. Na análise intragrupos, houve incremento das trocas gasosas para ambos os grupos após 6 horas de chegada na UTI. Contudo, na análise intergrupos não se observou diferença. Parece que a manutenção de uma PEEP mais elevada desde a admissão na VM, bem como o uso da estratégia protetora, assegurou a manutenção das trocas gasosas para ambos os grupos. Apesar de o presente estudo ser discordante com outro estudo que verificou efeitos benéficos da MRA para as trocas gasosas – ressaltando que a MRA pode ser considerada um importante adjuvante na prática clínica – sendo um método efetivo na melhora da oxigenação em pacientes no POCC(88), destaca-se o uso de ventilação protetora com baixos volumes e PEEP  $\geq 8$  cmH<sub>2</sub>O, como opção aceitável para a prática clínica em pacientes no POCC <sup>(72)</sup>.

Evidenciou-se que o uso da MRA não resultou em redução de tempo total de VM, na redução do tempo total de internamento na UTI, na redução do tempo de internamento hospitalar, na redução do uso da VNI, na redução das ocorrências de reintubações nem do número de óbitos. Constata-se, em uma metanálise de MRA na SDRA, que alguns achados são aplicáveis a este estudo, a MRA juntamente com cointervenções, como titulação de PEEP não ofereceu qualquer benefício em termos de mortalidade, de duração do tempo de internamento na UTI e de internação hospitalar (76). Embora, no presente estudo, a mediana do tempo de internamento em UTI tenha sido baixa, identifica-se que o uso da estratégia protetora, além de melhorar o comportamento pulmonar dos pacientes em POCC, pode contribuir para um tempo menor de internação na UTI, e como consequência acarretar em um menor tempo de internamento hospitalar <sup>(82)</sup>.

Ainda em concordância com os resultados do presente estudo, uma revisão sistemática e metanálise, em que foram analisados os efeitos da PEEP e da VM nos pulmões durante a CEC, visando redução das CPP no POCC, identificou-se que em pacientes em CC com CEC, a aplicação de PEEP elevada ou da ventilação durante o procedimento não foi associada a reduções significativas na duração do tempo de VM ou do tempo de internação hospitalar. Em pacientes de baixo ou intermediário risco para CC eletiva, nem o uso da PEEP nem a ventilação durante a CEC diminuíram a duração

da VM ou a permanência no hospital. O estudo não revelou que essas estratégias ventilatórias estavam associadas a menos CPP ou menor duração da VM, e internação hospitalar, o que pode ser explicado por terem sido recrutados pacientes cardíacos eletivos de risco baixo ou intermediário. Nenhuma mortalidade foi observada no estudo citado. Além disso, esse estudo não relatou a função pulmonar pré-operatória dos pacientes<sup>(89)</sup>.

Avalia-se que são necessários mais estudos para pacientes em PO de CC. Percebe-se que o uso da mobilização precoce associada a outras técnicas de reexpansão pulmonar podem melhorar a incidência de CPP e as trocas gasosas, como visto no presente estudo, constatou-se que os pacientes do GC que utilizaram apenas a estratégia protetora e as técnicas usuais de fisioterapia também lograram êxito na melhora das trocas gasosas após 6 horas de sua chegada na UTI<sup>(90)</sup>. Nossos pacientes, para ambos os grupos, eram expostos a um protocolo de mobilização precoce, já no primeiro dia de PO, aos que estivessem extubados, sem uso de droga vasoativa, eram colocados para deambular e eram sedestrados em poltrona. Aos que se encontravam extubados, com uso de droga vasoativa, os mesmos eram sedestrados em poltrona ou com membros inferiores pendentes, porém, estes foram fatores que não foram controlados neste ensaio.

Os dados do presente ensaio clínico indicam que possivelmente a estratégia protetora parece ser um ponto importante no manejo dos pacientes no POCC mais do que a manobra de recrutamento com níveis moderados de PEEP. Outro ponto a considerar é que níveis elevados de PEEP devem ser utilizados com cautela em pacientes com perfil de risco PO, conforme delimitado neste estudo, pois causam instabilidade hemodinâmica. Um ponto a ser considerado em futuras pesquisas é a associação de mobilização precoce com VM com estratégia protetora e manobras de reexpansão pulmonar.

## **7 LIMITAÇÕES**

- Realização do estudo em um único centro, apesar de o hospital onde foram realizadas as coletas ser referência em CC no estado da Bahia;
- O tamanho amostral atingido é menor que o cálculo amostral;
- A ausência da coleta da gasometria arterial nos 3 momentos, e o não preenchimento das trocas gasosas de apenas 34 pacientes do GC e 36 pacientes do GI.

## 8 CONCLUSÕES

- A MRA não reduziu a incidência de CPP no PO de CC;
- A MRA não se mostrou eficaz na melhora das trocas gasosas, na redução do tempo de VM, na ocorrência de reintubação, na redução do tempo de internação na UTI e no tempo de internação hospitalar dos pacientes em PO de CC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Burroughs Peña MS, Rollins A. Environmental exposures and cardiovascular disease: a challenge for health and development in low- and middle-income countries. *Cardiol Clin* [Internet]. 2017;35(1):7186. Doi: 10.1016/j.ccl.2016.09.001
2. Janczura M, Bochenek G, Nowobilski R, Dropinski J, Kotula-Horowitz K, Laskowicz B, et al. The relationship of metabolic syndrome with stress, coronary heart disease and pulmonary function - An occupational cohort-based study. *PLoS One*. 2015;10(8):1121.
3. Cardoso de Azevedo DF, Lima EG, de Oliveira Laterza Ribeiro M, Linhares Filho JPP, Serrano CV. Critical analysis of the classic indications for myocardial revascularization. *Rev Assoc Med Bras*. 2019;65(3):319-25.
4. F-J N, Miguel Sousa-Uva, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. 2018 ESC / EACTS Guidelines on myocardial revascularization The Task Force on myocardial revascularization of the European Society of Cardiology ( ESC ) and European Association for. *Eur Heart J*. 2019;40:87-165.
5. Stephens RS, Whitman GJR. Postoperative Critical Care of the Adult Cardiac Surgical Patient: Part II: Procedure-Specific Considerations, Management of Complications, and Quality Improvement. *Crit Care Med*. 2015;43(9):1995-2014.
6. Ball L, Battaglini D, Pelosi P. Postoperative respiratory disorders. *Curr Opin Crit Care*. 2016;22(4):379-85.
7. Vos RJ, Van Putte BP, Kloppenburg GTL. Prevention of deep sternal wound infection in cardiac surgery: a literature review. *J Hosp Infect* [Internet]. 2018;100(4):411-20. Doi: 10.1016/j.jhin.2018.05.026
8. Li W, Xue Q, Liu K, Hong J, Xu J, Wu L, et al. Effects of MIAVS on early postoperative ELWI and respiratory mechanics. *Med Sci Monit*. 2016;22:1085-2.
9. Naveed A, Azam H, Murtaza HG, Ahmad RA, Baig MAR. Incidence and risk factors of pulmonary complications after cardiopulmonary bypass. *Pakistan J Med Sci*. 2017;33(4):993-6.
10. Marseu K, Slinger P. Peri-operative pulmonary dysfunction and protection. *Anaesthesia*. 2016;71:46=50.
11. Badenes R, Lozano A, Belda FJ. Postoperative pulmonary dysfunction and mechanical ventilation in cardiac surgery. *Crit Care Res Pract*. 2015;2015.
12. Bignami E, Di Lullo A, Saglietti F, Guarnieri M, Pota V, Scolletta S, et al. Routine practice in mechanical ventilation in cardiac surgery in Italy. *J Thorac Dis*. 2019;11(4):1571-9.
13. Badenes R, Lozano A, Belda FJ. Postoperative pulmonary dysfunction and mechanical ventilation in cardiac surgery. *Crit Care Res Pract*. 2015;2015(May):12-4.

14. Doenst T, Kirov H, Moschovas A, Gonzalez-Lopez D, Safarov R, Diab M, et al. Cardiac surgery 2017 reviewed. *Clin Res Cardiol* [Internet]. 2018;107(12):1087-102. Doi: 10.1007/s00392-018-1280-9.
15. Briceno N, Schuster A, Lumley M, Perera D. Ischaemic cardiomyopathy: Pathophysiology, assessment and the role of revascularisation. *Heart*. 2016;102(5):397-406.
16. Zimarino M, Ricci F, Romanello M, Di Nicola M, Corazzini A, De Caterina R. Complete myocardial revascularization confers a larger clinical benefit when performed with state-of-the-art techniques in high-risk patients with multivessel coronary artery disease: A meta-analysis of randomized and observational studies. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2016;87(1):3-12.
17. Beccaria LM, Cesarino CB, Werneck AL, Góes NC, Dos Santos KS, Machado MDN. Complicações Pós-Operatórias Em Pacientes Submetidos À Cirurgia Cardíaca Em Hospital De Ensino. *Rev Arq Ciências da Saúde*. 2015;22(3):37.
18. Kang MC, Kim JH, Ryu SW, Moon JY, Park JH, Park JK, et al. Prevalence of malnutrition in hospitalized patients: A multicenter cross-sectional study. *J Korean Med Sci*. 2018;33(2):1-10.
19. Lagier D, Fischer F, Fornier W, Fellahi JL, Colson P, Cholley B, et al. A perioperative surgeon-controlled open-lung approach versus conventional protective ventilation with low positive end-expiratory pressure in cardiac surgery with cardiopulmonary bypass (PROVECS): Study protocol for a randomized controlled trial 11 Medica. *Trials*. 2018;19(1):1-12.
20. Amaral Gonçalves Fusatto H, Castilho de Figueiredo L, Ragonete dos Anjos Agostini AP, Sibinelli M, Dragosavac D. Factors associated with pulmonary dysfunction in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery with use of intra aortic balloon pump. *Rev Port Cardiol*. 2018;37(1):15-23.
21. Coleman SR, Chen M, Patel S, Yan H, Kaye AD, Zebrower M, et al. Enhanced Recovery Pathways for Cardiac Surgery. *Curr Pain Headache Rep*. 2019;23(4).
22. Kapoor P, Narula J, Chowdhury U, Kiran U, Taneja S. Serum albumin perturbations in cyanotics after cardiac surgery: Patterns and predictions. *Ann Card Anaesth*. 2016;19(2):300-5.
23. Mokhlesi B, Masa JF, Brozek JL, Gurubhagavatula I, Murphy PB, Piper AJ, et al. Evaluation and Management of Obesity Hypoventilation Syndrome. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;200(3):e6-24.
24. Huffmyer JL, Groves DS. Pulmonary complications of cardiopulmonary bypass. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* [Internet]. 2015;29(2):163-75. Doi:10.1016/j.bpa.2015.04.002

25. Buggeskov K, Maltesen R, Rasmussen B, Hanifa M, Lund M, Wimmer R, et al. Lung Protection Strategies during Cardiopulmonary Bypass Affect the Composition of Blood Electrolytes and Metabolites—A Randomized Controlled Trial. *J Clin Med*. 2018;7(11):462.
26. Bignami E, Guarnieri M, Saglietti F, Belletti A, Trumello C, Giambuzzi I, et al. Mechanical Ventilation During Cardiopulmonary Bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth* [Internet]. 2016;30(6):1668-75. Doi:10.1053/j.jvca.2016.03.015.
27. Chi D, Chen C, Shi Y, Wang W, Ma Y, Zhou R, et al. Ventilation during cardiopulmonary bypass for prevention of respiratory insufficiency: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Med (United States)*. 2017;96(12):1-7.
28. Kraft F, Schmidt C, Van Aken H, Zarbock A. Inflammatory response and extracorporeal circulation. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2015;29(2):113-23.
29. Lockwood G. Bypass and inflammation. *Perfus (United Kingdom)*. 2017;32(2):90-1.
30. Zhang J, Jiang Z, Bao C, Mei J, Zhu J. Cardiopulmonary bypass increases pulmonary microvascular permeability through the Src kinase pathway: Involvement of caveolin-1 and vascular endothelial cadherin. *Mol Med Rep*. 2016;13(3):2918-24.
31. Nataniel F, Oliveira K De. Fatores associados ao tempo de ventilação mecânica no pós-operatório de cirurgia cardíaca. 2014;35(2):67-72.
32. Natanov R, Gueler F, Falk CS, Kühn C, Maus U, Boyle EC, et al. Blood cytokine expression correlates with early multi-organ damage in a mouse model of moderate hypothermia with circulatory arrest using cardiopulmonary bypass. *PLoS One*. 2018;13(10):1-17.
33. Gologorsky E, Salerno TA. Pulmonary protective ventilation during cardiopulmonary bypass revisited. *J Card Surg* [Internet]. 2019;34(6):375–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/jocs.14048>
34. Guerado E, Medina A, Mata MI, Galvan JM, Bertrand ML. Protocols for massive blood transfusion: when and why, and potential complications. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2016;42(3):283-95.
35. García-Delgado M, Navarrete-Sanchez I, Colmenero M. Preventing and managing perioperative pulmonary complications following cardiac surgery. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2014;27(2):146-52.
36. Salameh A, Greimann W, Vollroth M, Dhein S, Bahramsoltani M, Dahnert I. Lung protection in cardio-pulmonary bypass. *J Physiol Pharmacol*. 2017;68(1):99-116.
37. Rao VK, Khanna AK. Postoperative Respiratory Impairment Is a Real Risk for Our Patients: The Intensivist's Perspective. *Anesthesiol Res Pract*. 2018;2018.
38. Head AS, Canet J, Universitari H. Postoperative pulmonary complications :

understanding definitions and risk assessment Cohort Studies Lung Diseases Postoperative Complications Predictive Value of Tests Prospective Studies Quality Control Respiratory Tract Infections Risk Assessment.

39. Al Jaaly E, Zakkar M, Fiorentino F, Angelini GD. Pulmonary Protection Strategies in Cardiac Surgery: Are We Making Any Progress? *Oxid Med Cell Longev*. 2015;2015.

40. Student PG, Pennington GA, Guyuron B, Article R, Care I, Schraag S, et al. Anesthesia for day care surgery. *Nitte Univ J Heal Sci [Internet]*. 2015;5(2):97-103. [acesso em 2019 Oct 16] Available from: <http://nitte.edu.in/journal/june2015/2r.pdf%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS%7B&%7DPAGE=reference%7B&%7DD=emed13%7B&%7DNEWS=N%7B&%7DAN=2015450327>

41. Zupancich E, Paparella D, Turani F, Munch C, Rossi A, Massacesi S, et al. Mechanical ventilation affects inflammatory mediators in patients undergoing cardiopulmonary bypass for cardiac surgery: A randomized clinical trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;130(2):378-83.

42. Birdi I, Regragui IA, Izzat MB, Alonso C, Black AMS, Bryan AJ, et al. Effects of cardiopulmonary bypass temperature on pulmonary gas exchange after coronary artery operations. *Ann Thorac Surg*. 1996;61(1):118-23.

43. Evans RG, Lankadeva YR, Cochrane AD, Marino B, Iguchi N, Zhu MZL, et al. Renal haemodynamics and oxygenation during and after cardiac surgery and cardiopulmonary bypass. *Acta Physiol*. 2018;222(3):1-15.

44. Uhlig U, Haitsma JJ, Goldmann T, Poelma DL, Lachmann B, Uhlig S. Ventilation-induced activation of the mitogen-activated protein kinase pathway. *Eur Respir J*. 2002;20(4):946-56.

45. Keenan JC, Formenti P, Marini JJ. Lung recruitment in acute respiratory distress syndrome: what is the best strategy? *Curr Opin Crit Care*. 2014;20(1):63-8.

46. Kyriakis JM, Avruch J. Mammalian mitogen-activated protein kinase signal transduction pathways activated by stress and inflammation. *Physiol Rev*. 2001;81(2):807-69.

47. Pinhu L, Whitehead T, Evans T, Griffiths M. Ventilator-associated lung injury. *2003;361:332-40*.

48. Verheij J, Van Lingen A, Raijmakers PGHM, Spijkstra JJ, Girbes ARJ, Jansen EK, et al. Pulmonary abnormalities after cardiac surgery are better explained by atelectasis than by increased permeability oedema. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2005;49(9):1302-10.

49. Barbas CSV, Ísola AM, De Carvalho Farias AM, Cavalcanti AB, Gama AMC, Duarte ACM, et al. Recomendações brasileiras de ventilação mecânica 2013. Parte I. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2014;26(2):89-121.

50. Serita R, Morisaki H, Takeda J. An individualized recruitment maneuver for mechanically ventilated patients after cardiac surgery. *J Anesth.* 2009;23(1):87-92.
51. Dyhr T, Laursen N, Larsson A. Effects of lung recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure on lung volume, respiratory mechanics and alveolar gas mixing in patients ventilated after cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2002;46(6):717-25.
52. Chiumello D, Algieri I, Grasso S, Terragni P, Pelosi P. Recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome and during general anesthesia. *Minerva Anesthesiol.* 2016;82(2):210-20.
53. Cabrini L, Plumari VP, Nobile L, Olper L, Pasin L, Bocchino S, et al. Non-invasive ventilation in cardiac surgery: a concise review. *Hear lung Vessel.* 2013;5(3):137-13741.
54. Zarbock A, Mueller E, Netzer S, Gabriel A, Feindt P, Kindgen-Milles D. Prophylactic nasal continuous positive airway pressure following cardiac surgery protects from postoperative pulmonary complications: A prospective, randomized, controlled trial in 500 patients. *Chest.* 2009;135(5):1252-9.
55. Das A, Cole O, Chikhani M, Wang W, Ali T, Haque M, et al. Evaluation of lung recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome using computer simulation. *Crit Care.* 2015;19(1):1-15.
56. Gattinoni L, Pesenti A, Gattinoni L. 18. The concept of &quot; baby lung &quot; Intensive Care Med. 2005;31:776-84.
57. Tusman G, Acosta C, Longo S, Suarez-Sipmann F. Reply to: Alveolar recruitment manoeuvres after cardiac surgery. *Eur J Anaesthesiol.* 2018;35(1):62-3.
58. Hartland BL, Newell TJ, Damico N. Alveolar Recruitment Maneuvers Under General Anesthesia: A Systematic Review of the Literature. *Respir Care [Internet].* 2015;60(4):609–20. Doi: 10.4187/respcare.03488.
59. Celebi S, Köner Ö, Menda F, Korkut K, Suzer K, Cakar N. The pulmonary and hemodynamic effects of two different recruitment maneuvers after cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2007;104(2):384-90.
60. Otávio J, Auler C, Nozawa E, Toma EK, Degaki KL, Ignêz M, et al. Manobra de Recrutamento Alveolar na Reversão da Hipoxemia no Pós-Operatório Imediato em Cirurgia Cardíaca \* Alveolar Recruitment Maneuver to Reverse Hypoxemia in the Immediate Postoperative Period of Cardiac Surgery. *Rev Bras Anesthesiol.* 2007;57:476-88.
61. Dyhr T, Nygård E, Laursen N, Larsson A. Both lung recruitment maneuver and PEEP are needed to increase oxygenation and lung volume after cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2004;48(2):187-97.
62. Minkovich L, Djaiani G, Katznelson R, Day F, Fedorko L, Tan J, et al. Effects of Alveolar Recruitment on Arterial Oxygenation in Patients After Cardiac Surgery: A Prospective, Randomized, Controlled Clinical Trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth.*

2007;21(3):375-8.

63. Cavalcanti AB, Suzumura ÉA, Laranjeira LN, De Moraes Paisani D, Damiani LP, Guimarães HP, et al. Effect of lung recruitment and titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs low PEEP on mortality in patients with acute respiratory distress syndrome - A randomized clinical trial. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2017;318(14):1335-45.

64. Claxton BA, Morgan P, Mckeague H, Mulpur A, Berridge J. Alveolar recruitment strategy improves arterial oxygenation after cardiopulmonary bypass. *Anaesthesia.* 2003;58(2):111-6.

65. Nielsen J, Nygård E, Kjærgaard J, Tingleff J, Larsson A. Hemodynamic effect of sustained pulmonary hyperinflation in patients after cardiac surgery: Open vs. closed chest. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2007;51(1):74-81.

66. Unzueta C, Tusman G, Suarez-Sipmann F, Bhm S, Moral V. Alveolar recruitment improves ventilation during thoracic surgery: A randomized controlled trial. *Br J Anaesth.* 2012;108(3):517-24.

67. Pinto AS, Reis M dos, Teixeira CLC, Cardoso Junior R, Lino APB. Alveolar recruitment: who needs? how? when? *Rev Médica Minas Gerais.* 2015;25(Supl 4):48-55.

68. Bitker L, Richard JC. Intensive alveolar recruitment strategy in the post-cardiac surgery setting: One PEEP level may not fit all. *J Thorac Dis.* 2017;9(8):2288-92.

69. Moher D, Schulz KF, Altman DG. The CONSORT statement: revised recommendations for improving the quality of reports of parallel-group randomized trials. 2001 Doi:10.1001/jama.285.15.1987.

70. Chacko J, Rani U. Alveolar recruitment maneuvers in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome. *Indian J Crit Care Med.* 2009;13(1):1-7.

71. Mendenhall W. *Statistics for management and economics.* 4. ed. Bosto:Duxbury Press; 198. p.801-7.

72. Belda J, Ferrando C, Garutti I, Pozo N, Soro M, Suarez-Sipmann F, et al. The effects of an open-lung approach during one-lung ventilation on postoperative pulmonary complications and driving pressure: a descriptive, multicenter national study. *J Cardiothorac Vasc Anesth [Internet].* 2018;32(6):2665-72. Doi:10.1053/j.jvca.2018.03.028

73. Chen YH, Yeh MC, Hu HC, Lee CS, Li LF, Chen NH, et al. Effects of Lung Expansion Therapy on Lung Function in Patients with Prolonged Mechanical Ventilation. *Can Respir J.* 2016;2016.

74. Hess DR, Faarc RRT. Recruitment Maneuvers and PEEP Titration. 60(11):1688-704.

75. Costa Leme A, Hajjar LA, Volpe MS, Fukushima JT, De Santis Santiago RR, Osawa EA, et al. Effect of intensive vs moderate alveolar recruitment strategies added to lung-protective ventilation on postoperative pulmonary complications a randomized clinical trial. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2017;317(14):1422-32.
76. Bhattacharjee S, Soni KD, Maitra S. Recruitment maneuver does not provide any mortality benefit over lung protective strategy ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome: A meta-analysis and systematic review of the randomized controlled trials. *J Intensive Care.* 2018;6(1):1–8.
77. Lovas A, Szakmány T. Haemodynamic Effects of Lung Recruitment Manoeuvres. *Biomed Res Int.* 2015;2015.
78. Renault JA, Costa-val R, Rossetti B. Fisioterapia respiratória na disfunção pulmonar pós cirurgia cardíaca 2008. 2008;23(4):562-9.
79. Hulzebos EH j., Helders PJM, Favié NJ, Bie RA De, Riviere AB de la, Meeteren NLU Van. Muscle Training to Prevent Postoperative Pulmonary Complications in High-Risk Patients Undergoing CABG Surgery A Randomized Clinical Trial. *Jama.* 2016;296(15):1851-7.
80. Costa Leme A, Hajjar LA, Volpe MS, Fukushima JT, De Santis Santiago RR, Osawa EA, et al. Effect of intensive vs moderate alveolar recruitment strategies added to lung-protective ventilation on postoperative pulmonary complications a randomized clinical trial. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2017;317(14):1422-32.
81. Zamani MM, Najafi A, Sehat S, Janforooz Z, Derakhshan P, Rokhtabnak F, et al. The effect of intraoperative lung protective ventilation vs conventional ventilation, on postoperative pulmonary complications after cardiopulmonary bypass. *J Cardiovasc Thorac Res [Internet].* 2017;9(4):221-8. Doi:10.15171/jcvtr.2017.38.
82. Park SH. Perioperative lung-protective ventilation strategy reduces postoperative pulmonary complications in patients undergoing thoracic and major abdominal surgery. *Korean J Anesthesiol.* 2016;69(1):3-7.
83. Zampieri FG, Costa EL, Iwashyna TJ, Carvalho CRR, Damiani LP, Taniguchi LU, et al. Heterogeneous effects of alveolar recruitment in acute respiratory distress syndrome: a machine learning reanalysis of the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial. *Br J Anaesth [Internet].* 2019;123(1):88-95. Doi: 0.1016/j.bja.2019.02.026.
84. Wong SC, Yeo I, Bergman G, Feldman DN, Singh H, Minutello R, et al. The Influence of Gender on In-Hospital Clinical Outcome Following Isolated Mitral or Aortic Heart Valve Surgery. *Cardiovasc Revascularization Med [Internet].* 2019;20(6):468-74. Doi: 10.1016/j.carrev.2018.08.004.
85. Zakkar M, Ascione R, James AF, Angelini GD, Suleiman MS. Inflammation, oxidative stress and postoperative atrial fibrillation in cardiac surgery. *Pharmacol Ther.* 2015;154:13-20.

86. Colson PH, Gaudard P, Fellahi JL, Bertet H, Faucanie M, Amour J, et al. Active bleeding after cardiac surgery: A prospective observational multicenter study. *PLoS One*. 2016;11(9):1-14.
87. Nadruz Junior W, Claggett B, Gonçalves A, Querejeta-Roca G, Fernandes-Silva, MM, Shah AM et al. *Circ Cardiovasc Imaging*. Sept 2016; 9(9): e004950.
88. Padovani C, Cavenaghi OM, Thonnerieux M, Alexander B, Binet C, Obadia JF, et al. Alveolar Recruitment Strategies After Cardiac Surgery. *Jama* [Internet]. 2017;318(1):667. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21478734>
89. Wang YC, Huang CH, Tu YK. Effects of Positive airway pressure and mechanical ventilation of the lungs during cardiopulmonary bypass on pulmonary adverse events after cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth* [Internet]. 2018;32(2):748-59. Doi: 10.1053/j.jvca.2017.09.013.
90. Ramos dos Santos PM, Aquaroni Ricci N, Aparecida Bordignon Suster, de Moraes Paisani D, Dias Chiavegato L. Effects of early mobilisation in patients after cardiac surgery: a systematic review. *Physiother (United Kingdom)*. 2017;103(1):1-12.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### **"Manobra de Recrutamento Alveolar no pós-operatório de Cirurgia Cardíaca: Ensaio Clínico Randomizado".**

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **"Manobra de Recrutamento Alveolar no pós-operatório de Cirurgia Cardíaca: Ensaio Clínico Randomizado"**. Nesta pesquisa procuramos conhecer a importância de um tratamento da fisioterapia, a Manobra de Recrutamento Alveolar (MRA) no pós-operatório de cirurgias do coração, o que ajudará a melhorar o atendimento de pessoas como você, que possuem doenças do coração que necessitam de cirurgia cardíaca.

O motivo que nos leva a estudar este tema é que as complicações pulmonares como pneumonias, por exemplo, atrasam a saída do paciente do hospital após a realização de cirurgias do coração. Na MRA o fisioterapeuta manda ar para o pulmão através do ventilador, até que ele fique cheio como uma bola de soprar, isto impede que o pulmão feche e o indivíduo tenha dificuldade para respirar. Queremos entender se esse tratamento ou conduta reduzem ou melhoram o aparecimento das complicações nos pulmões, bem como, se melhoram a quantidade de oxigênio presente no sangue e se o tempo que você ou outros pacientes ficam internados na UTI é reduzido.

Nesta pesquisa, vão ter dois grupos, os dois serão atendidos pela equipe de fisioterapia, mas um vai receber adicionalmente a MRA e o outro não. Você poderá receber a MRA, caso seja sorteado no grupo deste teste. O tratamento vai ser feito logo após sua saída da cirurgia, para diminuir possíveis complicações do pós-operatório e reduzir o tempo que você vai ficar no ventilador.

Os riscos deste procedimento é queda ou aumento da pressão arterial, diminuição dos batimentos do coração e a dessaturação, que é a queda do nível de oxigênio no sangue. Estes riscos são revertidos com a suspensão da técnica, portanto você será monitorizado atentamente e a qualquer sinal de risco a técnica será suspensa imediatamente e a equipe médica será acionada para realizar ajustes medicamentosos, caso necessário. O barotrauma, que é uma lesão pulmonar provocada por aumento de pressão, apesar de ser

um importante risco, aparece pouco, apenas em 1% dos casos. Para evitar a ocorrência de barotrauma iremos respeitar o limite de pressão estabelecido para a manobra (35 cmH<sub>2</sub>O) e garantir o ajuste adequado dos alarmes. Caso ocorra, a equipe médica avaliará a necessidade de drenagem dando todo o suporte ao paciente. Toda a equipe é devidamente treinada a realizar esses procedimentos, e, em nenhum momento você ficará desassistido. Essa técnica já faz parte da rotina de tratamento da unidade. Qualquer risco, dificuldade ou problema será devidamente resolvido em tempo real. O principal benefício da MRA é que ela ajuda a impedir que o pulmão “feche” (atelectasia) e que você respire melhor, reduzindo o tempo em ventilação mecânica. Além desta manobra, você fará exercícios, vai caminhar, receberá todo o tratamento necessário, e não ficará sem assistência em momento algum.

É muito importante que você saiba que o tratamento médico não será alterado por conta do estudo. Caso aceite participar deste estudo, será adicionado ao tratamento proposto a MRA. Caso não aceite participar, nada vai mudar no seu tratamento.

Para participar deste estudo você não vai pagar nada, nem vai receber dinheiro. Caso você venha a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa você terá direito à indenização. Você pode tirar sua permissão a qualquer momento. A sua participação é voluntária e se você não quiser participar, o seu atendimento pela equipe ou o pesquisador não vai mudar e seu nome será mantido em segredo.

Caso o Senhor (a) tenha alguma dúvida ou deseje tirar sua permissão de participação, por favor, entre em contato com os pesquisadores abaixo a qualquer momento.

**Pesquisador responsável: Helena França Correia dos Reis – (71) 3283-8910**

**Pesquisador Colaborador: Séres Costa de Souza – (71) 3117-1875**

**Pesquisador Colaborador: Mansueto Gomes Neto – (71) 3283-8910**

Também em caso de dúvida, o (a) senhor (a) poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia (CEP/ICS/UFBA). O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) busca defender os

interesses dos participantes de pesquisa. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. O Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia (CEP/ICS/UFBA) está localizado na Avenida Reitor Miguel Calmon, s/n, - Instituto de Ciências da Saúde – 4º andar, Vale do Canela. Horário de funcionamento: Segunda das 13:30h às 19:30h e de terça à sexta das 7:00h às 13:00h. Telefone: (71) 3283-8951. E-mail: cepics@ufba.br.

Todos os resultados desta pesquisa serão entregues a você no momento da alta hospitalar. O material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Seu nome não será divulgado em nenhuma publicação que possa resultar em prejuízo à sua imagem, intimidade e confidencialidade, isto é garantido pelo fato de apenas os pesquisadores terem acesso ao banco de dados, e com senha, onde se encontram as suas informações.

Este termo de consentimento tem duas vias originais, sendo que uma vai ficar com os pesquisadores, e a outra será dada ao(à) senhor (a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador(a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_, fui informado (a) dos objetivos da pesquisa **"Manobra de Recrutamento Alveolar no pós-operatório de Cirurgia Cardíaca: Ensaio Clínico Randomizado"**, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de consentimento, se assim o desejar. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Salvador, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_ .

---

Nome completo (participante)

Data

---

Nome completo (pesquisador responsável)

Data

---

Nome completo (testemunha)

Data

Em caso de desistência em permanecer na pesquisa, autorizo que meus dados já coletados referentes a resultados de exames, questionários respondidos e similares ainda sejam utilizados na pesquisa, com os mesmos propósitos já apresentados neste TCLE.

---

Nome completo (participante)

Data

## APÊNDICE B – FICHA DE COLETA DE DADOS

 GRUPO CONTROLE (GC)

 GRUPO INTERVENÇÃO (GI)

**Manobra de Recrutamento Alveolar no Pós Operatória de Cirurgia Cardíaca**

Ficha nº: \_\_\_\_\_

Nome do responsável pela coleta: \_\_\_\_\_

 Data da coleta:    /    /
   
 \_\_\_\_\_

**IDENTIFICAÇÃO**

Nome: \_\_\_\_\_

Registro: \_\_\_\_\_ UTI: \_\_\_\_\_ Leito: \_\_\_\_\_ Data de nascimento:    /    /    Idade: \_\_\_\_\_ anos

 Sexo:  M  F    Altura: \_\_\_\_\_ cm    Peso (predito): \_\_\_\_\_ Kg    Profissão: \_\_\_\_\_

 Est. Civil:  casado(equivalente)  solteiro  divorciado  viúvo  outro: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_ -    Tel.: (    ) \_\_\_\_\_

Responsável: \_\_\_\_\_ Tel. Resp.: (    ) \_\_\_\_\_

**INFORMAÇÕES SOBRE A CIRURGIA**

Data da admissão na UTI:    /    /    Hora da admissão na UTI: \_\_\_\_\_ :

Diagnóstico: \_\_\_\_\_ Tempo de CEC: \_\_\_\_\_ Tempo de Anóxia: \_\_\_\_\_

Tipo de cirurgia: \_\_\_\_\_

**INFORMAÇÕES DA CARDIOPATIA**

Tipo de Cardiopatia: \_\_\_\_\_ Doenças Associadas: \_\_\_\_\_

FEVE: \_\_\_\_\_

 Histórico breve: \_\_\_\_\_
   
 \_\_\_\_\_
   
 \_\_\_\_\_

<b>Cirurgia com Esternotomia?</b> <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N <b>Complicações?</b> <input type="checkbox"/> Sepse	<input type="checkbox"/> Sangramento	<input type="checkbox"/> HAP
	<input type="checkbox"/> Arritmias	<input type="checkbox"/> IRA
Outros: _____		
<b>Antecedentes:</b> HAS: <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> I    DM: <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> Doenças Pulmonares:		
_____		
_____		
<input type="checkbox"/> outro(s): _____		

<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>		
<b>Data da intubação:</b> /    /	<b>Via aérea:</b>	<b>Modo ventilatório da admissão na UTI:</b>
<input type="checkbox"/> TOT <input type="checkbox"/> TQT	<input type="checkbox"/> VCV <input type="checkbox"/> PCV <input type="checkbox"/> PSV <input type="checkbox"/> outro _____	
VC: _____ FR: _____ FiO <sub>2</sub> : _____	PEEP: _____ VE: _____	SpO <sub>2</sub> : _____ PaO <sub>2</sub> / FiO <sub>2</sub> : _____
P <sub>insp</sub> (se PCV): _____ PSV (se PSV): _____ PA inicial: _____		
<b>Sedação:</b> <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não		
_____		
_____		

<b>COMPLICAÇÕES PULMONARES DURANTE A PERMANÊNCIA NA UTI</b>				
<input type="checkbox"/> Pneumonia	<input type="checkbox"/> Atelectasia	<input type="checkbox"/> Derrame Pleural	<input type="checkbox"/> Pneumotórax	<input type="checkbox"/> Hemorragia pulmonar
<input type="checkbox"/> SDRA				
<input type="checkbox"/> Edema Agudo de Pulmão (EAP)				
<input type="checkbox"/> Paralisia diafragmática				
<input type="checkbox"/> Hipertensão Pulmonar (HAP)				

<b>DADOS DA EXTUBAÇÃO</b>	
<b>Extubação:</b> <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	<b>Data da extubação:</b> ____/____/____
<b>Hora da extubação:</b> ____:____	
<b>Tipo de extubação:</b> <input type="checkbox"/> programada	
<input type="checkbox"/> acidental <input type="checkbox"/> autoextubação	

<b>PROCEDIMENTOS PÓS-EXTUBAÇÃO</b>			
<b>Oxigenoterapia:</b> <input type="checkbox"/> máscara venturi _____% <input type="checkbox"/> catéter _____ L/min <input type="checkbox"/> cânula _____ L/min			
<b>VNI:</b> <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N		<b>Tipo de VNI:</b> <input type="checkbox"/> BIPAP <input type="checkbox"/> CPAP <input type="checkbox"/> PSV + PEEP	
<b>Nebulização:</b> <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N		<b>Frequência da VNI:</b> _____ <b>h/dia</b>	
<b>Falência:</b> <input type="checkbox"/> sim ( Reintubação ≤ 48h) <input type="checkbox"/> não (> 48h sem VM)			

<b>DADOS DA REINTUBAÇÃO</b>	
<b>Data da reintubação:</b> _____ / _____ / _____	<b>Hora da reintubação:</b> _____ :
<b>Causa da reintubação:</b>	
<input type="checkbox"/> obstrução das vias aéreas superiores	<input type="checkbox"/> excesso de secreção pulmonar + incapacidade de manipular secreção
<input type="checkbox"/> broncoaspiração	<input type="checkbox"/> falência respiratória (FR ≥ 35 ipm, uso da musculatura acessória, respiração paradoxal, sudorese, cianose, hipoxemia, hipercapnia)
<input type="checkbox"/> broncoespasmo	<input type="checkbox"/> depressão do SNC (evento neurológico ou metabólico)
<input type="checkbox"/> dado ausente ou ignorado	<input type="checkbox"/> laringoespasmo <input type="checkbox"/> outra: _____

<b>Traqueostomia:</b> <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	<b>Data da traqueostomia</b> _____ / _____ / _____
---	--

<b>Eventos adversos até 48 horas pós extubação</b>		Apneias <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N      Data: ____/____/____      Data: ____/____/____      Data: ____/____/____
		Desconforto respiratório <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N      Data: ____/____/____      Data: ____/____/____

GASOMETRIA ARTERIAL E VENOSA (admissão/ 60 min/ 6 horas)							
ARTERIAL	Admissão	60 min	6 horas	VENOSA	Admissão	60 min	6 horas
Data	/ /	/ /	/ /	Data	/ /	/ /	/ /
Hora	:	:	:	Hora	:	:	:
pH				pH			
pCO <sub>2</sub>				pCO <sub>2</sub>			
pO <sub>2</sub>				pO <sub>2</sub>			
SO <sub>2</sub>				SO <sub>2</sub>			
HCO <sub>3</sub>				HCO <sub>3</sub>			
BE				BE			
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>				Lactato			

DADOS DA MECÂNICA RESPIRATÓRIA (admissão/ 60 min/ 6 horas)							
	Admissão	60 min	6 horas	Hemodinâmica	Admissão	60 min	6 horas
Data	/ /	/ /	/ /	Data	/ /	/ /	/ /
Hora	:	:	:	Hora	:	:	:
VT				FC			
Fluxo				PA			
PEEP				PAM			
P <sub>pico</sub>				DVA			
P <sub>platô</sub>				BE L			
P <sub>res</sub>							
C <sub>est</sub>							

**CAMPO DE ANOTAÇÕES PARA A MRA:**

Data	Exemplo						
Hora	16:30h						
VM	VM						
P <sub>inap</sub>	15						
PEEP	25						
FIO <sub>2</sub>	30%						
Tempo	3 X 1'						
PaO <sub>2</sub> /FIO <sub>2</sub> (antes MRA)	230						
PaO <sub>2</sub> /FIO <sub>2</sub> (pós MRA)	350						
C <sub>est</sub> <small>SIR (antes MRA)</small>	33						
C <sub>est</sub> <small>SIR (pós MRA)</small>	42						
Data suspensão MRA por melhora ou piora do quadro clínico	05/11/17 (PIORA) Hemodinâmica (não tolera PEEP)						

**DADOS DA ALTA DA UTI E ALTA HOSPITALAR**

Data da saída da UTI     /    /      alta  óbito

Data da Alta Hospitalar :     /    /    

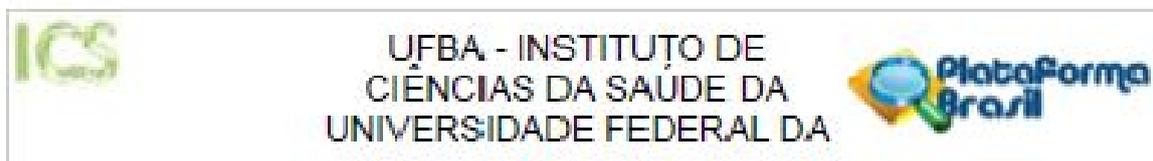
**ESCORES DE RISCO PRÉ-OPERATÓRIO (ANOTAR PONTUAÇÃO):**

**EUROSCORE II:** \_\_\_\_\_

**STS RISK MORTALIDADE:** \_\_\_\_\_

**STS RISK MORBIMORTALIDADE:** \_\_\_\_\_

**ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (ICS/UFBA)**



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** MANOBRA DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

**Pesquisador:** Helena França Corêa dos Reis

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 89880818.4.0000.5662

**Instituição Proponente:** Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.967.971

**Apresentação do Projeto:**

"As doenças cardiovasculares estão entre as principais causas de morte nos países desenvolvidos e sua ocorrência tem aumentado de forma epidêmica nos países em desenvolvimento. Cirurgias cardíacas são procedimentos ainda amplamente utilizados em todo mundo para tratamento de tal grupo de pacientes e as taxas de complicações pós-operatórias a elas relacionadas permanecem expressivas, destacando entre elas, as complicações pulmonares. As complicações pulmonares nessa população apresentam fisiopatologia multifatorial. Seu desenvolvimento é resultado da combinação dos efeitos da anestesia, do trauma cirúrgico e da circulação extracorpórea. Atelectasia e hipoxemia são as complicações mais importantes. A incidência de atelectasia em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com CEC é alta, variando de 60% a 90%. O atendimento fisioterapêutico ao paciente cardiopata cirúrgico é essencial e engloba diversas estratégias, entre elas a manobra de recrutamento alveolar, técnica que utiliza o aumento da pressão transpulmonar com o objetivo de recrutar unidades alveolares colapsadas, aumentando a área pulmonar disponível para a troca gasosa e, conseqüentemente a oxigenação arterial. Dessa modo, esta abordagem maximiza as trocas gasosas, melhora oxigenação arterial e minimiza as lesões pulmonares induzidas pela ventilação mecânica, conhecidas como volutrauma, atelectrauma e biotrauma. A manobra de recrutamento alveolar também tem sido utilizada para aumentar a oxigenação após intervenção cirúrgica cardíaca. Os quadros hipoxêmicos desses pacientes ocorrem em razão das facões de shunt intrapulmonar causadas por alvéolos colapsados."

Endereço: Miguel Calmon

Bairro: Vale do Caracol

UF: BA

Telefone: (71)3253-8951

Município: SALVADOR

CEP: 40.110-902

E-mail: cep.ics@outlook.com



Continuação do Protocolo: 2.967.071

#### Objetivo da Pesquisa:

##### \*Objetivo Primário:

Identificar o impacto da manobra de recrutamento alveolar sobre a incidência de complicações pulmonares no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca de pacientes adultos.\*

##### Objetivo Secundário:

- Verificar se um protocolo de manobra de recrutamento alveolar é eficaz na melhora das trocas gasosas de pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca.
- Avaliar se a manobra de recrutamento alveolar é eficaz na redução do tempo de ventilação mecânica e na ocorrência de reintubação.
- Verificar se a manobra de recrutamento alveolar está associada ao tempo de internação na UTI e hospitalar.
- Avaliar o impacto da manobra de recrutamento alveolar na capacidade funcional e desfechos clínicos (reinternamento, mortalidade, mobilidade) a curto, médio e longo prazo.\*

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

\*Os riscos que este estudo apresenta são basicamente relacionados às manobras e testes aplicados, ou seja, riscos diretos ao paciente, sendo estes os mínimos possíveis, pois, o paciente em todo o tempo estará em ambiente hospitalar, monitorizado sempre por equipe especializada, e que em sua prática clínica utilizam como técnicas e manobras justamente a manobra e testes propostos. Para a Manobra de Recrutamento alveolar, a mesma será interrompida ao sinal de: a. Hipotensão, ou seja, caso haja uma queda de 20 mmHg em relação a pressão arterial registrada antes da MRA ou abaixo do limite inferior ideal para idade; a técnica será interrompida; b. Hipertensão, traduzida por uma elevação de 20 mmHg em relação a pressão arterial registrada antes da MRA ou do limite superior ideal para idade; c. Taquicardia, ao sinal de elevação de 20 bpm em relação a FC registrada antes da manobra; d. Bradicardia, ocorrência de queda de 20 bpm da FC registrada antes da MRA; e. Dessaturação ou queda sustentada da saturação arterial de oxigênio abaixo de 90%. Por fim, a MRA será suspensa caso haja uma assincronia paciente/ventilador causado pelo despertar da anestesia durante a técnica. Na ocorrência de eventualidades a equipe médica será imediatamente acionada. A mesma está apta a utilizar drogas e procedimentos para reversão do quadro complicador. Para o teste de caminhada de 6 minutos, os riscos esperados são: dispnéia, sudorese, mal estar, tontura, câimbras, angina ou palidez. Caso isto ocorra, o paciente poderá parar o teste, e se preciso, examinado por um médico. OUTRO RISCO IMINENTE NA REALIZAÇÃO DO TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS SÃO AS QUEDAS. SEJAM POR MAL ESTAR,

Endereço: Miguel Calmon

Bairro: Vale do Canela

CEP: 40.110-002

UF: BA

Município: SALVADOR

Telefone: (71)3263-6351

E-mail: icp.ics@outlook.com



UFBA - INSTITUTO DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA



Continuação do Parecer: 2.067.071

TONTURA, OBSTÁCULOS OU TROPEÇOS.”

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pendências solucionadas.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Ok.

**Recomendações:**

Adequar a hipótese na PE, pois está no formato de pergunta de Investigação.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Sem pendências.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde (CEP ICS), de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº. 466 de 2012 e na Norma Operacional nº. 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela **APROVAÇÃO** do projeto de pesquisa proposto. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP ICS de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, a cada 6 meses e ao término do estudo. O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 466/12 em substituição à Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d). O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata. O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA junto com seu posicionamento.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Endereço: Miguel Calmon

Bairro: Vale do Cardeal

UF: BA

Telefone: (71)3263-8951

CEP: 40.110-002

Município: SALVADOR

E-mail: cep.ics@outlook.com



UFBA - INSTITUTO DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA



Continuação do Parecer: 2.967.971

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PBI_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DIO_P ROJETO_1112710.pdf	08/10/2018 23:22:01		Acelto
Outros	novo_tcle_apos_ajustes_parecer_cep.p df	08/10/2018 23:16:20	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	projeto_apos_ajustes_parecer_cep.pdf	08/10/2018 23:17:44	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	carta_resposta.pdf	02/10/2018 19:55:59	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	projeto_apos_ajustes_parecer_cep.docx	02/10/2018 19:55:23	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	carta_instituicao_coparticipante.pdf	02/10/2018 18:02:17	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	carta_anuencia_coordenadorfisio_han.p df	02/10/2018 18:01:20	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	carta_anuencia_diretormedico_han.pdf	02/10/2018 18:00:56	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	carta_anuencia_coordenadorunidade_h an.pdf	02/10/2018 18:00:35	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	novo_tcle_apos_ajustes_parecer_cep.d ocx	01/10/2018 14:05:24	Seres Costa de Souza	Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoarahancep.pdf	17/05/2018 16:02:36	Seres Costa de Souza	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tclerahan.pdf	17/05/2018 16:02:04	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	termobasedado.s.pdf	14/05/2018 12:28:10	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	termocompromisso.pdf	14/05/2018 12:27:24	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	declaracaconfidencialidade.pdf	14/05/2018 12:26:56	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	equipedetalhada.pdf	14/05/2018 12:26:15	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	cartaencaminhamento.pdf	14/05/2018 12:24:47	Seres Costa de Souza	Acelto
Folha de Rosto	folharostopesquisaseres.pdf	09/05/2018 10:54:06	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	carta_anuencia_coordenador_fisio_HAN .pdf	09/05/2018 10:51:03	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	carta_anuencia_coordenador_medico_U PC_HAN.pdf	09/05/2018 10:50:25	Seres Costa de Souza	Acelto
Outros	carta_anuencia_diretor_medico_HAN_of icial.pdf	09/05/2018 10:48:42	Seres Costa de Souza	Acelto
Orçamento	orcamentoseres.pdf	09/05/2018	Seres Costa de	Acelto

Endereço: Miguel Calmon

Bairro: Vale do Cardeal

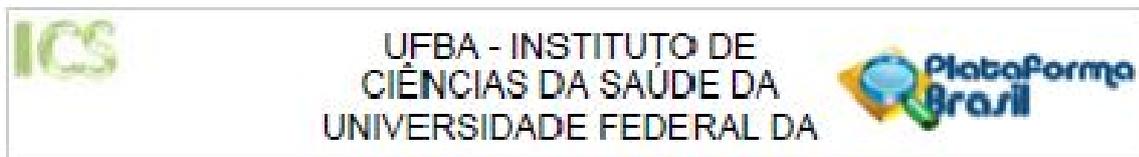
CEP: 40.110-902

UF: BA

Município: SALVADOR

Telefone: (71)3263-6051

E-mail: cep.ics@outlook.com



Continuação do Parecer: 2.957.571

Orçamento	orcamentoseres.pdf	10:47:35	Souza	Aceito
Cronograma	cronogramaseres.pdf	09/05/2018 10:47:21	Seres Costa de SOUZA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SALVADOR, 17 de Outubro de 2018

Assinado por:

**NILDO MANOEL DA SILVA RIBEIRO**  
(Coordenador(a))

Endereço: Miguel Calmon

Bairro: Vela do Carola

UF: BA

Telefone: (71)3283-8951

Município: SALVADOR

CEP: 40.110-902

E-mail: cep.ics@outlook.com

**ANEXO B – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DO HOSPITAL ANA NERY  
(HAN/SESAB)**

**HOSPITAL ANA NERY -  
HAN/SESAB**



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**Elaborado pela Instituição Coparticipante**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** MANOBRAS DE RECRUTAMENTO ALVEOLAR NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

**Pesquisador:** Helena França Correia dos Reis

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 89880818.4.3001.0045

**Instituição Proponente:** Hospital Ana Nery - HAN/SESAB

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.029.782

**Apresentação do Projeto:**

As doenças cardiovasculares estão entre as principais causas de morte nos países desenvolvidos e sua ocorrência tem aumentado de forma

epidêmica nos países em desenvolvimento. Cirurgias cardíacas são procedimentos ainda amplamente utilizados em todo mundo para tratamento de

tal grupo de pacientes e as taxas de complicações pós-operatórias a elas relacionadas permanecem expressivas, despontando entre elas as

complicações pulmonares. As complicações pulmonares nessa população apresentam fisiopatologia multifatorial. Seu desenvolvimento é resultado

da combinação dos efeitos da anestesia, do trauma cirúrgico e da circulação extracorpórea. Atelectasia e hipoxemia são as complicações mais

importantes. A incidência de atelectasia em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com CEC é alta, variando de 60% a 90%. O atendimento

fisioterapêutico ao paciente cardiopata cirúrgico é essencial e engloba diversas estratégias, entre elas a manobra de recrutamento alveolar, técnica

que utiliza o aumento da pressão transpulmonar com o objetivo de recrutar unidades alveolares colapsadas, aumentando a área pulmonar disponível

para a troca gasosa e, conseqüentemente a oxigenação arterial. Desse modo, esta abordagem maximiza as trocas gasosas, melhora oxigenação

Endereço: Rua Saldanha Maranhão, s/nº

Bairro: Caba D'Água

CEP: 40.323-010

UF: BA

Município: SALVADOR

Telefone: (71)3342-3505

Fax: (71)3117-1072

E-mail: a.menic@terra.com.br

## HOSPITAL ANA NERY - HAN/SESAB



Continuação do Protocolo: 3.029.702

arterial e minimiza as lesões pulmonares induzidas pela ventilação mecânica, conhecidas como volutrauma, atelectrauma e biotrauma. A manobra de recrutamento alveolar também tem sido utilizada para aumentar a oxigenação após intervenção cirúrgica cardíaca. Os quadros hipoxêmicos desses pacientes ocorrem em razão das faixas de shunt intrapulmonar causadas por alvéolos colapsados.

### Objetivo da Pesquisa:

#### Objetivo Primário:

Identificar o impacto da manobra de recrutamento alveolar sobre a incidência de complicações pulmonares no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca de pacientes adultos.

#### Objetivo Secundário:

- Verificar se um protocolo de manobra de recrutamento alveolar é eficaz na melhora das trocas gasosas de pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca.
- Avaliar se a manobra de recrutamento alveolar é eficaz na redução do tempo de ventilação mecânica e na ocorrência de reintubação.
- Verificar se a manobra de recrutamento alveolar está associada ao tempo de internação na UTI e hospitalar.
- Avaliar o impacto da manobra de recrutamento alveolar na capacidade funcional e desfechos clínicos (reinternamento, mortalidade, mobilidade) a curto, médio e longo prazo.

### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

#### Riscos:

Os riscos que este estudo apresenta são basicamente relacionados às manobras e testes aplicados, ou seja, riscos diretos ao paciente, sendo estes os mínimos possíveis, pois, o paciente em todo o tempo estará em ambiente hospitalar, monitorizado sempre por equipe especializada, e que em sua prática clínica utilizam como técnicas e manobras justamente a manobra e testes propostos. Para a Manobra de Recrutamento alveolar, a mesma será interrompida ao sinal de: a. Hipotensão, ou seja, caso haja uma queda de 20 mmHg em relação a pressão arterial registrada antes da

Endereço: Rua Saldanha Maranhão, s/nº

Bairro: Caixa D'Água

CEP: 40.329-010

UF: BA

Município: SALVADOR

Telefone: (71)3342-2505

Fax: (71)3117-1872

E-mail: armenio@tema.com.br

## HOSPITAL ANA NERY - HAN/SESAB



Continuação do Protocolo: 3.029.782

MRA ou abaixo do limite inferior ideal para idade a técnica será interrompida; b. Hipertensão, traduzida por uma elevação de 20 mmHg em relação a pressão arterial registrada antes da MRA ou do limite superior ideal para idade; c. Taquicardia, ao sinal de elevação de 20 bpm em relação a FC registrada antes da manobra; d. Bradicardia, ocorrência de queda de 20 bpm da FC registrada antes da MRA; e. Dessaturação ou queda sustentada da saturação arterial de oxigênio abaixo de 90%. Por fim, a MRA será suspensa caso haja uma assincronia paciente/ventilador causado pelo despertar da anestesia durante a técnica. Na ocorrência de eventualidades a equipe médica será imediatamente acionada. A mesma está apta a utilizar drogas e procedimentos para reversão do quadro complicador. Para o teste de caminhada de 6 minutos, os riscos esperados são: dispnéia, sudorese, mal estar, tontura, cãibras, angina ou palidez. Caso isto ocorra, o paciente poderá parar o teste, e se preciso, examinado por um médico. **OUTRO RISCO IMINENTE NA REALIZAÇÃO DO TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS SÃO AS QUEDAS. SEJAM POR MAL ESTAR. TONTURA, OBSTÁCULOS OU TROPEÇOS.**

### Benefícios:

Os resultados esperados desse trabalho podem ser o ponto de partida para a incorporação de protocolos de recrutamento alveolar bem mais estruturados, fruto de observação ao longo do tratamento desses pacientes. Esse benefício contribuirá para uma melhor percepção de estratégias terapêuticas a este perfil de pacientes. Os pacientes que forem submetidos a circulação extracorpórea, como estratégia de ventilação adotam-se baixos volumes correntes, esperando como resultados diminuição da resposta inflamatória pulmonar, e ainda associada ao recrutamento alveolar, reversão da hipoxemia pós operatória. As manobras de recrutamento alveolar são alicerçadas e justificadas como forma terapêutica necessária para maximizar as trocas gasosas, melhorar a oxigenação arterial e minimizar as lesões pulmonares induzidas pela ventilação mecânica, conhecidas como volutrauma, atelectrauma e biotrauma. Além dos benefícios da MRA, o teste de caminhada de 6 minutos avalia a capacidade física dos pacientes submetidos a cirurgias cardíacas, se a capacidade às atividades de maior impacto

Endereço: Rua Saldanha Maranhão, s/nº  
 Bairro: Caixa D'Água CEP: 40.329-010  
 UF: BA Município: SALVADOR  
 Telefone: (71)3342-2505 Fax: (71)3117-1972 E-mail: armenio@terra.com.br

## HOSPITAL ANA NERY - HAN/SESAB



Continuação do Parecer: 3.029.762

melhoraram.

### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este trabalho já foi aprovado no CEP do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, apresentando os ajustes necessários ao projeto inicial.

### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos obrigatórios foram apresentados.

### Recomendações:

Corrigir a divergência de Informação do limite de pressão que consta no TCLE e no projeto: TCLE: "Para evitar a ocorrência de barotrauma iremos respeitar o limite de pressão estabelecido para a manobra (35 cmH<sub>2</sub>O) e garantir o ajuste adequado dos alarmes." Projeto: "A MRA será realizada em modo assisto-controlado à pressão (PCV), da seguinte forma - PI: 15 cmH<sub>2</sub>O, PEEP = 25 cmH<sub>2</sub>O."

### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações.

Aprovado sem pendências.

### Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	novo_tcle_apos_ajustes_parecer_cep.pdf	08/10/2018 23:18:20	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	projeto_apos_ajustes_parecer_cep.pdf	08/10/2018 23:17:44	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	carta_resposta.pdf	02/10/2018 19:55:59	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	projeto_apos_ajustes_parecer_cep.docx	02/10/2018 19:55:23	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	carta_instituicao_coparticipante.pdf	02/10/2018 18:02:17	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	carta_anuencia_coordenadorfisio_han.pdf	02/10/2018 18:01:20	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	carta_anuencia_diretormedico_han.pdf	02/10/2018 18:00:56	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	carta_anuencia_coordenadorunidade_han.pdf	02/10/2018 18:00:35	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	novo_tcle_apos_ajustes_parecer_cep.docx	01/10/2018 14:05:24	Seres Costa de Souza	Aceito

Endereço: Rua Saldanha Maranhão, s/nº

Bairro: Caixa D'Água

CEP: 40.329-010

UF: BA

Município: SALVADOR

Telefone: (71)3342-2305

Fax: (71)9117-1972

E-mail: [amarinho@iterns.com.br](mailto:amarinho@iterns.com.br)

HOSPITAL ANA NERY  
HAN/SESAB



Continuação do Parecer: 1.009/2018

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoanrahancep.pdf	17/05/2018 16:02:36	Seres Costa de Souza	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tclemrahan.pdf	17/05/2018 16:02:04	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	termobaseados.pdf	14/05/2018 12:26:10	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	termocompromisso.pdf	14/05/2018 12:27:24	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	declaracaoconfidencialidade.pdf	14/05/2018 12:26:36	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	equipedetalhada.pdf	14/05/2018 12:26:16	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	cartaercaminhamento.pdf	14/05/2018 12:24:47	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	carta_ancuenda_coordenador_fisio_HAN.pdf	09/05/2018 10:51:03	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	carta_ancuenda_coordenador_medico_U PC_HAN.pdf	09/05/2018 10:50:25	Seres Costa de Souza	Aceito
Outros	carta_ancuenda_diretor_medico_HAN_of icial.pdf	09/05/2018 10:48:42	Seres Costa de Souza	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Aprovação da CONEP:

Não

SALVADOR, 21 de Novembro de 2018

Assinado por:  
**ARMÊNIO COSTA GUIMARÃES**  
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Saldanha Marinho, s/nº  
Bairro: Caixa D'Água CEP: 40.823-010  
UF: BA Município: SALVADOR  
Telefone: (71)3342-2505 Fax: (71)3117-1972 E-mail: armenio@fema.com.br

**ANEXO C – MAPA VENTILATÓRIO DO SERVIÇO DE FISIOTERAPIA DO  
HOPISTAL ANA NERY (HAN/SESAB)**



**MAPA DE MONITORIZAÇÃO VENTILATÓRIA  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**

PACIENTE:							UNIDADE/LEITO:			
DIAGNÓSTICO INICIAL:										
PARÂMETROS INICIAIS / BASE										
VT	FLUXO	FR	T <sub>peusa</sub> /T <sub>insp</sub>	I:E	T. ret. Insp.	PEEP	Pres	Cest	P/F	
DIAM VAA:		ALTURA:		PESO IDEAL:		IDADE:		PaO <sub>2</sub> IDEAL:		
DATA	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
HORA										
PROCEDIMENTO										
MODO										
VENT										
PINS										
TINS										
FLUXO										
VT										
VT/RG										
FR <sub>PROD/TOT</sub>										
I:E										
PEEP										
VE										
VE <sub>40</sub>										
P <sub>TRAQ</sub>										
P <sub>ALV</sub>										
P <sub>RES</sub>										
C <sub>EST</sub>										
R <sub>AW,SR</sub>										
CV <sup>+</sup> CV/60										
PI <sub>TRAQ</sub>										
P <sub>CUFF</sub>										
FIO <sub>2</sub>										
SpO <sub>2</sub>										
T E P	PINS									
	PEEP									
	FIO <sub>2</sub>									
	TEMPO									
H G A	HORA									
	P/F									
	pH									
	PaO <sub>2</sub>									
	PaCO <sub>2</sub>									
	HCO <sub>3</sub>									
	BE									
	SaO <sub>2</sub>									
LACTATO										
FILTRO	TROCADO	TROCADO	TROCADO	TROCADO	TROCADO	TROCADO	TROCADO	TROCADO	TROCADO	
SECREÇÃO	COLETADO	COLETADO	COLETADO	COLETADO	COLETADO	COLETADO	COLETADO	COLETADO	COLETADO	
FISIO										

PESO IDEAL: Homem:  $50 + 0,91 \times (\text{Altura} - 152,4)$   
(ARDENET) Mulher:  $45,5 + 0,91 \times (\text{Altura} - 152,4)$

Cest =  $\frac{VT}{P_{alv} - PEEP}$

Raw =  $\frac{Pres}{\text{Fluxo (l/seg)}}$

Pres = P<sub>traq</sub> - P<sub>alv</sub>