

	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
Área: SV FISIOTERAPIA		Página: 1/15
Assunto: Manobra de Recrutamento Alveolar		Vigência: 27/04/2018

## ÍNDICE

1. OBJETIVO
2. ABRANGÊNCIA
3. RESPONSABILIDADES
4. DEFINIÇÕES
5. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS
6. FLUXOGRAMAS
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

<i>Edição</i>	<i>Alteração</i>
01	Emissão inicial do documento em 06/05/2013
02	Alteração 14/03/2017
03	Revisão 27/04/2018

Elaborado por:  <b>Rafael de Moraes Ianotti</b> Fisioterapeuta  Revisado por:  <b>Dra. Emília Nozawa</b> Fisioterapeuta Chefe	27/04/2018	Aprovado por:  <b>Dra. Maria Ignez Zanetti Feltrim</b> Diretora Técnica	27/04/2018
---	------------	--	------------

	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
<b>Área: SV FISIOTERAPIA</b>		Página: 2/15
<b>Assunto: Manobra de Recrutamento Alveolar</b>		Vigência: 27/04/2018

## 1. OBJETIVO

- 1.1 Capacitar o profissional fisioterapeuta quanto a avaliação e execução da manobra de recrutamento alveolar no paciente em pós-operatório de cirurgia cardíaca.

## 2. ABRANGÊNCIA

- 2.1 A manobra de recrutamento alveolar (MRA) tem como objetivo expandir unidades alveolares colapsadas e recrutáveis, melhorando a oxigenação e a complacência pulmonar. A hipoxemia, decorrente do colapso pulmonar, é muito comum no pós-operatório de cirurgia cardíaca, sendo a MRA utilizada com a finalidade de melhorar a oxigenação e reduzir as complicações pulmonares e, conseqüentemente, diminuir o tempo de ventilação mecânica. O mecanismo fisiológico principal da MRA é o aumento da pressão média de via aérea no intuito de atingir a pressão de abertura alveolar, porém, este aumento pode alterar a interação coração-pulmão e provocar alterações hemodinâmicas e instabilidade. <sup>1</sup>

## 3. RESPONSABILIDADES

- 3.1 Avaliação da hipoxemia na gasometria arterial  
3.2 Avaliação do colapso pulmonar na radiografia de tórax  
3.3 Avaliação do “status” volêmico - fluidoresponsividade  
3.4 Avaliação dos critérios de indicação, contraindicação e interrupção da MRA  
3.5 Realizar a MRA de forma protocolada

## 4. DEFINIÇÕES

### 4.1 ANÁLISE DA HIPOXEMIA NA GASOMETRIA ARTERIAL

A gasometria de chegada na UTI cirúrgica reflete não somente o “status” ventilatório e metabólico do paciente naquele momento, mas também o transporte entre o centro cirúrgico e a UTI. O principal ponto a ser analisado é oxigenação, por

	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
<b>Área:</b> SV FISIOTERAPIA		Página: 3/15
<b>Assunto:</b> Manobra de Recrutamento Alveolar		Vigência: 27/04/2018

meio da relação entre a  $PaO_2$  e a  $FiO_2$ , sendo indicada para a realização da MRA a relação:

$$PaO_2 / FiO_2 \leq 300 \text{ mmHg}$$

*Atenção especial na definição de hipoxemia por colapso pulmonar ou por déficit perfusional, como nos casos de hipoperfusão pulmonar por baixo fluxo sanguíneo pulmonar, hipertensão pulmonar e tromboembolismo pulmonar (TEP). Nestes casos a MRA pode piorar a pós carga do ventrículo direito, perfusão pulmonar e consequentemente o débito cardíaco e oxigenação tecidual.*

#### 4.2 AVALIAÇÃO DO COLAPSO PULMONAR NA RADIOGRAFIA DE TÓRAX

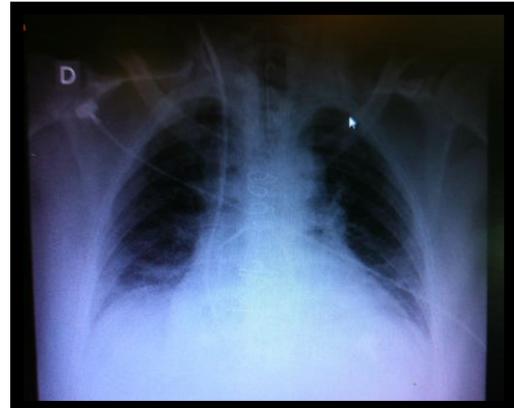
A análise da radiografia de tórax, apesar de subjetiva, deve ser realizada de forma criteriosa, em conjunto com a equipe médica da unidade, sendo os principais achados:

- a) **Diminuição do volume pulmonar:** devido à hipoventilação e colapso pulmonar, pode ser unilateral (mais à esquerda) ou bilateral, normalmente nas regiões médio-basais. Realizar sempre a análise comparativa com radiografia prévia ao procedimento cirúrgico.

	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
<b>Área:</b> SV FISIOTERAPIA		Página: 4/15
<b>Assunto:</b> Manobra de Recrutamento Alveolar		Vigência: 27/04/2018



Pré-operatório

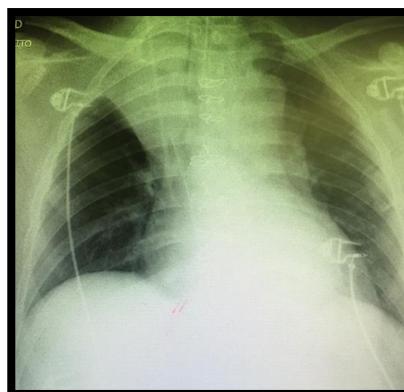


Pós-operatório

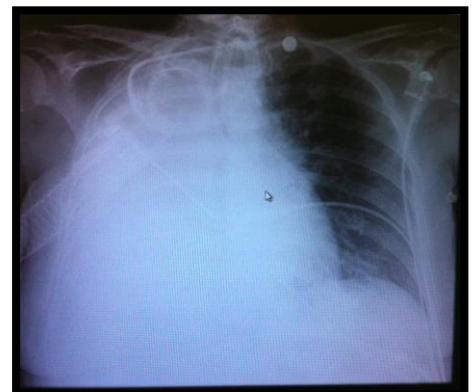
- b) **Opacidades homogêneas:** podem ocorrer em qualquer área do campo pulmonar, normalmente lineares (atelectasias subsegmentares), em faixa ou em cunha (atelectasias segmentares), na topografia específica de um lobo (cisura subjacente será o limite da opacidade) ou em toda a extensão do campo pulmonar (atelectasia pulmonar total).



Segmentar



Lobar



Pulmonar total

	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
Área: SV FISIOTERAPIA		Página: 5/15
Assunto: Manobra de Recrutamento Alveolar		Vigência: 27/04/2018

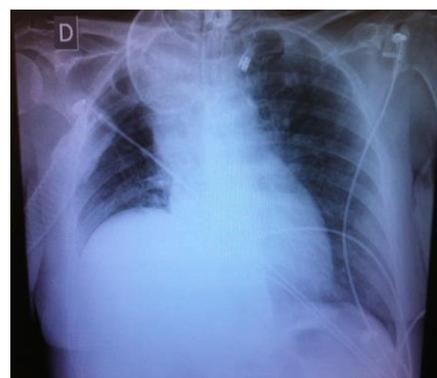
- c) **Opacidades interstício-alveolares (heterogêneas):** relacionadas à congestão do parênquima pulmonar e ou edema pulmonar.



- d) **Elevação da cúpula diafragmática:** relacionada à atelectasia subjacente do parênquima pulmonar (descontinuidade da linha diafragmática) ou lesão no nervo frênico.



Atelectasia adjacente



Lesão do nervo frênico

	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
<b>Área: SV FISIOTERAPIA</b>		Página: 6/15
<b>Assunto: Manobra de Recrutamento Alveolar</b>		Vigência: 27/04/2018

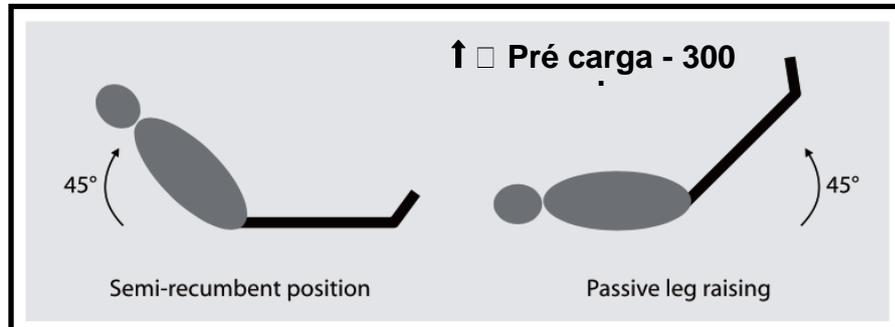
#### 4.3 AVALIAÇÃO DO “STATUS” VOLÊMICO – FLUIDORESPONSIVIDADE

O volume sistólico (VS) e, conseqüente o débito cardíaco (DC), são dependentes em certo grau da pré-carga do ventrículo direito (VD). Uma vez que o aumento da pressão intratorácica diminui a pré-carga do VD, em situações de hipovolemia, este efeito é ainda mais acentuado. Atualmente, dois testes podem ser realizados à beira leito, para avaliar se o paciente é ou não fluido responsivo, ou seja, se a administração de fluido promove aumento em 13 - 15% do DC e ou índice cardíaco, assim podemos prever uma aprovável hipotensão durante a MRA. <sup>2</sup>

4.3.1.1 **Passive leg raising (PLR):** durante o teste ocorre o deslocamento do volume de sangue (300 mL) dos membros inferiores e abdome para o VD, aumentando sua pré-carga. Com cabeceira do leito em 45° e os membros inferiores a 0°, realizar simultaneamente o abaixamento da cabeceira à 0° e a elevação do MMII à 45° por um minuto. Se não houver aumento do DC em 13-15% o teste é negativo, caso ocorra, o teste se torna positivo e a discussão com médico da unidade sobre uma eventual reposição de volume, antes da MRA, é necessária. <sup>2,3</sup>

*Muitas vezes, mesmo sendo o teste positivo, o paciente não se beneficia de volume devido ao balando hídrico muito positivo e ou congestão pulmonar, nestes casos o ajuste de vasopressor, a critério médico, se torna imprescindível.*

	<h2>VENTILAÇÃO MECÂNICA</h2>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
Área: SV FISIOTERAPIA		Página: 7/15
Assunto: Manobra de Recrutamento Alveolar		Vigência: 27/04/2018



*Monnet & Teboul, Intensive Care Med, 2008*  
*Monnet, Marik e Teboul, Intensive Care Med, 2016*

4.3.2 **Varição do volume sistólico (VVS):** esta variável, obtida pela monitorização cardíaca minimamente invasivo (EV1000, por exemplo), nos mostra a relação entre as variações da pressão intratorácica e o volume sistólico; se a VVS for  $\geq 15\%$ , evidencia grande influência da pressão positiva intratorácica no VS e, a MRA pode gerar instabilidade hemodinâmica. Valores inferiores a 15% denotam o raciocínio inverso. Para a validação deste índice, o paciente deve estar sedado, bloqueado e com VC 8 mL/Kg do peso predito. <sup>4</sup>



Imagem: SISTEMA FLOTRAC - EV1000® - Edwards Lifesciences - CA, USA

	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
<b>Área:</b> SV FISIOTERAPIA		Página: 8/15
<b>Assunto:</b> Manobra de Recrutamento Alveolar		Vigência: 27/04/2018

#### 4.4 CRITÉRIOS DE INDICAÇÃO DA MRA

- a) **Hipoxemia** -  $PaO_2/FiO_2 \leq 300$  mmHg
- b) **Atelectasia ou evidência de congestão pulmonar com alteração na troca gasosa** na radiografia de tórax.

*Muitas vezes, alguns pacientes podem apresentar atelectasias e relação  $PaO_2/FiO_2 \geq 300$  mmHg ou o inverso, nestes casos discutir a relação ao risco - benefício para o paciente.*

- c) **PLR negativo, após conduta médica quando necessário, e VVS  $\leq 15\%$ .**
- d) **c) Sedação e bloqueio neuromuscular.**

#### 4.5 CRITÉRIOS DE CONTRAINDICAÇÃO DA MRA

- a) **Sedação e bloqueio neuromuscular:** solicitar quando não estiverem adequados

- b) **Ritmo cardíaco:** não realizar nos casos de arritmia aguda, mesmo fibrilação atrial (FA) ou arritmia ventricular.

*FA crônica sem instabilidade hemodinâmica não contraindica, porém considera discutir cada caso com médico da unidade.*

- c) **Pressão arterial:** PAM  $\leq 60$  mmHg, mesmo após avaliação e conduta para adequação volêmica (fluido-responsividade), ajuste de vasopressores e ausência de vasodilatadores. Considerar avaliação de fluidoresponsividade (item descrito posteriormente).

	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
<b>Área: SV FISIOTERAPIA</b>		Página: 9/15
<b>Assunto: Manobra de Recrutamento Alveolar</b>		Vigência: 27/04/2018

d) **Aumento do volume abdominal:** pacientes que distensão abdominal e ou aumento da pressão intra-abdominal (PIA), evoluem com restrição mecânica à expansão pulmonar e diminuição da complacência pulmonar, este fator pode minimizar a eficácia da MRA e aumentar o risco de barotrauma.

*Nestes casos, o bloqueio neuromuscular tem que ser totalmente eficaz, para minimizar os riscos, mesmo assim, cada caso deverá ser discutido com o médico da unidade em relação ao risco-benefício para o paciente.*

e) **Dreno mediastinal com escape de ar:** é esperado que ocorra pelos drenos mediastinais devido ao ar residual que pode ficar no mediastino; não contraindica, porém, a avaliação individual e discussão é necessária.

f) **Drenos pleurais sem comunicação com o mediastino com escape de ar:** descartar a presença de lesão do parênquima pulmonar e de pneumotórax, se houver lesão, discutir relação risco-benefício com o médico da unidade.

g) **Drenos pleurais com comunicação com o mediastino com escape de ar:** o escape de ar de ar pode ser oriundo do mediastino, considerar item e).

#### 4.6 CRITÉRIOS PARA INTERRUPÇÃO DA MRA

a) **Diminuição da PAM  $\leq$  60 mmHg:** realizar nova avaliação juntamente com o médico da unidade e condutas médicas pertinentes.

b) **Aumento de escape aéreo pelos drenos pleurais.**

c) **Aparecimento de arritmias.**

	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
<b>Área: SV FISIOTERAPIA</b>		Página: 10/15
<b>Assunto: Manobra de Recrutamento Alveolar</b>		Vigência: 27/04/2018

## 5. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

- 5.1 A MRA deve ser primeiramente realizada de forma intervalada, na sequência de procedimentos descritas a seguir <sup>5</sup>:
- a) **Modo ventilatório e parâmetros:** modo PCV, deltaP de 15 cmH<sub>2</sub>O fixo durante todo o procedimento, f ≤ 20 irpm, I:E 1:1, FiO<sub>2</sub> 0,6 ou maior, quando necessário, para SpO<sub>2</sub> ≥ 94%.
  - b) **PEEP:** aumentar a PEEP para 30 cmH<sub>2</sub>O (+ deltaP 15 cmH<sub>2</sub>O), totalizando PPICO inspiratória de 45 cmH<sub>2</sub>O.
  - c) **Manter por 1 minuto.**
  - d) **Voltar para a PEEP 13 e deltaP 15 cmH<sub>2</sub>O:** PPICO inspiratória de 28 cmH<sub>2</sub>O.
  - e) **Aguardar 1 minuto:** para retorno dos parâmetros hemodinâmicos iniciais.
  - f) **Repetir item b), c) e d):** por mais 2 vezes.
  - g) **Manter PEEP 13 cmH<sub>2</sub>O e reajustar o deltaP:** para VC de 6ml/Kg do peso previsto e diminuir a FiO<sub>2</sub> desde que SpO<sub>2</sub> ≥ 94%.
  - h) **Manter estes parâmetros:** até nova gasometria.
  - i) **Se resolução da hipoxemia:** prosseguir a supressão do suporte ventilatório normalmente, caso indicado.
  - j) **Se não resolução:** realizar nova MRA, a cada 4 horas, até a resolução da hipoxemia ou estabelecer nova meta de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, individualmente para cada paciente.

	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
Área: SV FISIOTERAPIA		Página: 11/15
Assunto: Manobra de Recrutamento Alveolar		Vigência: 27/04/2018

- k) **Realizar titulação da PEEP de forma decremental:** modo VCV com VC ajustado para 5 mL/Kg do peso previsto, onda de fluxo quadrada; iniciar com PEEP de 20 cmH<sub>2</sub>O e diminuir 2 cmH<sub>2</sub>O, aguardar 5 ciclos ventilatórios e realizar a medição da Cst. Repetir o procedimento com diminuição de 2 em 2 cmH<sub>2</sub>O da PEEP até 5 cmH<sub>2</sub>O.
- l) **Estabelecer a melhor complacência estática (Cst):** para cada passo da diminuição da PEEP.
- m) **A PEEP ótima:** será aquela 2 cmH<sub>2</sub>O acima da que gerou a melhor Cst.
- n) **Realizar nova MRA:** itens a) a f).
- o) Parâmetros finais: PCV com deltaP para 6 mL/Kg do peso previsto, PEEP ótima, FiO<sub>2</sub> mínima para manter SpO<sub>2</sub> ≥ 94%.
- p) Seguir os itens h), i).

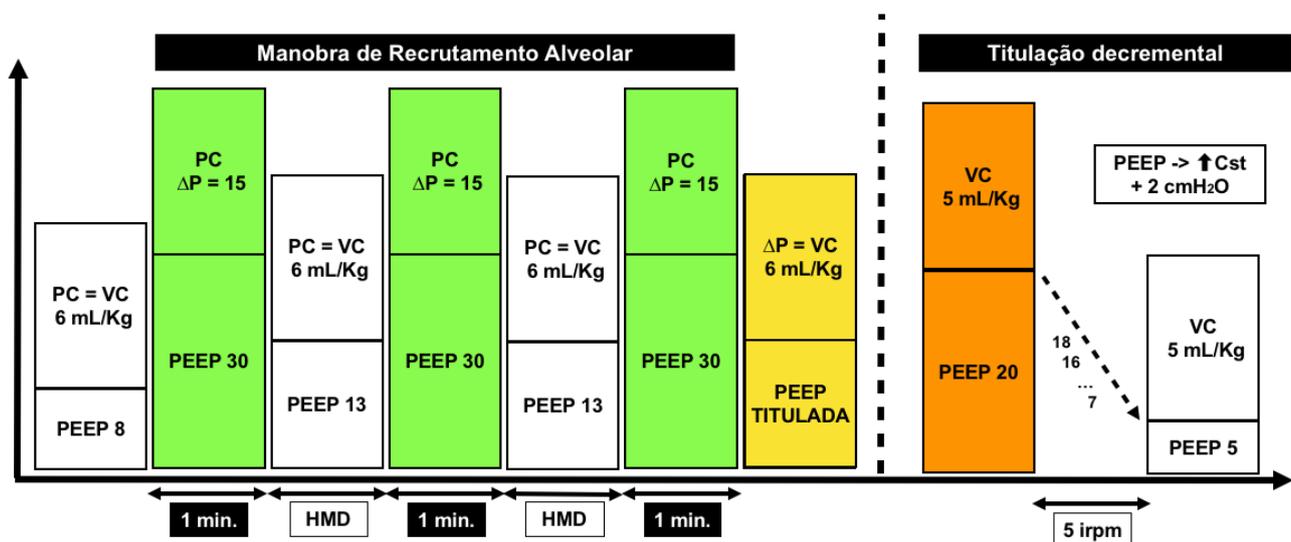


Figura esquemática da MRA realizada de forma intervalada

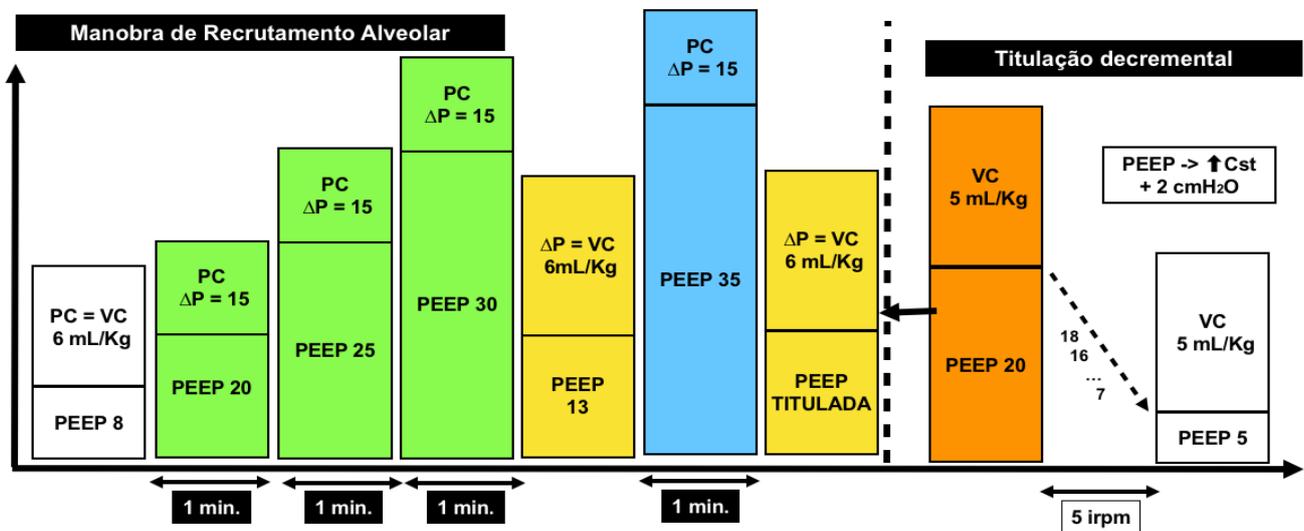
	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
<b>Área: SV FISIOTERAPIA</b>		Página: 12/15
<b>Assunto: Manobra de Recrutamento Alveolar</b>		Vigência: 27/04/2018

5.2 Nos casos de instabilidade hemodinâmica no início do procedimento descrito acima, optar pela forma de MRA incremental, como descrita a seguir.

- a) **Modo ventilatório e parâmetros:** modo PCV, deltaP de 15 cmH<sub>2</sub>O fixo durante todo o procedimento, f ≤ 20 irpm, I:E 1:1, FiO<sub>2</sub> 0,6 ou maior, quando necessário, para SpO<sub>2</sub> ≥ 94%.
- b) **PEEP:** aumentar a PEEP para 20 cmH<sub>2</sub>O (+ deltaP 15 cmH<sub>2</sub>O), totalizando PPICO inspiratória de 35 cmH<sub>2</sub>O.
- c) **Manter por 1 minuto e avaliar parâmetros hemodinâmicos, se estável.**
- d) **Aumentar a PEEP para 25 cmH<sub>2</sub>O (+ deltaP 15 cmH<sub>2</sub>O):** totalizando PPICO inspiratória de 40 cmH<sub>2</sub>O.
- e) **Manter por 1 minuto e avaliar parâmetros hemodinâmicos, se estável.**
- f) **Aumentar a PEEP para 30 cmH<sub>2</sub>O (+ deltaP 15 cmH<sub>2</sub>O):** totalizando PPICO inspiratória de 45 cmH<sub>2</sub>O
- g) **Manter por 1 minuto e avaliar parâmetros hemodinâmicos, se estável.**
- h) **Retornar a PEEP para 13 cmH<sub>2</sub>O e reajustar o deltaP:** para VC de 6ml/Kg do peso previsto e diminuir a FiO<sub>2</sub> desde que SpO<sub>2</sub> ≥ 94%
- i) **Manter estes parâmetros:** até nova gasometria
- j) **Se resolução da hipoxemia:** prosseguir a supressão do suporte ventilatório normalmente, caso indicado.
- k) **Se não resolução:** realizar nova MRA, a cada 4 horas, até a resolução da hipoxemia ou estabelecer nova meta de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, individualmente para cada paciente.

	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
Área: SV FISIOTERAPIA		Página: 13/15
Assunto: Manobra de Recrutamento Alveolar		Vigência: 27/04/2018

- l) **Realizar titulação da PEEP de forma decremental:** modo VCV com VC ajustado para 5 ml/Kg do peso previsto, onda de fluxo quadrada; iniciar com PEEP de 20 cmH<sub>2</sub>O e diminuir 2 cmH<sub>2</sub>O, aguardar 5 ciclos ventilatórios e realizar a medição da Cst. Repetir o procedimento com diminuição de 2 em 2 cmH<sub>2</sub>O da PEEP até 5 cmH<sub>2</sub>O.
- m) **Estabelecer a melhor complacência estática (Cst):** para cada passo da diminuição da PEEP.
- n) **A PEEP ótima:** será aquela 2 cmH<sub>2</sub>O acima da que gerou a melhor Cst.
- o) **Realizar novo RA:** itens a) a f)
- p) Parâmetros finais: PCV com deltaP para 6 mL/Kg do peso previsto, PEEP ótima,

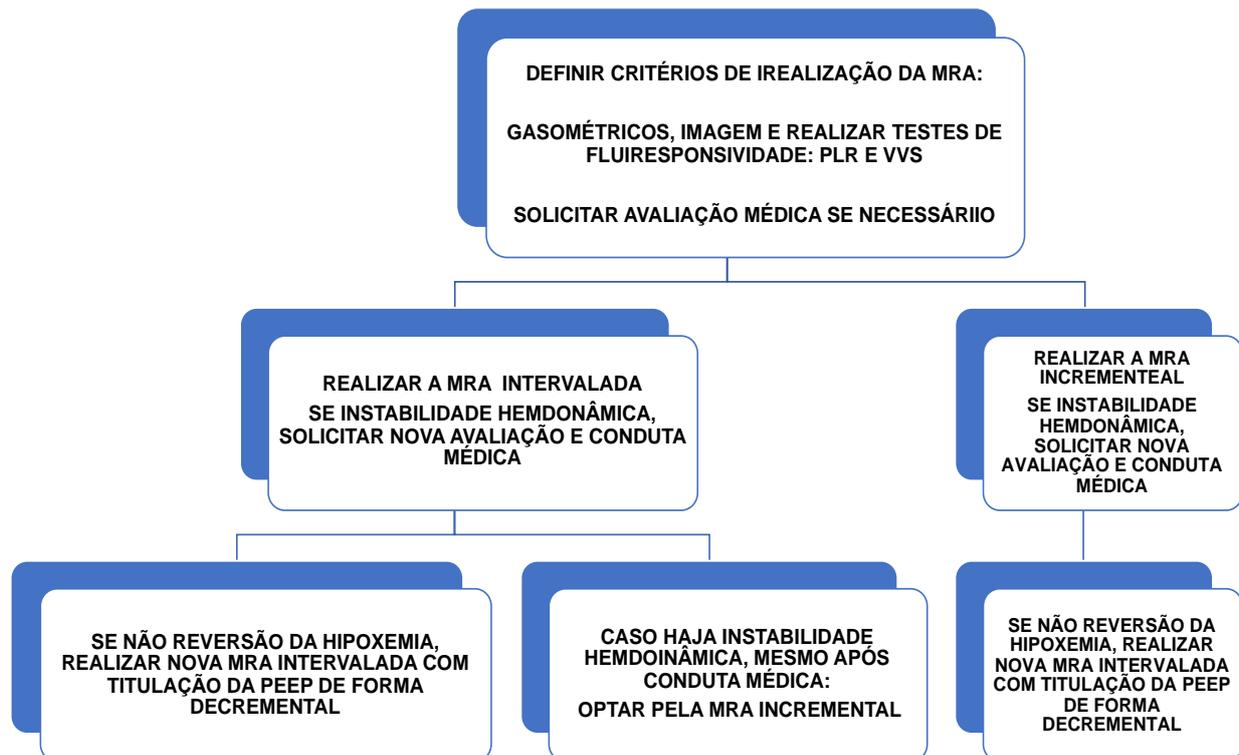


FiO<sub>2</sub> mínima para manter SpO<sub>2</sub> ≥ 94%

- q) Seguir os itens i) e j).

Figura esquemática da MRA realizada de forma incremental

2015. Direitos autorais reservados à Fundação Zerbini - InCor.  
Vedada a reprodução sem o consentimento expresso da Fundação Zerbini - InCor.



## 6. FLUXOGRAMAS

	<b>VENTILAÇÃO MECÂNICA</b>	Número: <b>04</b>
		Edição: 03
<b>Área: SV FISIOTERAPIA</b>		Página: 15/15
<b>Assunto: Manobra de Recrutamento Alveolar</b>		Vigência: 27/04/2018

## 7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Sladden RN; Berkowitz DE. Cardiopulmonary bypass and the lung. In: Cardiopulmonary Bypass, Gravlee GP; Davis RF; Utley IR (Eds). Williams and Wilkins, Baltimore 1993. p. 468.
2. Teboul, J.L., et al., *Less invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients*. Intensive Care Med, 2016. **42**(9): p. 1350-9
3. Monnet, X. and J.L. Teboul, *Passive leg raising*. Intensive Care Med, 2008. **34**(4): p. 659-63.
4. Jabot, J., et al., *Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: importance of the postural change*. Intensive Care Med, 2009. **35**(1): p. 85-90.
5. Amato, Marcelo B.P. et al. Driving Pressure and Survival in the Acute Respiratory Distress Syndrome. N England J Med. 2015;372:747-755.
6. Costa-Leme, A et al. Effect of Intensive vs Moderate Alveolar Recruitment Strategies Added to Lung-Protective Ventilation on Postoperative Pulmonary Complications A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2017;317(14):1422-1432.