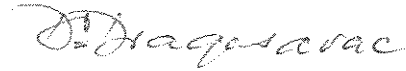


MARISA MAZZONETTO

Este exemplar corresponde a versão final da Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Cirurgia da FCM/UNICAMP, para obtenção do título de Mestre em Pesquisa Experimental da Fisioterapeuta, **MARISA MAZZONETTO:985164**.

Campinas, 21 de janeiro de 2002.



Profa. Dra. Desanka Dragosavac - Orientadora

***ESTUDO COMPARATIVO DE DOIS MÉTODOS DE CÁLCULO DE
PRESSÃO POSITIVA NO FINAL DA EXPIRAÇÃO (PEEP) IDEAL:
PONTO DE INFLEXÃO DA CURVA PRESSÃO-VOLUME E MEDIDAS
SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA E SATURAÇÃO
SANGÜÍNEA ARTERIAL DE O₂***

CAMPINAS

2002

MARISA MAZZONETTO

***ESTUDO COMPARATIVO DE DOIS MÉTODOS DE CÁLCULO DE
PRESSÃO POSITIVA NO FINAL DA EXPIRAÇÃO (PEEP) IDEAL:
PONTO DE INFLEXÃO DA CURVA PRESSÃO-VOLUME E MEDIDAS
SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA E SATURAÇÃO
SANGÜÍNEA ARTERIAL DE O₂***

*Dissertação de Mestrado apresentada à Pós-Graduação
da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre
em Cirurgia, área de Pesquisa Experimental.*

ORIENTADORA: PROF^A. DR^A. DESANKA DRAGOSAVAC

CAMPINAS

2002

**UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE**

M459c
EX
OMBO BC/ 51390
PROC 16-837102
PREÇO R\$ 11,00
DATA 07/11/02
Nº CPD 07/11/02

CM00176314-6

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
UNICAMP**

11B ID 266075

M459e

Mazzonetto, Marisa

Estudo comparativo de dois métodos de cálculo de pressão positiva no final da expiração (PEEP) ideal: ponto de inflexão da curva pressão-volume e medidas seriadas de complacência estática e saturação sanguínea arterial de O₂ / Marisa Mazzonetto. Campinas, SP : [s.n.], 2002.

Orientador : Desanka Dragosavac

Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Ciências Médicas.

1. Ventilação artificial. I. Desanka Dragosavac. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

Banca examinadora da Dissertação de Mestrado

Orientadora: Profa. Dra. Desanka Dragosavac

Membros:

1. Profa. Dra. Desanka Dragosavac

D. Dragosavac

2. Profa. Dra. Denise Castilho Cabrera Santos

Denise Castilho Cabrera Santos

3. Prof. Dr. Ivan Felizardo Contrera Toro

Ivan Felizardo Contrera Toro

Curso de Pós-Graduação em Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da
Universidade Estadual de Campinas.

Data: 21/01/2002

00253689

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho aos pacientes e seus familiares que me proporcionaram a oportunidade de realizá-lo, onde, mesmo estando em condições desfavoráveis, ainda tiveram compreensão e cooperação para comigo”.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar saúde, força e sabedoria para percorrer o caminho certo em todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais Sérgio e Sonia, que deram-me o dom da vida e ensinaram-me a viver com dignidade, respeito e caráter, enfim, ensinaram-me a ser uma pessoa.

A meus irmãos Renato e Fábio, e ao meu namorado Lucas, por, muitas vezes, suportarem a minha ausência e pelo tempo dedicado no auxílio deste trabalho.

À minha querida orientadora Prof^a. Dr^a. Desanka Dragosavac, por ter tido paciência e tolerância durante o desenrolar deste trabalho.

Ao pessoal de Enfermagem (em especial à Andréa Pádua), Fisioterapia, médicos, residentes e funcionários da UTI da UNICAMP (em especial à Maísa, amiga para todas as horas), pois sem eles este trabalho não poderia ser realizado.

Aos Drs. Luís Cláudio Martins e Sebastião Araújo pelo auxílio dedicado na fase final deste trabalho.

Ao Prof. Décio Barbin, professor titular do Departamento de Exatas da ESALQ-USP – Piracicaba, pela disposição de seu tempo para a realização da análise estatística deste trabalho.

A todos, o meu muito obrigada!

*“Entregue seu caminho ao Senhor, confie nele e ele
agirá: ele deixará claro como a alvorada que você é
justo, e como o sol do meio-dia que você é inocente.”*

(Salmo 37, 5-6)

	PÁG.
RESUMO.....	xxv
1. INTRODUÇÃO.....	29
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	33
2.1. Síndrome da angústia respiratória aguda.....	35
2.2. Pressão positiva expiratória final.....	40
2.3. Ventilação mecânica na síndrome da angústia respiratória aguda.....	45
3. OBJETIVOS.....	49
4. SUJEITOS E MÉTODOS.....	53
5. RESULTADOS.....	59
6. DISCUSSÃO.....	77
7. CONCLUSÕES.....	93
8. SUMMARY.....	97
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
10. ANEXOS.....	111

LISTA DE ABREVIATURAS

BE	Base em Excesso
bpm	Batimentos por Minuto
GOCA	Sistema de Estratificação para Lesão Pulmonar Aguda (do inglês: Gás organ insuficiency cause associated diseases)
Cst	Complacência Estática
DO ₂ /VO ₂	Relação Oferta-Consumo de Oxigênio
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
FC	Frequência Cardíaca
FiO ₂	Fração Inspirada de Oxigênio
FR	Frequência Respiratória
HCO ₃	Bicarbonato
ipm	Incursões por Minuto
PaO ₂	Pressão Parcial de Oxigênio no Sangue Arterial
PaCO ₂	Pressão Parcial de Gás Carbônico no Sangue Arterial
PC	Pressão Controlada
PEEP	Pressão Expiratória Positiva Final (do inglês: Positive End Expiratory Pressure)
P _{flex-inf}	Ponto de Inflexão Inferior
P _{flex-sup}	Ponto de Inflexão Superior
Ppico	Pressão de Pico Inspiratória
Pplat	Pressão de Platô
PSV	Ventilação com Pressão de Suporte
P-V	Pressão- Volume

SARA	Síndrome da Angústia Respiratória Aguda
SatO ₂	Saturação Sanguínea Arterial de Oxigênio
T insp	Tempo Inspiratório
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VA	Vias Aéreas
VAPSV	Ventilação com Pressão de Suporte e Volume Garantido
VC	Volume Corrente
ZEEP	Pressão Expiratória Positiva Final igual a zero
V _d /V _t	Espaço Morto

Tabela 1:	Comparação entre os valores de PEEP iniciais e aqueles obtidos através da curva P-V.....	62
Tabela 2:	Comparação entre os valores de PEEP iniciais e aqueles obtidos através do cálculo de PEEP pela Cst.....	63
Tabela 3:	Comparação entre os valores de PEEP obtidas pela curva P-V e aqueles obtidos pelo cálculo de PEEP pela Cst.....	64
Tabela 4:	Comparação entre os valores de PaO_2 iniciais e aqueles obtidos através da curva P-V.....	67
Tabela 5:	Comparação entre os valores de PaO_2 iniciais e aqueles obtidos através do cálculo de PEEP pela Cst.....	68
Tabela 6:	Comparação entre os valores de PaO_2 obtidos pela curva P-V e aqueles obtidos pelo cálculo de PEEP pela Cst.....	69
Tabela 7:	Comparação entre os valores de PaCO_2 iniciais e aqueles obtidos através da curva P-V.....	72
Tabela 8:	Comparação entre os valores de PaCO_2 iniciais e aqueles obtidos através do cálculo de PEEP pela Cst.....	73
Tabela 9:	Comparação entre os valores de PaCO_2 obtidos pela curva P-V e aqueles obtidos pelo cálculo de PEEP pela Cst.....	74
Tabela 10:	Tabela de resultados do estudo de PEEP ideal realizado por Suter.....	82

	PÁG.
Figura 1: Efeito da PEEP sobre os alvéolos doentes previamente colapsados proporcionando reabertura dos mesmos.....	40
Figura 2: Efeito da PEEP sobre o débito cardíaco.....	41
Figura 3: Distribuição da água extravascular pulmonar feita pela PEEP.....	42
Figura 4: Valores de PEEP obtidos nos dois métodos.....	65
Figura 5: Valores da PaO ₂ obtidos nos dois métodos.....	70
Figura 6: Valores da PaCO ₂ obtidos nos dois métodos.....	75

	PÁG.
Quadro 1: Causas da SARA.....	37
Quadro 2: Escore de Murray.....	38
Quadro 3: Sistema de estratificação para lesão pulmonar aguda (COGA).....	39
Quadro 4: Ventilação convencional e ventilação protetora na SARA.....	47
Quadro 5: Volumes correntes aplicados à realização da curva P-V.....	57



RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi comparar dois métodos de cálculo de Pressão Expiratória Positiva Final (PEEP) ideal em pacientes com Síndrome da Angústia Respiratória Aguda (SARA).

As perguntas foram:

- a. Se os valores de PEEP ideais obtidos com um método corresponderiam aos valores do outro método.
- b. Se haveria alteração de oxigenação no decorrer das medidas.
- c. Se haveria alteração de ventilação no decorrer das medidas.
- d. Quais seriam as dificuldades encontradas na aplicação dos métodos.

Para isso, foram realizados 40 cálculos em pacientes sépticos com SARA (relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ menor que 200 e Escala de Murray maior que 2,5). Todos os pacientes foram sedados e relaxados 30 minutos antes do procedimento.

Vinte cálculos foram realizados em cada método e cada paciente serviu como seu próprio controle. Dos vinte estudos comparativos, dez foram submetidos ao cálculo 1 inicialmente, e, após uma hora do término do mesmo, foram submetidos ao cálculo 2, invertendo-se os procedimentos nos dez restantes para anular uma possível influência de um cálculo sobre o resultado do outro.

As gasometrias arteriais foram feitas no início e após 30 minutos do final de cada cálculo.

Os métodos utilizados foram:

1) cálculo de PEEP ideal através de medidas seriadas de complacência estática pulmonar e saturação sanguínea de oxigênio (SatO_2);

2) cálculo de PEEP ideal através da curva pressão-volume (P-V).

A análise dos dados mostrou que não houve diferença entre os dois métodos no que se diz respeito à oxigenação, nem tampouco nos valores de PEEP obtidos através deles. Houve aumento da PaCO_2 após a realização dos dois cálculos, porém sem diferenças entre os métodos e dentro dos limites aceitos pela literatura.



1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a Síndrome da Angústia Respiratória Aguda (SARA) é uma das patologias respiratórias mais desafiadoras encontrada em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) tanto no que se diz respeito à sua caracterização, quanto aos meios e propostas de tratamentos adequados.

Caracterizada por ser uma patologia heterogênea, isto é, os pulmões comprometidos apresentam áreas com diferentes alterações, sendo as mais comuns a atelectasia (áreas colapsadas) e o edema intersticial, vem sendo difícil chegar a um consenso sobre qual é a melhor forma de tratá-la, tanto em nível medicamentoso como em relação ao suporte ventilatório mais adequado.

Inúmeras medidas terapêuticas de suporte ventilatório vêm sendo utilizadas em pacientes portadores dessa síndrome. Dentre elas, podemos citar a utilização da posição prona, o uso da relação inspiração/expiração invertida e o cálculo do valor de Pressão Expiratória Positiva Final (PEEP) ideal. Para essa última, será dada uma atenção especial neste trabalho.

A PEEP é um recurso encontrado na maioria dos respiradores artificiais, que consegue proporcionar um maior recrutamento alveolar e reabertura de vias aéreas previamente colapsadas, melhorando a troca gasosa quando aplicada de maneira adequada. A dificuldade da utilização da PEEP é encontrar o valor ideal para a condição pulmonar atual de cada paciente portador de SARA sem causar uma hiperdistensão alveolar, interferindo ou prejudicando as condições hemodinâmicas do mesmo. Foram criados, baseados nessa dificuldade, vários métodos para se chegar ao valor de PEEP ideal. Alguns foram descartados com o passar dos anos pela inviabilidade do método ou por alterações hemodinâmicas encontradas nos pacientes submetidos a esses métodos, e outros ainda encontram-se em fase experimental. Sendo assim, ainda existem dúvidas sobre o tratamento adequado para a SARA.



2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. SÍNDROME DA ANGÚSTIA RESPIRATÓRIA AGUDA (SARA)

O primeiro trabalho com descrição de SARA surgiu na literatura em 1967, quando ASHBAUGH *et al.* definiram a síndrome e estudaram 272 pacientes que foram submetidos à ventilação mecânica. Doze desses pacientes evoluíram com dispnéia grave, taquipnéia, cianose, diminuição da complacência pulmonar, infiltrado radiológico difuso e hipoxemia refratária à elevação da concentração de O₂ inspirado tendo apresentado boa resposta ao uso da PEEP. Desses doze pacientes, sete evoluíram para óbito, e a necropsia revelou microatelectasias, congestão vascular, hemorragias, edema pulmonar e formação de membrana hialina revestindo a superfície alveolar (ASHBAUGH *et al.*, 1967). A essas alterações, PETTY & ASHBAUGH, em 1971, deram o nome de Síndrome da Angústia Respiratória do Adulto, com o intuito de se contrapor à Síndrome da Membrana Hialina no Recém-Nascido.

Na SARA há diminuição da substância tensoativa alveolar (surfactante), com colapso alveolar na expiração quando a pressão expiratória final alcança níveis da pressão atmosférica. Os alvéolos colapsados necessitariam de uma maior pressão para reabrirem, o que explica a notável queda da complacência pulmonar (LEMAIRE *et al.*, 1981).

A SARA caracteriza-se por um distúrbio generalizado da microcirculação, onde a extração tecidual do oxigênio encontra-se seriamente prejudicada, numa situação análoga ao comprometimento da captação alveolar do oxigênio pelos capilares pulmonares (DANTZKER, LYNCH, WEG, 1980). Aquilo que no pulmão é conhecido como distúrbio da relação ventilação-perfusão manifesta-se em nível periférico como distúrbio da relação oferta – consumo de O₂ (DO₂/VO₂) (DORINSKY & GADEK, 1989). Mesmo que a SARA não esteja acompanhando um quadro francamente séptico, graves distúrbios da microcirculação sistêmica podem estar presentes, causados pelos fatores que estariam comprometendo a rede capilar (CARVALHO & AMATO, 1990).

Na SARA há aumento da permeabilidade da membrana alveolocapilar, causando edema intersticial e alveolar e diminuição da complacência, resultando em um menor volume pulmonar de repouso, ou seja, menor capacidade residual funcional. Segmentos pulmonares colapsados são perfundidos e não ventilados, constituindo-se em

áreas geradoras de *shunt* intrapulmonar, com dessaturação de oxigênio arterial (CARVALHO, 1988) . Há também uma alta resistência de vias aéreas e tecidual (MANCERO, 1992; LACHMANN, HAENDLY, SCHULTZ, 1980).

Na SARA ocorre uma não homogeneidade na relação ventilação-perfusão pulmonar: regiões não ventiladas, em pulmões dependentes, e áreas relativamente bem ventiladas, em regiões não dependentes (PESENTI & FUMAGALLI, 1999).

Na fase inicial da SARA, a distribuição de insuflação regional e a distribuição de atelectasias regionais podem ser extremamente desiguais (GATTINONI *et al.*, 1995). Os pulmões são edemaciados e a característica mecânica principal é a redução da complacência. Em fases tardias, ocorre o desenvolvimento de fibrose. Os pulmões ficam “duros” e a complacência tóraco-pulmonar é extremamente baixa (MANCERO, 1992).

Por ser a SARA uma patologia com características diversificadas, isto é, algumas regiões com presença de edema intersticial e outras com microatelectasias, além das demais alterações, é considerada uma patologia de difícil controle, onde se encontra muita dificuldade em ventilar mecanicamente os pacientes (WIERNER-KRONISH, GROPPER, MATTHAY, 1990). Há relatos de lesões pulmonares induzidas pelo ventilador, como por exemplo o barotrauma, que caracteriza-se por ruptura de alvéolos hiperdistendidos. Fatores que contribuem para esse tipo de lesão são aplicação de volume corrente em níveis altos (acima de 10ml/kg de peso corpóreo), altos picos de pressão inspiratória e o uso inadequado de PEEP (MANCERO, 1992). A partir do momento em que os pacientes começaram a ser ventilados com pico de pressão inspiratória controlada em no máximo 30cmH₂O e volumes correntes entre 5 e 8ml/kg de peso corpóreo, observou-se uma diminuição significativa da mortalidade de pacientes com SARA, apesar desses parâmetros proporcionarem aos pacientes uma hipercapnia, isto é, aumento do valor de CO₂ nos gases sanguíneos arteriais. Nesses casos, são aceitos valores de PaCO₂ até 80mmHg (PESENTI & FUMAGALLI, 1999).

Na concepção de BERNARD & ARTIGAS, devido ao fato dessa patologia também atingir crianças e adolescentes, ela começou a ser chamada de Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (BERNARD *et al.*, 1994; ARTIGAS *et al.*, 1998).

Muito embora o quadro detalhado e sistemático das manifestações clínicas que caracterizam a SARA tenha sido descrita apenas em 1967 por Ashbaugh *et al.*, acredita-se que essa entidade já exista há muito mais tempo, pois foi observado, durante a Primeira Guerra Mundial, em muitos soldados vítimas de ferimentos extratorácicos, os mesmos sinais e sintomas respiratórios que compõem essa síndrome (SIMEONE, 1968). Há, também, outros relatos de características fisiopatológicas semelhantes ao da SARA em pacientes com histórias de grandes traumas e em pacientes com quadros infecciosos graves (BUFORD & BURBANK, 1945; JENKINS, JONES, WILSON, 1950; BELL *et al.*, 1983; PINGLETON, 1988). Através dos mais diversos relatos, conseguiu-se separar as causas mais comuns da SARA, como demonstrado no quadro 1.

Quadro 1: Causas da SARA

LESÃO DIRETA	LESÃO INDIRETA
Aspiração de Conteúdo Gástrico	Síndrome Séptica
Infeção Pulmonar Difusa	Trauma Grave Não Torácico
Pneumonias	Politransfusões
Quase Afogamento	Circulação Extracorpórea
Inalação de Gases Tóxicos	Pancreatite
Contusão	Embolia Gordurosa
	Intoxicação por Drogas

A incidência da SARA vem diminuindo a cada ano, pois, devido ao fato de estar havendo um maior conhecimento sobre a sua fisiopatologia, conseqüentemente também tem sido propostas modalidades mais eficazes de prevenção e terapêutica dessa síndrome. Em 1977, observou-se nos EUA a existência de 150.000 casos anuais (aproximadamente 0,6/1.000) com mortalidade de 50 a 60% dos casos. Em 1988, esse valor baixou para 0,05/1.000. Em 1989, nas Ilhas Canárias, a incidência era de 0,02 a 0,04/1.000 (MURRAY, 1977; BAUMANN *et al.*, 1986; VILLAR & STUTSKY, 1989).

FOWLER *et al.*, em 1983, relacionaram a incidência da SARA com as condições clínicas de base apresentadas pelos pacientes. Observaram que a sepse era a condição mais frequentemente associada à SARA, com alto grau de mortalidade (90%), seguida da aspiração de conteúdo gástrico e a embolia gordurosa, com mortalidade em torno de 10% nos pacientes acometidos (FOWLER *et al.*, 1983; FOWLER *et al.*, 1985; MONTGOMERY *et al.*, 1985).

Os fatores predisponentes ou desencadeantes da SARA podem ocorrer horas ou dias antes de uma possível intervenção terapêutica (CARVALHO & AMATO, 1990; FOWLER *et al.*, 1983).

Para realizar um diagnóstico diferencial da SARA e especificar mais detalhadamente as causas predisponentes da população atingida, têm sido utilizados, mais recentemente, dois sistemas de definição e estratificação da SARA: o escore de MURRAY, mostrado no quadro 2, e o GOCA (sistema de estratificação para a lesão pulmonar aguda) demonstrado no quadro 3 (ARTIGAS *et al.*, 1998).

Quadro 2: Escore de Murray.

ESCALA					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx tórax (nº de quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O)	0 - 5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O)	+80	60-79	40-59	20-39	<19

Quadro 3: Sistema de Estratificação para Lesão Pulmonar Aguda (GOCA) .

LETRA	SIGNIFICADO	ESCALA	DEFINIÇÃO
G	Troca Gasosa	0	$PaO_2/FiO_2 \geq 301$
		1	$PaO_2/FiO_2 = 201 - 300$
		2	$PaO_2/FiO_2 = 101 - 200$
		3	$PaO_2/FiO_2 \leq 100$
	Troca gasosa para ser combinada com o descritor numérico	A	Respiração espontânea sem PEEP
		B	Respiração assistida – PEEP 0-5 cmH ₂ O
		C	Respiração assistida – PEEP 6-10 cmH ₂ O
		D	Respiração assistida – PEEP ≥ 10 cmH ₂ O
O	Insuficiência de Órgãos	0	Só os pulmões
		1	Pulmões + 1 órgão
		2	Pulmões + 2 órgãos
		3	Pulmões + 3 órgãos
C	Causa	0	Desconhecida
		1	Lesão direta
		2	Lesão indireta
A	Doenças Associadas	0	Sem doença coexistente que causará a morte em 5 anos.
		1	Com doença coexistente que causará a morte em 5 anos, mas não em 6 meses
		2	Com doença coexistente que causará a morte em 6 meses

2.2. PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA FINAL

A Pressão Expiratória Positiva Final (PEEP) teve seu uso descrito na literatura, inicialmente em 1929, em cirurgias torácicas, e, em 1938, por BARACH, MARTIN, ECKMAN, no tratamento de edema pulmonar. Porém, sua utilização só se popularizou após os estudos de ASHBAUGH *et al.*, em 1967, para o tratamento da Síndrome da Angústia Respiratória Aguda (SARA), e de GREGORY, KITTERMAN, PHIBBS, em 1971, para o tratamento da Síndrome da Membrana Hialina no Recém-Nascido .

ASHBAUGH *et al.* (1967), utilizaram PEEP de 5 a 10cmH₂O em cinco pacientes e observaram melhora da SatO₂ e diminuição da ventilação por minuto. Em três desses pacientes houve queda do gradiente alvéolo-arterial de O₂. Observaram também uma melhora na sobrevida dos pacientes que foram ventilados com o uso de PEEP. A PEEP impede o colapso alveolar e recruta unidades previamente colapsadas, aumentando a capacidade residual funcional e a complacência, diminui o *shunt* pulmonar (PESENTI & FUMAGALLI, 1999) e aumenta a oxigenação sanguínea por manter a ventilação alveolar, melhorando, dessa forma, a troca gasosa (ASHBAUGH *et al.*, 1967; FALKE *et al.*, 1972), como pode ser observado na figura 1.

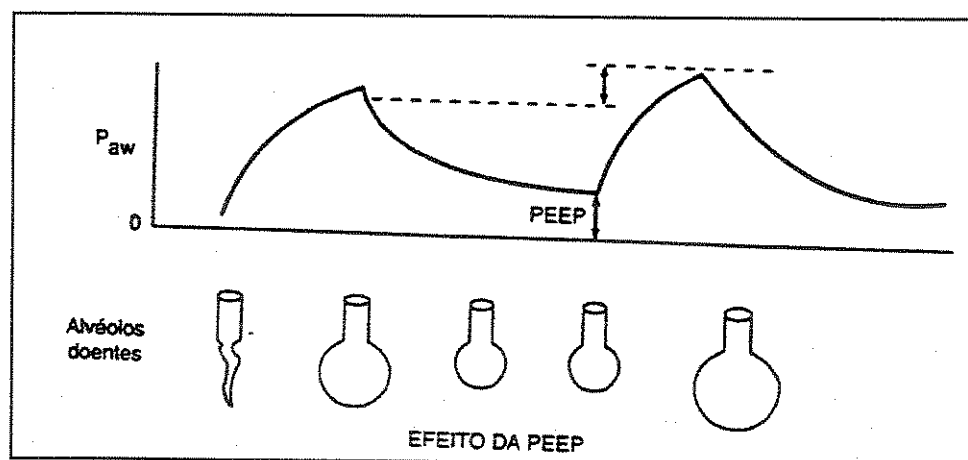


Figura 1: Efeito da PEEP sobre os alvéolos doentes, previamente colapsados, proporcionando reabertura dos mesmos (EMMERICH, 1998).

Estudos realizados em 1986 mostraram o efeito da PEEP, visto através de tomografia computadorizada, destacando a capacidade de aumentar as regiões aeradas dos pulmões por abertura de porções previamente colapsadas ou condensadas, principalmente em regiões dependentes (GATTINONI *et al.*, 1986; GATTINONI *et al.*, 1987; GATTINONI *et al.*, 1988; GATTINONI *et al.*, 1993). A PEEP redistribui a ventilação pulmonar para áreas hipoventiladas (DEMLING, 1993). Foi comprovado que a PEEP de 5 a 10 cm/H₂O leva a um aumento da PaO₂, com diminuição do débito cardíaco em até 40%, mas sem prejudicar o transporte de O₂ para a periferia (DANTZKER, LYNCH, WEG, 1980), conforme demonstrado na figura 2.

Observou-se, mais tarde, que a PEEP também exercia um efeito protetor sobre lesões do parênquima pulmonar determinadas pela própria ventilação mecânica. Promovia, também, níveis mais altos de pressões no interstício pulmonar, com conseqüente diminuição do extravasamento de líquidos a partir do capilar pulmonar, diminuindo também a degradação de surfactante e atenuando a intensa resposta inflamatória desencadeada pela ventilação mecânica com altos volumes correntes (WEBB & TIERNEY, 1974; WEISMAN, RINALDO, ROGERS, 1982; SHAPIRO, CANE, HARRISON, 1984). A PEEP foi utilizada para diminuir a quantidade de edema induzido pela ventilação mecânica com pressões e volumes altos (PARÉ *et al.*, 1983; MANCEBO, 1992), conforme visto na figura 3.

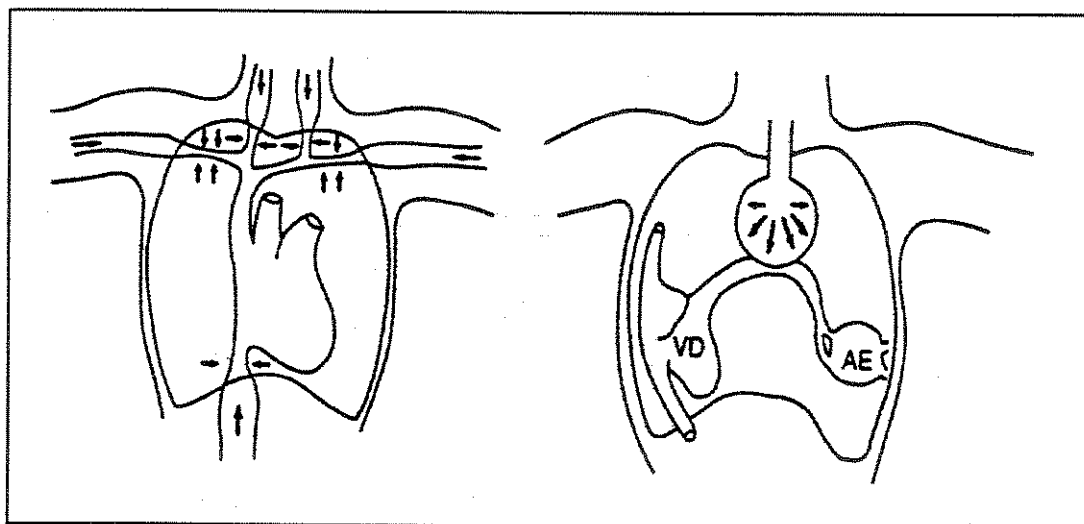


Figura 2: Efeito da PEEP sobre o Débito Cardíaco (EMMERICH, 1998).

O uso da PEEP é indicado em pacientes que apresentam relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ menor que 200. Inicia-se com um valor de $5\text{cm/H}_2\text{O}$, realizando-se controle gasométrico. Se não houver melhora na relação, aumenta-se o valor da PEEP progressivamente. Cuidados devem ser tomados com valores elevados de PEEP, pois esses podem levar à piora da função cardíaca, com diminuição do débito cardíaco, devido ao aumento da pressão intratorácica e ao aumento da resistência vascular pulmonar. Pode também causar aumento da distensão alveolar por pressões elevadas nas vias aéreas, além de aumentar a probabilidade de ruptura alveolar, contribuindo para o desenvolvimento de um barotrauma (KUMAR *et al.*, 1973; HAAKE *et al.*, 1987; STOTHERT, TRABER, TRABER, 1993).

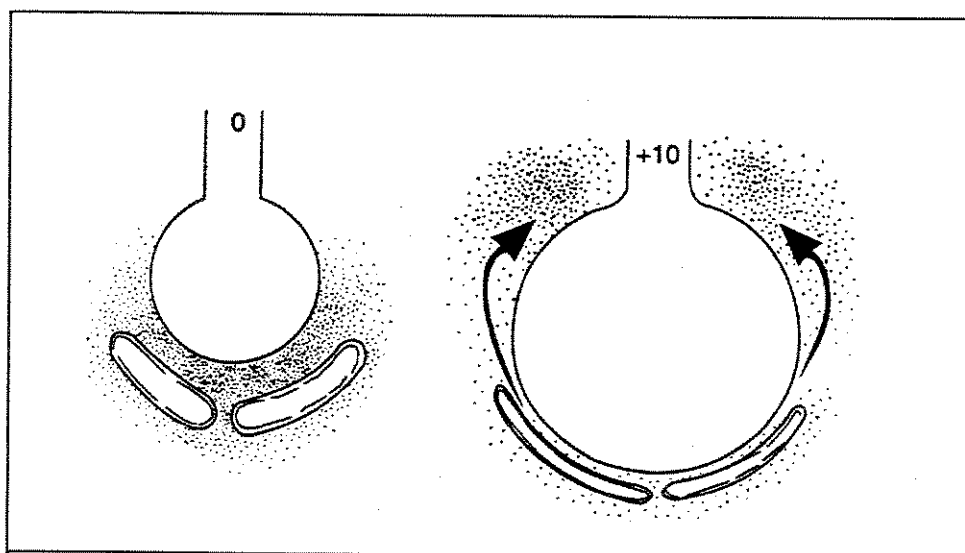


Figura 3: Distribuição da água extravascular pulmonar feita pela PEEP (EMMERICH, 1998).

A utilização da PEEP acabou se estendendo também para pacientes submetidos a procedimentos anestésicos, com o intuito de impedir a formação de atelectasias e melhorar a oxigenação (D'ANGELO *et al.*, 1992).

A PEEP é contra-indicada em pacientes com instabilidade hemodinâmica por hipovolemia. Em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), a PEEP pode combater a auto-PEEP, por diminuição do gradiente de pressão e resistência nas vias

aéreas, promovendo uma melhor desinsuflação pulmonar. Níveis baixos de PEEP (menores que o valor da auto-PEEP) são preferíveis, pois, apesar de não alterarem o volume pulmonar, confirmam a presença de limitação de fluxo aéreo nesses pacientes (PETTY & ASHBAUGH, 1971).

Na última década, a PEEP foi considerada uma das melhores modalidades de tratamento de lesões respiratórias agudas secundárias à sepse, trauma, aspirações e outras causas de hipoxemia refratária (AMATO *et al.*, 1998b).

A PEEP reduz significativamente o fluxo sanguíneo pulmonar, tanto em áreas lesadas como não lesadas do pulmão. Pode levar a uma isquemia secundária ou até necrose, se aplicadas em níveis muito elevados (STOTHERT, TRABER, TRABER, 1993). Para que lesões desse tipo e problemas com aumentos de pressões inspiratórias não ocorram, a PEEP deve ser empregada com níveis de volume corrente menores, associada com manobras de recrutamento alveolar, proporcionando uma distribuição mais homogênea do volume empregado. Esse tipo de estratégia ventilatória tem mostrado bons resultados, principalmente no que diz respeito à diminuição da lesão pulmonar, diminuição do edema pulmonar e prevenção da deterioração da troca gasosa, tanto em animais como em humanos (GATTINONI *et al.*, 1995; PESENTI & FUMAGALLI, 1999).

Apesar de definida uma estratégia ventilatória para um emprego adequado da PEEP, ainda existe uma dúvida de qual o melhor valor de PEEP para cada tipo de lesão pulmonar (RUIZ-BAILEN, FERNANDEZ-MONDELAR, HURTADO-RUIZ, 1999). SUTER, em 1975, trabalhava com níveis de PEEP que proporcionavam o maior valor de complacência pulmonar, obtendo uma melhor combinação entre o débito cardíaco e o conteúdo arterial de oxigênio, associados com altos níveis de volumes correntes, de 13 a 15ml/kg de peso corpóreo. Porém, observou-se, nesse estudo, que a escolha da PEEP, pela melhor complacência, variava muito de acordo com o volume corrente empregado (SUTER, FAIRLEY, ISEMBERG, 1975; AMATO *et al.*, 1995b).

KIRBY *et al.*, em 1975, utilizaram a medição de *shunt* pulmonar para definir a PEEP ideal. Esse valor era definido quando houvesse uma queda de 20% do valor do *shunt*, sem interferir significativamente no débito cardíaco. Esse método foi abandonado por utilizar altos valores de PEEP (até 50cmH₂O), levando a um aumento do risco de barotrauma.

MATAMIS *et al.*, em 1984, descreveram um novo cálculo para escolha do melhor nível de PEEP, onde realizava injeções de volumes pulmonares progressivos através de uma superseringa. Na primeira fase do cálculo ocorria um enchimento dificultoso, isto é, pequenos volumes causavam uma grande elevação de pressão de vias aéreas; na segunda fase, o enchimento acontecia de maneira mais fácil, onde a complacência pulmonar se assemelha à de um pulmão normal. A transição entre essas duas fases consistia no “ponto de inflexão”, onde a tangente da curva aumentava bruscamente. Esse ponto corresponde à pressão crítica de colapamento (pressão acima da qual a maioria dos alvéolos serão recrutados). Na terceira fase ocorria a hiperinsuflação do parênquima pulmonar, havia queda da complacência e uma nova inflexão contrária da curva (MATAMIS *et al.*, 1984; BENITO & LEMAIRE, 1990). Estudo de MURRAY *et al.*, em 1984, mostrou que valores de PEEP próximos ao ponto crítico de colapamento resultam em valores menores de espaço morto fisiológico.

A escolha da PEEP ideal, em pacientes com Síndrome da Angústia Respiratória Aguda, vem sendo auxiliada por uma análise detalhada da curva Pressão - Volume (curva P-V) do sistema respiratório. É vantajosa por ser uma técnica não invasiva e não lesiva ao paciente, podendo ser feita à beira do leito, com o paciente sedado e curarizado. A curva é obtida aumentando-se o volume pulmonar progressivamente, registrando-se a pressão de *plateau* nos diversos valores de volume. O início do enchimento pulmonar é lento e difícil, onde pequenos volumes correntes causam grande aumento da pressão de vias aéreas. Após essa fase, o enchimento fica mais fácil e a complacência é maior (GATTINONI *et al.*, 1987). No momento em que há essa mudança brusca do enchimento, onde a tangente da curva aumenta, é definido o ponto de inflexão, considerado a pressão crítica de colapamento. Na utilização de níveis de PEEP acima desse valor, as unidades alveolares resgatadas permaneceriam abertas, levando à melhora da troca gasosa, melhora do desempenho do ventrículo direito e do débito cardíaco, e dificilmente haveria comprometimento da hemodinâmica (BENITO & LEMAIRE, 1990; AMATO *et al.*, 1995a). Na utilização de PEEP acima de 10cm/H₂O é necessária uma monitorização hemodinâmica completa, se possível com o uso do catéter de Swan-Ganz, para controle do débito cardíaco e resistência vascular pulmonar (AMATO *et al.*, 1998b).

A análise matemática da curva P-V identifica as mínimas pressões expiratórias para se prevenir o colapso alveolar, assim como as máximas pressões a serem alcançadas ao final da inspiração, sem correr o risco de hiperdistensão pulmonar (AMATO *et al.*, 1998a).

AMATO *et al.*, em 1995a, afirmaram que é possível atingir o melhor valor de PEEP através da junção dos pontos representando pressões de platô, contra os correspondentes valores de volume corrente escolhidos aleatoriamente, com pelo menos 16 pontos para cada paciente. O ponto de inflexão inferior representa o ponto de abertura dos alvéolos e recrutamento alveolar. O ponto de inflexão superior corresponde ao limite de distensão alveolar. Acima desse ponto, pode ocorrer hiperdistensão ou até ruptura alveolar, principalmente em pulmões doentes. A PEEP torna-se efetiva em níveis pouco acima do ponto de inflexão inferior ($P_{flex-inf}$) (AMATO *et al.*, 1995a).

2.3. VENTILAÇÃO MECÂNICA NA SÍNDROME DA ANGÚSTIA RESPIRATÓRIA AGUDA

Um dos grandes desafios terapêuticos da atualidade é adequar o melhor modo ventilatório em pacientes portadores da Síndrome da Angústia Respiratória Aguda, devido ao fato de se tratar de uma patologia com características heterogêneas.

Percebeu-se que a manutenção das vias respiratórias abertas tinha importância fundamental no tratamento da SARA (DEMLING, 1993). Nos últimos anos, vários modos ventilatórios foram introduzidos e testados a partir dessa idéia, comprovando-se, então, que a oxigenação e troca gasosa mais efetiva poderiam ser obtidas através da estabilização e manutenção de alvéolos abertos (NORWOOD & CIVETTA, 1985; CARVALHO & AMATO, 1990).

A ventilação mecânica convencional, onde se utiliza um volume corrente de 10 a 15ml/kg de peso corpóreo, um nível de PEEP suficiente para manter a FiO_2 abaixo de 0,6, sem que houvesse controle da pressão intratorácica, era utilizada em pacientes com SARA (MACINTYRE, 1993). No entanto, esses pacientes apresentavam altos índices de

mortalidade, variando de 40 a 60% (HICKILING, HENDERSON, JACKSON, 1990). Através de estudos, concluiu-se que esse modo ventilatório proporcionava um alto índice de lesões pulmonares, decorrente de altas pressões inspiratórias causadas pelo uso inadequado da ventilação mecânica (PETTY & ASHBAUGH, 1971; RANIERI *et al.*, 1991; MARCY & MARINI, 1994).

Em 1993, foi padronizada uma maneira adequada para ventilar pacientes portadores da SARA pelo Consenso de Ventilação Mecânica Internacional (MARINI, 1993). Essa estratégia ventilatória caracteriza-se pelos seguintes itens:

- ❑ escolher o modo adequado para obter uma melhor ventilação e oxigenação para o paciente;
- ❑ utilizar níveis de volume corrente entre 5 a 8ml/kg de peso corpóreo;
- ❑ manter um nível de saturação sanguínea arterial de oxigênio aceitável ($\text{SatO}_2 \geq 90\%$);
- ❑ limitar a pressão de platô (Pplat) em $35\text{cmH}_2\text{O}$;
- ❑ permitir elevação da PaCO_2 para manter uma pressão de platô limitada;
- ❑ a PEEP deve ser escolhida empiricamente e reavaliada regularmente;
- ❑ a FiO_2 deve ser minimizada.
- ❑ Métodos alternativos: sedação, paralisia muscular e mudança de decúbito (AULER, 1996).

AMATO *et al.* (1992) realizaram um estudo comparativo entre a aplicação da estratégia convencional e a aplicação da estratégia protetora na ventilação mecânica na SARA. Participaram desse estudo 53 pacientes, onde 29 submeteram-se à estratégia protetora e 24 à ventilação convencional. As características das estratégias aplicadas nesse estudo, estão relacionadas no quadro 4.

Os pacientes que utilizaram a estratégia protetora pulmonar apresentaram grande melhora na função pulmonar, aumento da complacência estática e maiores chances de desmame, além de apresentarem diminuição no índice de mortalidade, pelo uso de PEEP em níveis adequados e diminuição no nível de pressão de distensão pelo uso de volumes correntes menores (AMATO *et al.*, 1992).

Quadro 4: Ventilação Convencional e Ventilação Protetora na SARA.

Ventilação Convencional	Estratégia Protetora Pulmonar
Volume assistido-controlado	Modos limitados à pressão PSV, VAPSV
VC = 12ml/kg	VC < 6ml/kg
PEEP p/ manter $FiO_2 < 60\%$	PEEP 2cmH ₂ O acima do $P_{flex-inf}$
PaCO ₂ entre 25 e 38mmHg	PaCO ₂ entre 40 e 80mmHg
Pressão máxima de VA não limitada	Pressão máxima VA limitada a 40cmH ₂ O
Sem manobras de recrutamento	Manobras de recrutamento alveolar

Outro estudo realizado para avaliação da melhor estratégia ventilatória para pacientes com SARA foi realizado por CARVALHO *et al.*, em 1997. Nesse estudo, 48 pacientes com SARA foram observados, sendo que 25 deles foram submetidos à estratégia ventilatória protetora e os 23 restantes foram submetidas à ventilação convencional. Como resultado desse estudo, foi observado que 80% dos pacientes submetidos à estratégia protetora apresentaram, imediatamente, um aumento da frequência cardíaca, associada a acidose respiratória e hipercapnia. Nos pacientes que utilizaram a ventilação convencional houve uma depressão cardiovascular causada pelos altos níveis de pressão de platô (CARVALHO *et al.*, 1997).

Estudos recentes, com tomografias seriadas e cálculo de PEEP ideal através da curva P-V, confirmaram que ventilar esses pacientes com níveis de PEEP acima do $P_{flex-inf}$ da curva P-V, associado a volumes correntes (VC) baixos, é a melhor maneira de

recrutamento alveolar e suporte ventilatório em pacientes com SARA (HICKLING, HERDENSON, JACKSON, 1990). Assim, a ventilação acontece na região de melhor complacência (entre o $P_{flex-inf}$ e o $P_{flex-sup}$). Viu-se, também, que deve-se evitar PEEP acima do $P_{flex-sup}$ devido ao risco de hiperdistensão alveolar (AMATO *et al.*, 1995a; BARBAS *et al.*, 1994). Níveis mais superiores de PEEP podem levar ao fenômeno “*stretching*”, diminuindo a complacência por hiperdistender regiões já expandidas (GATTINONI *et al.*, 1995). É importante lembrar que foi encontrada a melhor resposta na utilização da PEEP quando os pacientes com SARA encontravam-se sedados e relaxados, isto é, há uma distribuição mais homogênea dos gases intrapulmonares, reduzindo a reabertura/colapso tecidual, mantendo aberto o tecido recrutado pela pressão de platô (MANCEBO, 1992; GATTINONI *et al.*, 1995).

Dessa forma, PEEP é considerada, atualmente, a ferramenta mais efetiva na correção da hipoxemia da SARA (PESENTI & FUMAGALLI, 1999). No entanto, ainda há controvérsias quanto ao melhor método para o cálculo da PEEP ideal, uma vez que ela deve ser individualizada para cada portador de SARA.



3. OBJETIVOS

Foram objetivos desse estudo:

3.1. PRINCIPAL

- ❑ Definir se o valor de PEEP ideal, obtido com cálculo através de análise da curva pressão-volume, corresponde ao valor de PEEP ideal obtido com o método de cálculo de medidas seriadas de complacência estática e saturação sanguínea arterial de oxigênio, em pacientes com SARA.

3.2. SECUNDÁRIOS

- ❑ Avaliar as alterações da oxigenação (PaO_2).
- ❑ Avaliar as alterações da ventilação (PaCO_2).
- ❑ Avaliar as dificuldades de aplicação dos dois métodos.



4. SUJEITOS E MÉTODOS

4.1. SUJEITOS

No período de agosto de 1999 a março de 2001 foram selecionados 13 pacientes, internados na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital de Clínicas da UNICAMP, portadores da Síndrome da Angústia Respiratória Aguda causada por sepse (ANEXO 2). Os pacientes foram submetidos ao protocolo de cálculo de PEEP ideal proposto, sendo que o mesmo paciente poderia ser submetido mais de uma vez ao mesmo protocolo, com intervalos de tempo de pelo menos 24 horas. Este estudo foi realizado com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP (ANEXO 1).

O estudo foi prospectivo e randomizado, com a aplicação de dois métodos de medida de PEEP ideal, onde cada paciente serviu como seu próprio controle. Foram realizados um total de 40 cálculos, sendo 20 em cada método.

Para evitar que houvesse interferência de um método sobre as medidas do outro, um grupo foi submetido primeiramente ao cálculo através da curva P-V, seguido pelo cálculo de complacência, e, no outro grupo, fez-se o contrário, isto é, inicialmente foi feito o cálculo de complacência e, depois, o cálculo da curva P-V.

Para todos os pacientes foi calculada a escala de gravidade da SARA (Escala de Murray) (Quadro 2). Foram excluídos pacientes menores de 18 anos de idade, gestantes, pacientes com instabilidade hemodinâmica por baixo débito cardíaco e pacientes com Escala de Murray menor que 2,5.

Os pacientes foram sedados e relaxados 30 minutos antes do início do procedimento com 2µg/kg de citrato de fentanila, acrescidos de 0,1mg/kg de midazolam e 0,1mg/kg de pancurônio. Em pacientes que apresentaram qualquer tipo de instabilidade hemodinâmica ou respiratória, aumento da frequência cardíaca acima de 20% do valor basal, queda da pressão arterial maior que 20% do basal e queda da saturação sanguínea arterial de oxigênio abaixo de 70%, o procedimento foi interrompido.

Utilizou-se o respirador Bird-8400 (*Bird Corporation*) em todos os pacientes.

Os pacientes foram inicialmente submetidos a um recrutamento prévio com CPAP de 30cm/H₂O durante 30 segundos. Houve um período de “homogeneização” pré-aplicação dos métodos, onde os pacientes foram ventilados por uma estratégia pré-estabelecida para que houvesse uma anulação dos efeitos causados pela estratégia ventilatória empregada anteriormente. Essa estratégia caracterizou-se por: modo volume controlado, volume corrente de 10ml/kg de peso corpóreo, frequência respiratória de 10ipm, pausa inspiratória de 0,4 segundos, sensibilidade desativada, ZEEP e FiO₂ de 1,0.

As gasometrias foram feitas no início de cada método e 30 minutos após o término dos mesmos. Foi utilizado para a realização das gasometrias o aparelho Radiometer ABL-700 Séries^R e, para a monitorização da saturação de oxigênio, o oxímetro de pulso DX 2404, da Dixtal.

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Cálculo de peep ideal através de medidas de complacência estática e saturação sangüínea de oxigênio

O volume corrente foi fixado em 5ml/kg. O valor da PEEP foi acrescido gradualmente, de 2 em 2cm/H₂O (iniciando em ZEEP), após um intervalo de 10 ciclos respiratórios, com pausa inspiratória de 0,4 segundos entre cada mudança, sendo que a cada alteração foram monitorizados o valor da complacência estática e da saturação sangüínea arterial de O₂. Quando houve queda maior que 2ml/cmH₂O na complacência estática, foi mantido o valor da PEEP que gerou maior nível de complacência e de SatO₂. A complacência foi medida através da seguinte fórmula:

$$Cst = \frac{VC (ml)}{Pplat - PEEP (cmH_2O)}$$

Para maior segurança do paciente, foi realizada também a monitorização da pressão de platô nas vias aéreas, limitando-a em 40cmH₂O, e a frequência cardíaca máxima em 20% acima do valor basal.

Para iniciar o próximo cálculo, o paciente foi mantido com a ventilação convencional durante um intervalo de uma hora.

4.2.2. Cálculo de peep ideal através de curva pressão-volume (curva P-V)

O cálculo consistiu em aplicar volumes correntes aleatórios, registrando as pressões de platô adquiridas em cada nível de volume. Esses dados foram registrados na curva P-V e analisados. O valor da PEEP foi aplicado dois pontos acima do primeiro ponto de inflexão observado na curva. Os pacientes foram mantidos inicialmente em homogeneização (FiO₂ de 1,0 , ZEEP, frequência respiratória de 10ipm, volume corrente de 10ml/kg e pausa inspiratória de 0,4s) por um prazo de 10 ciclos respiratórios. Após esse prazo, somente um ciclo respiratório foi realizado com cada valor de volume corrente (respiração-teste) e registrada a pressão de platô. Sempre após uma respiração-teste, o paciente retornou para os parâmetros de homogeneização. Os pacientes foram submetidos a 16 valores de volumes correntes, descritos no Quadro 5.

Foi colhida uma nova gasometria 30 minutos após o final do segundo cálculo.

Quadro 5: Volumes correntes utilizados para a realização da curva P-V.

VOLUMES CORRENTES	
1) 100 ml	9) 300 ml
2) 850 ml	10) 650 ml
3) 150 ml	11) 350 ml
4) 800 ml	12) 600 ml
5) 200 ml	13) 400 ml
6) 750 ml	14) 550 ml
7) 250 ml	15) 450 ml
8) 700 ml	16) 500 ml

4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA DE RESULTADOS

Os dados obtidos foram analisados através do método estatístico “Teste *t* de Student para Dados Pareados” (BUSSAB & MORETTIN, 1986).



5. RESULTADOS

No estudo, foram realizados 20 protocolos, anotando-se os valores de PEEP, PaO₂ e PaCO₂ obtidos. As tabelas de resultados individualizados dos protocolos desenvolvidos encontram-se no ANEXO 3

5.1. VALORES DE PEEP OBTIDOS COM OS DOIS MÉTODOS DE CÁLCULO DE PEEP IDEAL

- Os valores de PEEP obtidos através dos cálculos pela análise da curva P-V (média 12,83 ± 0,70cmH₂O) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas comparados com os valores de PEEP iniciais dos pacientes (média 13,25 ± 0,90cmH₂O; p ≥ 0,05).
- Os valores de PEEP obtidos através dos cálculos de medidas seriadas de complacência estática e saturação sanguínea arterial de O₂ (média 14,36 ± 1,53cmH₂O) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas comparados com os valores de PEEP iniciais dos pacientes (média 13,0 ± 1,05cmH₂O; p ≥ 0,05).
- Os valores de PEEP encontrados através da análise da curva P-V (média 12,33 ± 0,72cmH₂O) não diferiram estatisticamente dos valores de PEEP encontrados através dos cálculos de medidas seriadas de complacência estática e saturação sanguínea arterial de O₂ (média 13,83 ± 1,42cmH₂O; p ≥ 0,05).

Os resultados são apresentados nas tabelas 1, 2 e 3, e na figura 4.

Tabela 1: Comparação entre os valores de PEEP iniciais e aqueles obtidos através da curva P-V (cmH₂O), em 16 medidas.

Cálculos	Inicial	Curva P-V	Diferença Curva P-V- Inicial	
1	18	16	-2	
2	12	13	+1	
3	12	11	-1	
4	8	8	0	
5	12	11	-1	
6	10	15	+5	
7	9	8	-1	
8	8	8	0	
10	18	14	-4	
1	16	15	-1	
2	12	12	0	
13	16	14	-2	
14	10	15	+5	
18	12	12	0	
19	12	10	-2	
20	14	12	-2	
Média	13,25	12,83		
DP	0,90	0,70		
Teste t	-0,520 ^{n.s.} (p ≥ 0,05)			
INICIAL = CURVA P-V	INICIAL > CURVA P-V	CURVA P-V > INICIAL	total	
n	4	9	3	16

Tabela 2: Comparação entre os valores de PEEP iniciais e aqueles obtidos através do cálculo de PEEP pela Cst (cmH₂O), em 15 medidas.

Cálculos	Inicial	PEEP pela Cst	Diferença PEEP Cst - Inicial	
2	12	12	0	
3	12	12	0	
4	8	10	+2	
5	12	16	+4	
6	10	10	0	
7	9	10	+1	
8	8	8	0	
9	18	16	-2	
10	18	10	-8	
11	16	18	+2	
12	12	20	+8	
13	16	24	+8	
14	10	16	+6	
18	12	8	-4	
19	12	10	-2	
Média	13,0	14,36		
DP	1,05	1,53		
0,893 ^{n.s.} (p ≥ 0,05)				
Teste t				
INICIAL = PEEP Cst	INICIAL > PEEP Cst	PEEP Cst > INICIAL	Total	
n	4	4	7	15

Tabela 3: Comparação entre os valores de PEEP obtidos pela curva P-V e aqueles obtidos pelo cálculo de PEEP pela Cst (cmH₂O), em 14 medidas.

Cálculos	Curva P-V	PEEP Cst	Diferença PEEP Cst – Curva P-V	
2	13	12	+1	
3	11	12	+1	
4	8	10	+2	
5	11	16	+5	
6	15	10	-5	
7	8	10	+2	
8	8	8	0	
10	14	10	-4	
11	15	18	+3	
12	12	20	+8	
13	14	24	+10	
14	15	16	+1	
18	12	8	-4	
19	10	10	0	
Média	12,33	13,83		
DP	0,72	1,42		
Teste t	1,26 ^{n.s.} (p ≥ 0,05)			
CURVA P-V = PEEP Cst		CURVA P-V > PEEP Cst	PEEP Cst > CURVA P-V	Total
n	2	3	9	14

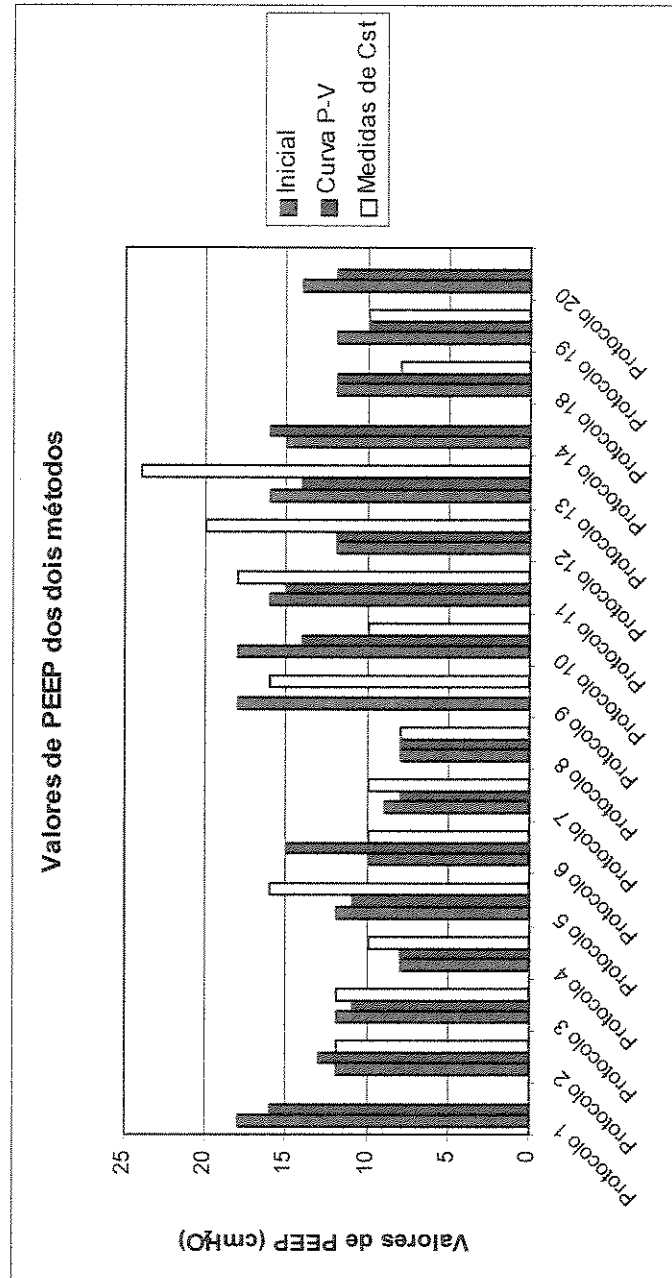


Figura 4: Valores de PEEP obtidos nos dois métodos (p = ns)

5.2. VALORES DE PRESSÃO PARCIAL DE OXIGÊNIO NO SANGUE ARTERIAL COM OS DOIS MÉTODOS DE CÁLCULO DE PEEP IDEAL

- Não houveram diferenças estatisticamente significativas entre os valores de PaO_2 encontrados nos pacientes antes do início do protocolo (média $91,57 \pm 6,25\text{mmHg}$) e os valores encontrados após os cálculos de PEEP ideal através da análise da curva P-V (média $102,95 \pm 11,38\text{mmHg}$; $p \geq 0,05$).
- Os valores de PaO_2 encontrados após os cálculos de medidas seriadas de complacência estática e saturação sangüínea de O_2 (média $107,86 \pm 14,88\text{mmHg}$) não diferiram estatisticamente dos valores de PaO_2 vistos inicialmente nos pacientes (média $89,83 \pm 7,15\text{mmHg}$; $p \geq 0,05$).
- Não houveram diferenças estatisticamente significativas entre os valores de PaO_2 encontrados após os cálculos através da análise da curva P-V (média $113,53 \pm 12,37\text{mmHg}$) e os valores encontrados após os cálculos de medidas seriadas de complacência estática e saturação sangüínea de O_2 (média $112,30 \pm 15,34\text{mmHg}$; $p \geq 0,05$).

Os resultados são mostrados nas tabelas 4, 5 e 6, e na figura 5.

Tabela 4: Comparação entre os valores de PaO₂ iniciais e aqueles obtidos através da curva P-V (mmHg), em 16 medidas.

Cálculos	Inicial	Curva P-V	Diferença Curva P-V- Inicial
1	91,0	151,0	+60,0
2	97,2	131,0	+33,8
3	89,8	100,0	+10,2
4	89,6	66,9	-22,7
5	113,0	147,0	+34,0
6	87,2	125,7	+38,5
7	81,2	73,4	-7,8
8	59,5	66,7	+7,2
10	43,5	61,4	+17,9
11	80,6	154,0	+73,4
12	149,0	73,8	-75,2
13	111,0	62,2	-48,8
14	86,0	211,0	+125,0
18	116,6	135,0	+18,4
19	106,0	130,0	+24,0
20	64,0	58,2	-5,8
Média	91,57	102,95	
DP	6,25	11,38	
Teste t	1,49 ^{n.s.} (p ≥ 0,05)		
INICIAL > CURVA P-V		CURVA P-V > INICIAL	total
n	5	11	16

Tabela 5: Comparação entre os valores de PaO₂ iniciais e aqueles obtidos através do cálculo de PEEP pela Cst (mmHg), em 14 medidas.

Cálculos	Inicial	PEEP Cst	Diferença PEEP Cst - Inicial
2	97,2	111,4	+14,2
3	89,8	71,9	-17,9
4	89,6	68,1	-21,5
5	113,0	196,0	+83,0
6	87,2	110,0	+22,8
7	81,2	105,0	+23,8
8	59,5	68,2	+8,7
9	58,5	50,1	-8,4
10	43,5	44,6	+1,1
11	80,6	155,0	+74,4
12	149,0	75,3	-73,7
14	86,0	235,0	+149,0
18	116,6	84,5	-32,1
19	106,0	135,0	+29,0
Média	89,83	107,86	
DP	7,15	14,88	
Teste t	1,22 ^{n.s.} (p ≥ 0,05)		
	INICIAL > PEEP Cst	PEEP Cst.> INICIAL	total
n	5	9	14

Tabela 6: Comparação entre os valores de PaO₂ obtidos pela curva P-V e aqueles obtidos pelo cálculo de PEEP pela Cst (mmHg), em 13 medidas.

Cálculos	Curva P-V	PEEP Cst	Diferença PEEP Cst – Curva P-V
2	131,0	111,4	-19,6
3	100,0	71,9	-28,1
4	66,9	68,1	+1,2
5	147,0	196,0	+49,0
6	125,7	110,0	-15,7
7	73,4	105,0	+31,6
8	66,7	68,2	+1,5
10	61,4	44,6	-16,8
11	154,0	155,0	+1,0
12	73,8	75,3	+1,5
14	211,0	235,0	+24,0
18	135,0	84,5	-50,5
19	130,0	135,0	+5,0
Média	113,53	112,30	
DP	12,37	15,34	
Teste t	0,168 ^{n.s.} (p ≥ 0,05)		
	CURVA P-V > PEEP Cst	PEEP Cst > CURVA P-V	total
n	5	8	13

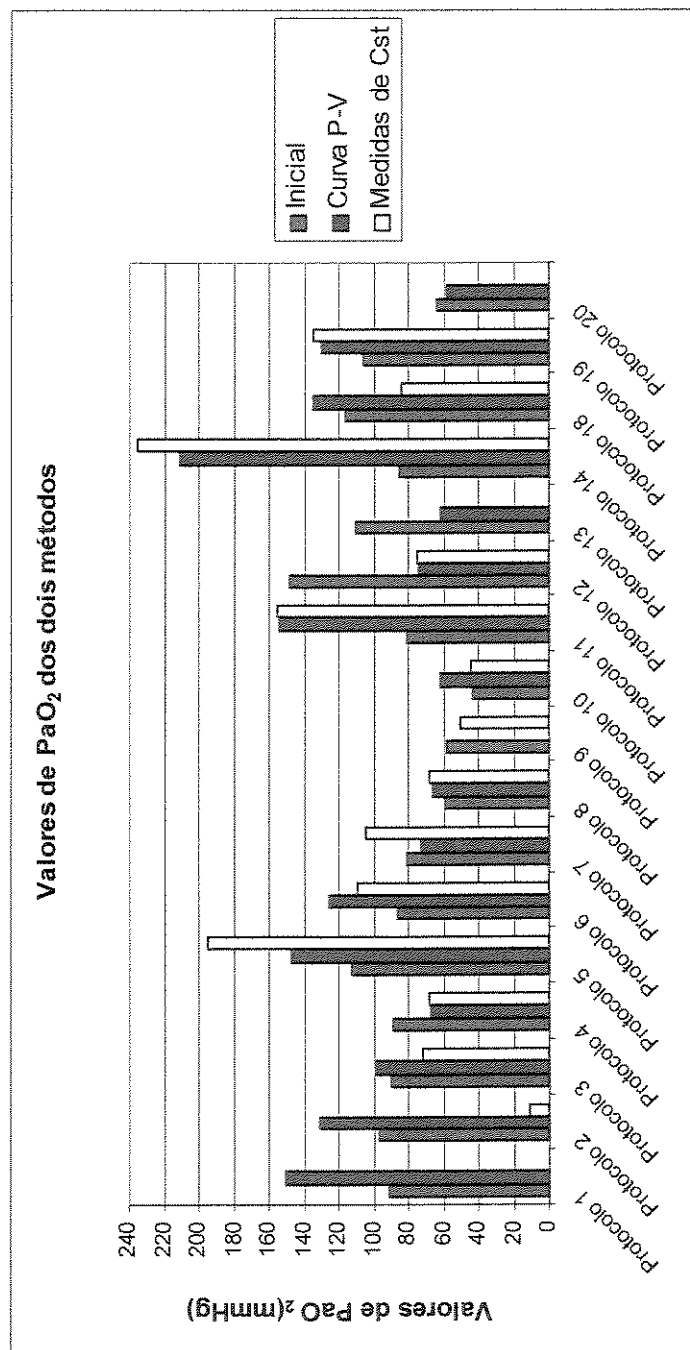


Figura 5: Valores de PaO₂ obtidos nos dois métodos (p = ns)

5.3. VALORES DE PRESSÃO PARCIAL DE GÁS CARBÔNICO (CO₂) NO SANGUE ARTERIAL COM OS DOIS MÉTODOS DE CÁLCULO DE PEEP IDEAL

- Houve aumento estatisticamente significativo nos valores de PaCO₂ quando compararam-se os valores encontrados inicialmente nos pacientes (média 41,57 ± 2,13mmHg) com aqueles encontrados após os cálculos de PEEP Ideal através da análise da curva P-V (média 50,84 ± 4,11mmHg; p ≤ 0,05).
- Houve aumento estatisticamente significativo nos valores de PaCO₂ quando compararam-se os valores encontrados inicialmente (média 41,18 ± 1,84mmHg) nos pacientes, com aqueles encontrados após os cálculos de medidas seriadas de complacência estática e saturação sanguínea de O₂ (média 56,11 ± 4,37mmHg; p ≤ 0,01).
- Não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de PaCO₂ obtidos nos cálculos através da análise da curva P-V (média 51,33 ± 4,67mmHg) e nos cálculos de medidas seriadas de complacência estática e saturação sanguínea de O₂ (média 55,57 ± 4,69mmHg; p ≥ 0,05).

Os resultados são mostrados nas tabelas 7, 8 e 9 , e na figura 6.

Tabela 7: Comparação entre os valores de PaCO₂ iniciais e aqueles obtidos através da curva P-V (mmHg), em 16 medidas.

Cálculos	Inicial	Curva P-V	Diferença Curva P-V- Inicial
1	62,2	68,3	+ 6,1
2	47,6	87,2	+39,6
3	46,5	69,9	+23,4
4	30,6	31,6	+1,0
5	36,8	69,6	+32,8
6	47,2	44,7	-2,5
7	33,8	32,6	-1,2
8	33,9	33,6	-0,3
10	48,9	48,1	-0,8
11	51,1	57,9	+6,8
12	45,4	51,2	+5,8
13	36,8	44,3	+7,5
14	34,2	54,9	+20,7
18	38,3	51,4	+13,8
19	36,4	34,6	-1,8
20	35,4	33,6	-1,8
Média	41,57	50,84	
DP	2,13	4,11	
Teste t	2,83* (p ≤ 0,05)		
	INICIAL > CURVA P-V	CURVA P-V > INICIAL	total
N	6	10	16

Tabela 8: Comparação entre os valores de PaCO₂ iniciais e aqueles obtidos através do cálculo de PEEP pela Cst (mmHg), em 14 medidas.

Cálculos	Inicial	PEEP Cst	Diferença PEEP Cst - Inicial
2	47,6	88,5	+40,9
3	46,5	46,6	+0,1
4	30,6	37,8	+7,2
5	36,8	81,4	+44,6
6	47,2	46,0	-1,2
7	33,8	44,1	+10,3
8	33,9	36,4	+2,5
9	45,9	63,2	+17,3
10	48,9	59,8	+10,9
11	51,1	62,6	+11,5
12	45,4	52,8	+7,4
14	34,2	57,9	+23,7
18	38,3	71,7	+33,4
19	36,4	36,8	+0,4
Média	41,18	56,11	
DP	1,84	4,37	
Teste t	3,68** (p ≤ 0,01)		
INICIAL > PEEP Cst	PEEP Cst > INICIAL		total
N	1	13	14

Tabela 9: Comparação entre os valores de PaCO₂ obtidos pela curva P-V e aqueles obtidos pelo cálculo de PEEP pela Cst (mmHg), em 13 medidas.

Cálculos	Curva P-V	PEEP Cst	Diferença PEEP Cst – Curva P-V
2	87,2	88,5	+1,3
3	69,9	46,6	-23,3
4	31,6	37,8	+6,2
5	69,6	81,4	+11,8
6	44,7	46,0	+1,3
7	32,6	44,1	+11,5
8	33,6	36,4	+2,8
10	48,1	59,8	+11,7
11	57,9	62,6	+4,3
12	51,2	52,8	+1,6
14	54,9	57,9	+3,0
18	51,4	71,7	+20,3
19	34,6	36,8	+2,2
Média	51,33	55,57	
DP	4,67	4,69	
Teste t	1,51 ^{n.s} (p ≥ 0,05)		
	CURVA P-V > PEEP Cst	PEEP Cst > CURVA P-V	total
n	1	12	13

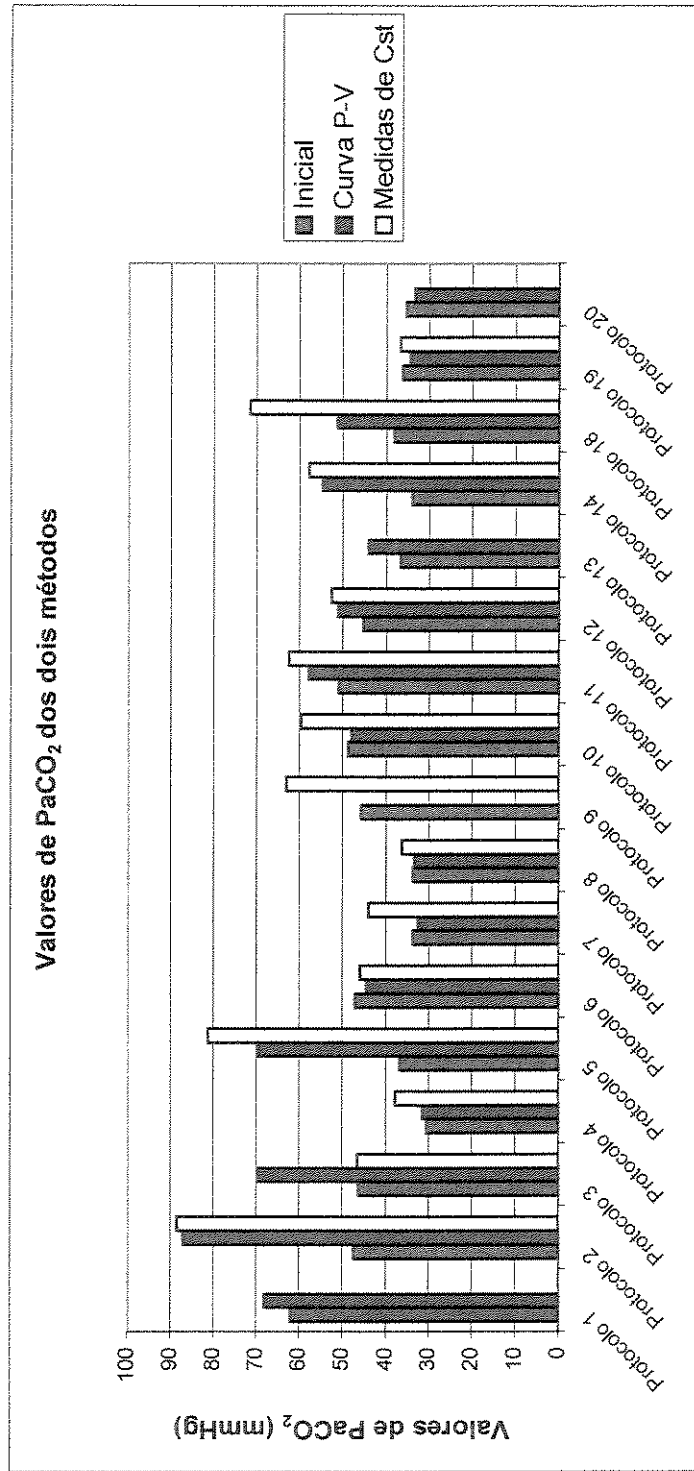


Figura 6: Valores de PaCO₂ obtidos nos dois métodos ($p < 0,05$: inicial vs curva P-V e inicial vs medidas de Cst; $p = ns$: curva P-V vs medidas de Cst)

5.4. DIFICULDADES ENCONTRADAS DURANTE A APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE CÁLCULO DE PEEP IDEAL

Dos 20 (vinte) protocolos realizados, 7 (sete) não puderam ser concluídos pelos seguintes motivos:

- ❑ Dois pacientes apresentaram queda importante de saturação arterial sanguínea de oxigênio durante o período de homogeneização pré-randomização (protocolos 15 e 16).
- ❑ Nas medidas de PEEP através da curva P-V, um cálculo não foi concluído devido a instabilidade hemodinâmica (queda de pressão – protocolo 1).
- ❑ Nas medidas seriadas de complacência estática e saturação sanguínea arterial de oxigênio, quatro cálculos não foram concluídos: dois por queda importante da SatO_2 (protocolos 9 e 20), um por queda da pressão arterial (protocolo 13) e um por aumento da frequência cardíaca (protocolo 17).



6. DISCUSSÃO

6.1. HISTÓRICO

Desde a sua descoberta, a PEEP vem sendo empregada em pacientes com grandes comprometimentos respiratórios, principalmente no que diz respeito a trocas gasosas e oxigenação. A Síndrome da Angústia Respiratória Aguda tem sido uma das condições clínicas mais estudadas, juntamente com o emprego da PEEP no seu manuseio. No entanto, a forma adequada de aplicação da PEEP ainda é motivo de discussão e controvérsia.

Várias formas de aplicação, desde então, vêm sendo estudadas para achar a melhor maneira de utilização da PEEP. Inicialmente, a PEEP era empregada empiricamente, de maneira que proporcionasse um adequado nível de PaO_2 com a menor FiO_2 possível, juntamente com a utilização de altos volumes correntes, que variavam de 10 a 12ml/kg de peso corpóreo, sem que houvesse controle de pressão máxima de vias aéreas. Esse tipo de estratégia ventilatória, segundo HICKILING, HENDERSON & JACKSON (1990), provocava altos picos de pressão inspiratória, sendo deletério para os pacientes, o que justificava um alto índice de mortalidade, que variava de 40 a 60%. Em 1993, um novo consenso de ventilação mecânica para pacientes com SARA foi estabelecido, reduzindo esse índice de mortalidade para valores que variavam de 9 a 37%. Esse consenso recomendava volumes correntes mais baixos (menor que 7ml/kg), limitava a pressão de platô de vias aéreas em 35cmH₂O, porém ainda utilizava a PEEP de maneira empírica. Com esse tipo de ventilação ocorria o aumento da PaCO_2 , conhecido como hipercapnia.

Em estudos mais recentes, foi incluída nessa estratégia ventilatória a utilização da PEEP através da análise da curva P-V, isto é, a PEEP seria determinada a partir do ponto de inflexão inferior da curva. Ao localizarmos o ponto de inflexão inferior da curva P-V, a PEEP empregada seria aquela 2cmH₂O acima desse ponto. Essa estratégia proporcionava a manutenção dos alvéolos abertos, evitando a hiperdistensão causada tanto pela aplicação de altos volumes correntes como pela aplicação de PEEP muito alta, e evitava também o mecanismo de abertura e fechamento cíclico dos alvéolos.

Vários estudos foram realizados para a avaliação dessas estratégias ventilatórias.

AMATO *et al.*, em 1995a, estudou 28 pacientes com SARA, onde 15 foram selecionados para a utilização da ventilação protetora (VC de 6ml/kg, PEEP acima do ponto de inflexão, pressão de platô limitada em 35 cmH₂O) e 13 utilizaram a ventilação convencional (VC de 12ml/kg de peso corpóreo e PEEP adequada para a menor FiO₂ possível). Houve um aumento da relação PaO₂/FiO₂ maior nos pacientes com ventilação protetora do que nos pacientes com ventilação convencional, bem como na PaCO₂ e na complacência.

CARVALHO *et al.*, em 1997, realizaram um estudo em 48 pacientes com SARA, onde 25 foram submetidos à estratégia ventilatória protetora (VC de 6 ml/kg, PEEP 2cmH₂O acima do ponto inferior de inflexão da curva P-V) e 23 foram submetidos à utilização da estratégia convencional (VC de 12ml/kg de peso corpóreo e PEEP adequada para uma FiO₂ menor que 60%). O objetivo desse trabalho era avaliar as alterações hemodinâmicas imediatas, proporcionadas por essas estratégias. Foi observado que a utilização da estratégia protetora causou, imediatamente, um aumento da frequência cardíaca em 80% dos casos, associada com acidose respiratória e hipercapnia. Nos pacientes submetidos à ventilação convencional, houve uma depressão cardiovascular devido a elevadas pressões de platô.

Em 1998, AMATO *et al.* estudaram 53 pacientes com SARA, durante 28 dias, dividindo-os em dois grupos. O grupo A, com 29 pacientes, recebeu a ventilação mecânica protetora com VC de 6ml/kg, PaCO₂ normal (35 a 38mmHg) e PEEP baixa. O grupo B, com 24 pacientes, teve um VC de 12ml/kg, o mesmo nível de PaCO₂ e PEEP de 20cmH₂O (mais alto que o tradicional). Após 28 dias, 11 dos 29 pacientes do grupo A evoluíram a óbito (38%), comparados com 17 dos 24 pacientes do grupo B (71%). Os autores concluíram, que a estratégia protetora diminui o índice de mortalidade nos pacientes com SARA.

Com esses estudos, podemos observar que a ventilação protetora apresenta muitos fatores benéficos para os pacientes com SARA, sendo o mais importante a diminuição do nível de mortalidade. Podemos observar, também, que essa estratégia define a aplicação da PEEP através do cálculo de seus valores ideais pela análise da curva P-V.

6.2. METODOLOGIAS DE CÁLCULOS DE PEEP IDEAL EXISTENTES

Desde o início da utilização da PEEP, vários métodos de cálculo de PEEP ideal foram criados, na tentativa de proporcionar aos pacientes portadores de SARA um melhor suporte ventilatório.

Em 1975, dois métodos foram criados, inicialmente por KIRBY *et al.*, que ditava que a PEEP deveria ser elevada até o momento em que o *shunt* pulmonar caísse abaixo de 20%. Em seu estudo, foram avaliados 28 pacientes com insuficiência respiratória aguda progressiva, submetidos à aplicação de PEEP com valores superiores a 18cmH₂O, tendo como resposta a queda do *shunt* pulmonar. A sobrevivência desses pacientes foi de 61%, e 14% dos pacientes desenvolveram pneumotórax pela aplicação de altos níveis de PEEP. Houve uma interferência no débito cardíaco em todos os pacientes que utilizaram PEEP acima de 32cmH₂O. Atualmente, esse método foi abandonado, pois os valores de PEEP atingiam níveis muito elevados (50cmH₂O) resultando numa alta incidência de barotraumas (KIRBY *et al.*, 1975).

O outro método, criado por SUTER, utilizava um nível de PEEP ideal onde a complacência pulmonar era máxima, resultando num aumento da oxigenação conseqüente à melhora na relação ventilação/perfusão. Em seu estudo, foram utilizados 15 pacientes normovolêmicos, com SARA, em uso de ventilação mecânica, com aplicação de VC de 13 a 15ml/kg de peso corpóreo e PEEP de 3 em 3cmH₂O, sendo realizada monitorização respiratória e hemodinâmica. Houve um aumento do transporte de oxigênio nos pacientes submetidos à aplicação da PEEP ideal, acompanhado de um aumento da complacência estática, diminuição do *shunt* pulmonar e do espaço morto em 13 dos 15 pacientes. Nos pacientes submetidos à PEEP de 6cmH₂O abaixo do valor da PEEP ideal, houve um aumento do valor da PaO₂ e do transporte de oxigênio, porém não houve melhora da complacência estática, do *shunt* e do espaço morto (comparados com os valores obtidos em ZEEP). Já nos pacientes submetidos à PEEP de 6cmH₂O acima do valor da PEEP ideal, houve melhora na PaO₂, no *shunt* e na complacência, e diminuição do espaço morto, porém houve piora no nível de transporte de oxigênio, também comparados com os valores obtidos com ZEEP. Foi observado que os valores obtidos com a aplicação da PEEP ideal apresentaram melhores resultados que os demais valores de PEEP, excluindo apenas, os

valores de PaO_2 e *shunt*, que foram inferiores aos obtidos com PEEP de $6\text{cmH}_2\text{O}$ acima do valor da PEEP ideal.

A tabela abaixo resume os resultados encontrados nesse estudo (SUTER, FAIRLEY, ISEMBERG, 1975).

Tabela 10: Resultados do estudo de PEEP Ideal realizado por SUTER, em 1975.

Medidas	ZEEP	$6\text{cmH}_2\text{O} < \text{PEEP}$ Ideal	PEEP ideal	$6\text{cmH}_2\text{O} >$ PEEP ideal
Transporte de O_2 (ml/min)	$841 \pm 108^\dagger$	$858 \pm 90^\dagger$	950 ± 110	$794 \pm 68^\ddagger$
Cst (ml/cmH $_2\text{O}$)	$41 \pm 4^\ddagger$	$41 \pm 4^\ddagger$	51 ± 4	$45 \pm 5^\ddagger$
PaO_2 (mmHg)	$78 \pm 3^\ddagger$	$82 \pm 6^\ddagger$	90 ± 4	$99 \pm 5^\dagger$
Shunt	$0,18 \pm 0,03^\ddagger$	$0,18 \pm 0,03^\ddagger$	$0,15 \pm 0,02$	$0,11 \pm 0,02^\dagger$
V_d/V_t	$0,42 \pm 0,02^\ddagger$	$0,42 \pm 0,02^\ddagger$	$0,36 \pm 0,02$	$0,40 \pm 0,03^\ddagger$
Resist. de VA (cmH $_2\text{O}$ /l/min)	$8 \pm 2^\dagger$	$7 \pm 2^\dagger$	5 ± 2	$4 \pm 2^\dagger$

$^\dagger p < 0,05$; $^\ddagger p < 0,005$; V_d/V_t = espaço morto fisiológico; Cst = complacência estática (tabela adaptada)

Uma grande crítica foi feita a esse estudo, pois foi observado que o nível de PEEP, através da complacência, poderia apresentar muitas variações de acordo com as alterações dos VC empregados. Se utilizarmos níveis de VC mais baixos, há uma maior probabilidade de encontrarmos níveis maiores de complacência do que quando utilizamos VC em níveis mais elevados.

Em 1984, outro método de cálculo de PEEP ideal foi criado por MATAMIS *et al.* Nesse método, era utilizada uma superseringa de 1,7 L para a introdução de volumes correntes progressivos (com limite de pressão de vias aéreas de 40 a $50\text{cmH}_2\text{O}$), enquanto eram realizados os controles de pressão de platô (MATAMIS *et al.*, 1984). Com esses valores, era traçada uma curva P-V. Esse estudo foi abandonado pela dificuldade da realização do método à beira do leito e dificuldade de estruturação do material.

Em 1995, AMATO *et al.* Realizaram um estudo de cálculo de PEEP ideal através da análise matemática da curva P-V, com a junção dos diferentes pontos representando pressões de platô da via aérea, contrapostos aos correspondentes volumes de insuflação administrados aleatoriamente. Foram aplicados 16 níveis de volume que variavam de 50 a 1500ml. O primeiro e o segundo pontos de inflexão são determinados pelas inclinações mínima e máxima da curva de complacência do sistema respiratório. Em alguns pacientes, observa-se o primeiro ponto de inflexão na parte inferior da curva, que é o ponto de inflexão inferior, que corresponde ao ponto de abertura alveolar e maior possibilidade de recrutamento com o auxílio da PEEP. O ponto de inflexão inferior corresponde ao valor de pressão onde a tangente da curva aumenta de forma brusca, significando que uma grande quantidade de alvéolos foi recrutada. O ponto de inflexão superior representa o limite de distensão pulmonar. Acima desse valor, ocorre uma hiperdistensão com grande probabilidade de lesões alveolares (BARBAS & AMATO, 1998).

Atualmente, conclui-se que a PEEP seja mais efetiva em níveis ligeiramente acima do ponto de inflexão inferior, ao invés de se tomar como base somente a análise da complacência do sistema respiratório. O método da curva P-V foi considerado também um método menos influenciado pelo valor do volume corrente empregado (BARBAS & AMATO, 1998).

Muitos dos métodos citados anteriormente, foram abandonados por complicações causadas nos pacientes ou por falta de praticidade na realização dos mesmos. Assim, no presente projeto, decidiu-se estudar o método de cálculo de PEEP ideal, através de medidas seriadas de complacência estática, método criado por SUTER, por ser o mais utilizado na UTI do Hospital de Clínicas da UNICAMP. Porém, algumas modificações foram feitas na aplicação do método no que diz respeito ao VC. Por ter sido observado que a ventilação mecânica com níveis de VC baixos trazia benefícios aos pacientes portadores da SARA, houve uma aplicação do cálculo de PEEP ideal com VC de 5ml/kg, diferente do preconizado por SUTER, em seu estudo (aplicação de VC de 13 a 15ml/kg de peso corpóreo).

O segundo método escolhido foi o cálculo de PEEP ideal através da análise da curva P-V, por ser, atualmente, o método mais estudado e aplicado nos serviços especializados.

6.3. DIFICULDADES ENCONTRADAS NA APLICAÇÃO DOS MÉTODOS

Os pacientes com SARA foram submetidos, antes da aplicação dos métodos, a um tipo de ventilação denominada ventilação de homogeneização. Essa ventilação era realizada durante 10 minutos, com a aplicação de volume corrente de 10ml/kg, frequência respiratória de 10ipm, fração inspirada de oxigênio de 1,0 e ZEEP. O objetivo dessa ventilação era anular o efeito da estratégia ventilatória aplicada anteriormente aos pacientes, para que não houvesse interferência nos resultados obtidos nos cálculos de PEEP ideal.

Apesar de ter-se observado neste estudo somente dois casos em que houve instabilidade respiratória nos pacientes, durante o período de homogeneização, vale a pena reavaliar a aplicação dessa metodologia nos pacientes portadores de SARA. Esses pacientes apresentam uma fragilidade respiratória muito grande, o que os torna extremamente sensíveis a mudanças bruscas na estratégia ventilatória aplicada. Submetê-los a esse tipo de ventilação, é expô-los a um risco muito grande, já que esses pacientes tornam-se dependentes da aplicação da PEEP para conseguir manter um maior recrutamento alveolar e uma melhor oxigenação.

Na aplicação do método de cálculo de PEEP ideal, através da análise da curva P-V, uma não foi concluída por queda da pressão arterial. Foi encontrada uma grande dificuldade na montagem e interpretação da curva em todos os pacientes. Na maioria dos cálculos, a interligação dos pontos obtidos na curva P-V não nos mostrou, com clareza, a localização do ponto de inflexão inferior, dificultando a determinação da PEEP ideal. Outro ponto negativo deste método foi a aplicação de VC altos. Os pacientes eram mantidos nos parâmetros de homogeneização durante 10 ciclos respiratórios, nos intervalos entre as aplicações dos volumes aleatórios. Geralmente, pacientes portadores de SARA apresentam uma complacência baixa, e, ao aplicarmos um VC alto (10ml/kg de peso corpóreo), mesmo

sem a utilização de PEEP, pode haver uma grande elevação da pressão intratorácica. Isso nos mostra a necessidade de um controle rigoroso da pressão de platô nesses pacientes.

Na aplicação do método de cálculo de PEEP ideal, através de medidas seriadas de complacência estática e saturação sangüínea de oxigênio, houve uma dificuldade na aplicação de baixos valores de PEEP no início do método (o cálculo inicia-se com PEEP de 2cmH₂O, sendo aumentada a cada 10 ciclos respiratórios, 2cmH₂O). No presente estudo, houve uma intolerância em quatro dos 20 protocolos desenvolvidos com a aplicação deste método, sendo dois casos por instabilidade hemodinâmica (aumento da FC em mais de 20% do valor basal e queda da pressão arterial logo após o término do cálculo) e os outros dois restantes, por instabilidade respiratória (queda do nível de saturação sangüínea de oxigênio, abaixo do aceitável), fato este não relatado nos pacientes submetidos ao estudo de SUTER *et al.* (1975). Pacientes portadores de SARA apresentam uma necessidade muito grande da PEEP para manter aberta a maior quantidade de alvéolos, reabrir aqueles que por ventura encontram-se colapsados e proporcionar uma melhor distribuição do líquido na região intersticial, já que a doença caracteriza-se por áreas atelectasiadas e edemaciadas. Nos pacientes que apresentaram qualquer tipo de instabilidade, seja hemodinâmica ou respiratória, houve interrupção do protocolo, para segurança dos mesmos.

6.4. VALORES DE PEEP OBTIDOS COM A APLICAÇÃO DOS MÉTODOS

No presente estudo, observou-se que não houve diferença estatisticamente significativa nos valores de PEEP obtidos através do cálculo de PEEP ideal pela análise da curva P-V ($12,33 \pm 0,72\text{cmH}_2\text{O}$) e no cálculo de medidas seriadas de complacência estática e saturação sangüínea arterial de oxigênio ($13,83 \pm 1,42\text{cmH}_2\text{O}$; $p \geq 0,05$).

Os valores de PEEP ideal, encontrados neste estudo através do seu cálculo por medidas seriadas de complacência estática e saturação sangüínea arterial de oxigênio, não podem ser comparados, com os valores de PEEP ideal obtidos no estudo de SUTER, devido aos diferentes valores de volumes correntes utilizados. No presente estudo, foi aplicado VC de 5ml/kg de peso corpóreo, enquanto no estudo de SUTER foram utilizados

níveis de VC de 13 a 15ml/kg. Níveis mais baixos de VC levam a maiores valores de complacência, resultando em diferenças nos valores de PEEP ideal.

Em 1998, PUNT *et al.* realizaram um estudo, com aplicação de PEEP em “rampa”, isto é, valores crescentes de PEEP, em 11 porcos anestesiados com quadro de SARA induzida. Valores de PEEP entre 0 e 15cmH₂O, com variância constante de 0,67cmH₂O a cada minuto, foram aplicados sob condições normais e após a indução do quadro de SARA. Em condições normais, a melhor PEEP foi encontrada próximo à ZEEP. Em condições patológicas, a melhor PEEP, quando definida pelo transporte máximo de oxigênio, foi encontrada entre 1 e 6cmH₂O; quando definida pela complacência máxima, a PEEP foi encontrada em 7,5cmH₂O, e, pela PaO₂, a PEEP foi encontrada entre 10 e 14cmH₂O. Como conclusão, foi observado que a melhor PEEP, de acordo com o transporte de oxigênio, é menor que a melhor PEEP de acordo com a complacência estática e a PaO₂. Portanto, o uso da PEEP como “rampa” pode prevenir aumentos desnecessários do nível da PEEP (PUNT *et al.*, 1998).

Outro estudo foi realizado, em 1998, na tentativa de definir a melhor estratégia para obtenção da PEEP ideal em SARA. Foram estudadas 10 ovelhas com quadro de SARA inicial e avaliados os parâmetros hemodinâmicos, mecânica pulmonar e troca gasosa na aplicação da PEEP pela máxima complacência estática, PEEP pela obtenção do ponto de inflexão da curva P-V e ZEEP. A PEEP obtida através do ponto de inflexão foi significativamente menor que a PEEP através da complacência máxima ($6,8 \pm 1,4$ versus $9,3 \pm 1,4$ cmH₂O, respectivamente, $p < 0,01$). Os parâmetros hemodinâmicos não foram significativamente diferentes no ponto de inflexão da PEEP comparados com ZEEP, mas a PaO₂/FiO₂ e a mecânica pulmonar (complacência estática e resistência de vias aéreas) apresentaram melhoras significativas no ponto de inflexão da PEEP. Na PEEP pela máxima complacência estática, os parâmetros hemodinâmicos e PaO₂/FiO₂ não foram diferentes daqueles obtidos pelo ponto de inflexão da PEEP. Os pesquisadores concluíram com esse estudo que, no tratamento da SARA em estágio inicial, a PEEP necessitou ser menor que a PEEP ótima determinada pela máxima complacência estática. A aplicação do ponto de inflexão da PEEP determinado pela curva P-V foi apropriada como a melhor PEEP (ZHANG, MA, CHAO, 1998).

Segundo JONSON *et al.* (1999), as medidas de curvas P-V do sistema respiratório e de volume recrutado através da PEEP permitem estudar a variação da pressão pela qual o recrutamento acontece na SARA e explicar como o recrutamento afeta a complacência. As curvas P-V foram medidas com uma técnica de fluxo pequeno de inflação em 11 pacientes portadores de SARA ventilados mecanicamente. A curva 1 foi registrada durante a inflação de volume obtido após uma prolongada expiração (6s) na PEEP ($9,0 \pm 2,2\text{cmH}_2\text{O}$), e a curva 2 após uma expiração para um volume em equilíbrio elástico na ZEEP. Usando um volume expiratório final da respiração, as curvas foram alinhadas a um eixo comum de volume para determinar o efeito de uma inspiração completa. Em cada paciente, a curva 2 (ZEEP) mudou em direção a um menor volume do que a curva 1. O volume variou, provavelmente, devido ao desrecrutamento ($205 \pm 100\text{ml}$ a $15\text{cmH}_2\text{O}$ e $78 \pm 93\text{ml}$ a $30\text{cmH}_2\text{O}$). Conseqüentemente, durante a inflação da ZEEP, o déficit de volume foi sucessivamente recuperado através de uma variação de pressão até, no mínimo, $30\text{cmH}_2\text{O}$. Em qualquer pressão, a complacência foi maior na curva da ZEEP do que na PEEP ($10,0 \pm 8,7\text{ml/cmH}_2\text{O}$ a $15\text{cmH}_2\text{O}$ e $5,4 \pm 5,5\text{ml}$ a $30\text{cmH}_2\text{O}$). Foi concluído que, em SARA, uma simples expiração em ZEEP leva a um colapso pulmonar. Alta complacência durante insuflação de ZEEP indica que um recrutamento pulmonar acontece bem acima do menor ponto de inflexão da curva P-V (JONSON *et al.*, 1999).

6.5. OXIGENAÇÃO OBTIDA COM A APLICAÇÃO DOS MÉTODOS

Neste estudo, não foi observado um aumento estatisticamente significativo da PaO_2 (de $89,83 \pm 7,15$ para $107,86 \pm 14,88\text{mmHg}$; $p \geq 0,05$) após a aplicação do método de cálculo de PEEP ideal através de medidas seriadas de complacência estática e saturação sanguínea arterial de oxigênio, contradizendo o que foi observado no estudo de SUTER em 1975.

No referido estudo, foi observado um aumento da PaO_2 nos pacientes com PEEP ideal, comparados com os valores de PaO_2 em ZEEP e em níveis de PEEP $6\text{cmH}_2\text{O}$ abaixo do valor de PEEP ideal (SUTER, FAIRLEY, ISEMBERG, 1975) (ver tabela 10).

Nos pacientes que foram submetidos à aplicação do método de cálculo de PEEP ideal, através da análise da curva P-V, também não foi observado um aumento estatisticamente significativo nos valores de PaO_2 (de $91,57 \pm 6,25$ para $102,95 \pm 11,38\text{mmHg}$; $p \geq 0,05$), como era de se esperar, imaginando-se que ao utilizar-se a PEEP num valor acima do primeiro ponto de inflexão (ponto de inflexão inferior), obter-se-ia um número maior de unidades alveolares recrutadas, proporcionando uma melhora na oxigenação sanguínea.

Um outro estudo realizado por RANIERI *et al.*, em 1991, apresentou uma metodologia semelhante ao do presente estudo. Nesse trabalho, foi utilizado um VC fixado em 0,7L, com aplicação de PEEP de 0 a 15cmH₂O (0, 5, 10 e 15cmH₂O), em oito pacientes com SARA. A complacência estática dos pacientes estudados não apresentou diferenças estatisticamente significativas com a aplicação dos diferentes níveis de PEEP ($0,036 \pm 0,005$; $0,035 \pm 0,002$; $0,034 \pm 0,005$; $0,033 \pm 0,005\text{L/cmH}_2\text{O}$, para 0; 5; 10 e 15cmH₂O, Cst e PEEP, respectivamente). Foi observado também, que o aumento da PEEP resultou em um aumento da PaO_2 ($58,3 \pm 4,5$; $66,5 \pm 6,0$; $94,8 \pm 9,4$; $108 \pm 9,9\text{mmHg}$, para 0; 5; 10 e 15cmH₂O, PaO_2 e PEEP, respectivamente) em todos os pacientes. Os autores concluíram que a aplicação da PEEP proporcionou um aumento da oxigenação arterial conseqüente a um maior volume alveolar recrutado, sem mudanças na complacência estática (RANIERI *et al.*, 1991).

6.6. VENTILAÇÃO OBTIDA COM A APLICAÇÃO DOS MÉTODOS

Foi observado, neste estudo, nos pacientes submetidos ao método de cálculo de PEEP ideal através de medidas seriadas de complacência estática e saturação sanguínea arterial de oxigênio, um aumento da PaCO_2 (de $41,18 \pm 1,84$ para $56,11 \pm 4,37\text{mmHg}$; $p \leq 0,01$). No estudo de SUTER, esse índice (PaCO_2) não foi citado nem avaliado, tornando-se impossível a comparação dos resultados. Porém, atualmente, é permitido, nos pacientes com SARA, o uso de ventilação mecânica, com aplicação de baixos volumes correntes (5 a 8ml/kg de peso corpóreo), tolerando-se níveis de PaCO_2 de até 80mmHg (BARBAS & AMATO, 1998). No presente estudo, os níveis de PaCO_2 respeitaram os limites descritos pela literatura.

Os pacientes submetidos ao cálculo de PEEP ideal, através da análise da curva P-V, também apresentaram um aumento nos valores de PaCO_2 (de $41,57 \pm 2,13$ para $50,84 \pm 4,40\text{mmHg}$; $p \leq 0,05$). Porém, analisando o método aplicado, não existe uma explicação científica para esse aumento. Foi utilizado, durante o cálculo, VC de 10ml/kg . Esse valor de VC não deveria proporcionar um aumento da PaCO_2 , já que se trata de um nível consideravelmente elevado, e os volumes correntes aleatórios aplicados foram mantidos somente por um ciclo respiratório (respiração-teste), não havendo tempo suficiente para interferir nos valores de PaCO_2 .

6.7. OUTROS MÉTODOS DE APLICAÇÃO DA PEEP

Além dos métodos citados anteriormente, muitos outros métodos de aplicação de PEEP foram estudados por diferentes autores.

Em 1994, Ranieri *et al.* desenvolveram um estudo comparativo entre dois métodos de realização da curva P-V. Nesse estudo, utilizaram a técnica de oclusão estática de vias aéreas (curva P-V estática) e a técnica de fluxo constante (curva P-V dinâmica). As curvas foram realizadas em ZEEP e com utilização de PEEP de 0, 5, 10 e $15\text{cmH}_2\text{O}$. Foram estudados 19 pacientes com SARA, e para a avaliação do formato de ambas as curvas foi utilizado um coeficiente não-linear de uma equação polinomial. Foi observado que, em 10 pacientes, as curvas P-V estática e dinâmica em ZEEP mostraram um formato convexo com um declínio progressivo de inclinação ao aumento do volume insuflado. Nesses pacientes, a PEEP induziu um deslocamento do volume, longitudinalmente, nas curvas estática e dinâmica (hiperinsuflação). Em nove pacientes, as curvas dinâmica e estática em ZEEP mostraram um formato côncavo, com um aumento progressivo de inclinação com o aumento do volume, e a PEEP deslocou ambas as curvas superiormente ao eixo do volume (ar alveolar). Houve um aumento maior da PaO_2 nos pacientes em ZEEP com curva P-V côncava, comparados com os pacientes que tiveram curva P-V estática e dinâmica convexa. Foram observados que os efeitos da PEEP sobre a PaO_2 foram menos pronunciados em pacientes com curva P-V côncava, que em pacientes com curva P-V convexa, porém, a diferença não foi significativa. O índice que mais apresentou diferença foi o volume recrutado, que mostrou-se maior durante a aplicação de PEEP de $15\text{cmH}_2\text{O}$, nos pacientes

que apresentaram curva côncava. Foi concluído, nesse trabalho, que a análise da curva dinâmica (método de fluxo constante) pode ocupar o lugar da curva P-V estática (técnica de oclusão) para traduzir as propriedades elásticas respiratórias em pacientes com SARA. A curva P-V dinâmica representa uma simples e não invasiva ferramenta clínica, na qual se detecta hiperinsuflação e prevêem-se os efeitos da PEEP no leito alveolar, hemodinâmica e troca gasosa de pacientes com SARA (RANIERI *et al.*, 1994).

Outro estudo foi realizado por MEYER *et al.*, em 1999, para avaliação dos dois métodos citados acima (técnica de oclusão e fluxo constante). Nesse estudo, foi comparado o ponto de inflexão inferior e superior da técnica de oclusão estática e da técnica de fluxo constante, em 13 pacientes com SARA. Como resultado, observaram que os pontos de inflexão superior e inferior puderam ser evidenciados em todos os pacientes através da técnica de fluxo constante. Na técnica de oclusão estática, o ponto de inflexão inferior só pôde ser identificado em 12 pacientes e o ponto de inflexão superior em nove deles. Os pontos de inflexão inferior e superior eram maiores na técnica de fluxo constante ($P_{flex-inf}$ $16 \pm 1,4$ e $13,6 \pm 1,5$ cmH₂O; $P_{flex-sup}$ $33,1 \pm 1,6$ e $27,6 \pm 1,6$ cmH₂O; respectivamente, para fluxo constante e oclusão estática). Foi concluído, com esse trabalho, que o ponto de inflexão pôde ser identificado na maioria dos pacientes, tanto para a técnica de fluxo constante como para a oclusão estática. A diferença observada entre os dois métodos foi atribuída a diferentes histórias de doenças pulmonares e recrutamento alveolar durante a técnica de oclusão estática (MEYER *et al.*, 1999).

O método que recentemente começou a ser estudado nos maiores centros de pesquisa foi a escolha da PEEP em escala decrescente.

Há aproximadamente 25 anos, o “ponto de inflexão inferior” da curva P-V é interpretado como o valor da pressão de abertura de alvéolos colapsados nos doentes com SARA. Por isso, foi proposto como orientador para a escolha do PEEP ideal. Todavia, nos últimos anos, essa interpretação tem sido posta em discussão. O recrutamento não termina no ponto de inflexão inferior, mas continua ao longo de quase toda a curva P-V. O ponto de inflexão inferior é um ponto do ramo inspiratório da curva P-V. Contudo, é provável que o ramo expiratório seja mais informativo em termos de pressão crítica de colapso alveolar. Por tudo isso, LEMAIRE *et al.* questionam a importância clínica das curvas P-V.

(LEMAIRE *et al.*, 2000). Os autores realizaram sucessivas curvas P-V iniciando com PEEP 20 ou 15cmH₂O, com diminuições de 5 em 5cmH₂O até ZEEP, medindo o volume de “desrecrutamento” com o objetivo de encontrar uma pressão crítica de fechamento. Estudaram 16 pacientes, dos quais 14 com SARA. Apesar de não ter sido um dos objetivos do trabalho, observou-se uma elevada mortalidade (81,25%), cujas causas não foram discutidas. Verificaram que a diminuição da PEEP implicava sempre um “desrecrutamento”, e que essa perda de volume estava uniformemente distribuída ao longo dos diferentes valores de PEEP, não se encontrando uma pressão crítica de fechamento. Não conseguiram, por isso, encontrar uma PEEP ideal que definisse a pressão de fechamento. Além disso, não encontraram correlação entre o ponto de inflexão inferior e o volume de “desrecrutamento”. O estudo da relação PaO₂/FiO₂ nos diferentes patamares de PEEP mostrou que a oxigenação piorava com a diminuição da PEEP, e mais: que a queda da PaO₂/FiO₂ associada à diminuição da PEEP correlacionava-se com o volume de “desrecrutamento”. Também não encontraram correlação entre a PaO₂/FiO₂ e o ponto de inflexão inferior. Finalmente, verificaram que a complacência máxima (segmento da curva P-V entre o ponto de inflexão inferior e superior) aumentava significativa e gradualmente com a diminuição da PEEP. Como encontraram correlações entre a complacência em ZEEP e o volume de “desrecrutamento” com PEEP 15 cmH₂O, assim como, entre a complacência em ZEEP e a PaO₂/FiO₂ com PEEP 15 cmH₂O, concluíram que a complacência em ZEEP refletiria o potencial de recrutamento alveolar (MAGGIORE *et al.*, 2001).

Os autores observaram, com isso, que o fato de se encontrar a melhor complacência num doente com SARA, nada significa em termos de recrutamento alveolar. O recrutamento se dá ao longo de uma grande amplitude de pressões e que, muitas vezes, só com pressões muito elevadas (por exemplo, PEEP = 45cmH₂O e PIP = 60cmH₂O) consegue-se recrutar, eficazmente, um pulmão com SARA (MEDOFF *et al.*, 2000). Provavelmente, mais do que olhar para a morfologia das curvas P-V, para o ponto de inflexão inferior e para a complacência, deve-se olhar, antes, para o efeito da PEEP sobre a oxigenação, uma vez que, pelo menos do ponto de vista teórico, o recrutamento alveolar num paciente com SARA deve diminuir o *shunt* e, portanto, melhorar a oxigenação.

Apesar de importantes avanços, ainda não se encontrou uma metodologia consensual para a determinação da PEEP ideal.

Com todas essas dúvidas, atualmente já existem algumas certezas. Escolher a PEEP ideal em função do ponto de inflexão inferior e/ou da complacência máxima não é tão seguro quanto parece. O que não se sabe, ainda, é qual a melhor forma de recrutar alvéolos, nem como escolher a melhor PEEP. Até lá, quando se ventilar pacientes com SARA, deve-se respeitar os níveis de pressões inspiratórias e os volumes correntes, de acordo com os estudos já citados anteriormente, pois esta foi a única abordagem que mostrou segurança e melhoria da mortalidade.



7. CONCLUSÕES

- **VALORES DE PEEP OBTIDOS COM OS DOIS MÉTODOS** – Não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de PEEP encontrados nos dois métodos de cálculo de PEEP ideal utilizados.
- **RESPOSTA EM NÍVEL DE OXIGENAÇÃO** - Não houve prevalência de um método sobre o outro, no que diz respeito à melhora da oxigenação sanguínea dos pacientes submetidos aos dois métodos de cálculo de PEEP ideal.
- **RESPOSTA EM NÍVEL DE VENTILAÇÃO** - Um aumento de PaCO_2 ocorreu após a aplicação dos dois métodos, comparados com os valores inicialmente encontrados nos pacientes, mantendo, porém, os níveis ainda aceitos pela literatura. Houve respostas semelhantes entre os dois métodos.
- **APLICAÇÃO DOS MÉTODOS** - Houve diferença na tolerância dos pacientes na aplicação dos métodos. Dos vinte, não foi possível concluir sete cálculos: dois cálculos no período de homogeneização, um no método da curva P-V e quatro no método de medidas seriadas de complacência estática e saturação de oxigênio arterial, por instabilidade hemodinâmica ou respiratória.



8. *SUMMARY*

The main objective of the present study define the best way to determine the optimal levels of PEEP (positive end-expiratory pressure) in patients with adult respiratory distress syndrome (ARDS)

The main questions were:

- a) If the optimal PEEP values found with one method would correspond to the values found with the other method.
- b) If there would be any change in the oxygen levels during the study.
- c) If there would be any change in the ventilation levels during the study.
- d) What would be the main difficulties to perform the methods.

Forty protocols were performed in septic patients with ARDS (relationship between $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ lower than 200 and Murray Scale levels higher than 2,5). All patients were sedated and paralyzed thirty minutes before the procedures.

Each method were performed twenty times and in each patient both methods were applied. In order to prevent one method from influencing the other ten of the twenty protocols studied were calculated by using method 1 and one hour later method 2, and the other ten were calculated first with method 2 and one hour later with method 1.

Arterial blood samples have been collected for gas analisis in this study (one at the beginning and the other thirty minutes after the end of each protocol).

Two methods have been used as following:

- 1) Optimal PEEP by consecutive measurements of lung static compliance and oxygen arterial blood saturation.
- 2) Optimal PEEP by V-P (volume-pressure) curve.

The results indicate no difference between PEEP and PaO_2 values found with both methods and that initially observed in patients. When compared with their initial

values, PaCO_2 increased when calculated by the V-P curve and consecutive measurements of lung static compliance and oxygen arterial blood saturation. However, there was no difference between the values found with both studied methods.

The main finding of this study was that there was no difference between the two methods regarding arterial blood oxygen levels and PEEP values found. An increase of PaCO_2 was identified in both methods, however all of them respecting the limit values usually found in Scientific Literature.



9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMATO, M.B.P.; BARBAS, C.S.V.; BONASSA, J.; SALDIVA, N.; ZIN, W.A.; CARVALHO, C.R.R. – Volume-assured pressure support ventilation (VAPSV). A new approach for reducing muscle work load during acute respiratory failure. **Chest**, **102**: 1225-34, 1992.
- AMATO, M.B.P.; BARBAS, C.S.V.; MEYER, E.C.; CARVALHO, C.R.R.; TAKAGAKI, T.Y. – Limitations of the P-V curve in detecting alveolar hyperinflation during mechanical ventilation in ARDS. **Am. J. Respir. Care Med.**, **151**: A432, 1995a.
- AMATO, M.B.P.; BARBAS, C.S.V.; MEYER, E.C.; CARVALHO, C.R.R.; TAKAGAKI, T.Y. – Setting the “Best PEEP” in ARDS: Limitations of choosing the PEEP according to the “best compliance”. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, **151**: A550, 1995b.
- AMATO, M.B., BARBAS, C.S., MEDEIROS, D.M., MAGALDI R.B., SCHETTINO G.P., LORENZI-FILHO G., KAIRALLA R.A., DEHEINZELIN D., MUNOZ C., OLIVEIRA R., TAKAGAKI T.Y., CARVALHO C.R.R. – Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. **N. Engl. J. Med.** 338:347-54, 1998a.
- AMATO, M.B.P.; BARBAS, C.S.V.; MEDEIROS, D.M.; SCHETTINO, G.P.; LORENZI-FILHO, G.; KAIRALLA, R.A.; DEHEINZELIN, D.; MORAIS, C.; FERNANDES, E.; TAKAGAKI, T.Y.; CARVALHO, C.R.R. – Beneficial effects in the “open lung approach” with low distending pressure in ARDS. A prospective randomized study on mechanical ventilation. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, **152**: 1835-46, 1998b.
- ARTIGAS, A.; BERNARD, G.R.; CARLET, J., and the Consensus Committee – The American European Consensus Conference on ARDS, Part 2. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, **157**: 1332-47, 1998.
- ASHBAUGH, D.G.; BIGELOW, D.B.; PETTY, T.L.; LEVINE, B.E. – Acute respiratory distress in adults. **Lancet**, **2**: 319-23, 1967.
- AULER, J.O.C. - Pressão Positiva Expiratória Final – PEEP. In: David, C.M.N.D. Ventilação Mecânica : da Fisiologia ao Consenso Brasileiro. Rio de Janeiro: Revinter Ltda. Cap. 14, p. 143-149, 1996.

- BARACH, A.L.; MARTIN, J.; ECKMAN, M. – Positive pressure respiration and its application to the treatment of acute pulmonary edema. **Ann. Intern. Med.**, 12:754-95, 1938.
- BARBAS, C.S.V.; AMATO, M.B.P.; LORENZI, FILHO G.; RODRIGUES, JR.M. – Ventilação artificial aplicada. In: Knobel e, ed. *Conduas no paciente grave*. São Paulo: Atheneu: 347-65, 1994.
- BARBAS, C.S.V.; AMATO, M.B.P. – Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo. São Paulo: Permanyer Publications, 1998.
- BAUMANN, W.R.; JUNG, R.C.; KOSS, M.; BOYLEN, C.T.; NAVARRO, L.; SHARMA, O.P. – Incidence and mortality of adult respiratory distress syndrome: a prospective analysis from a large metropolitan hospital. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, 14: 1-4, 1986.
- BELL, R.C.; COALSON, J.J.; SMITH, J.D.; JOLANSON, W. G. Jr. – Multiple organ failure and infection in adult respiratory distress syndrome. **Ann. Intern. Med.**, 99: 293-8, 1983.
- BENITO, S. & LEMAIRE, F. – Pulmonary pressure-volume relationship in acute respiratory distress syndrome in adults: role of positive end-expiratory pressure. **J. Crit. Care**, 5: 27-34, 1990.
- BERNARD, G.R.; ARTIGAS, A.; BRINGHAM, K.L.; CALET, J.; FALKE, K.; HUDSON, L.; LAMY, M.; LEGALL, J.R.; MORRIS, A.; SPRAGG, R. – The American-European Consensus Conference on ARDS – Definitions, mechanisms, relevant outcomes and clinical trial coordination. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, 149: 818-24, 1994.
- BUFORD, T.H. & BURBANK B. – Traumatic wet lung. **J. Thoracic. Surg.**, 14: 415-24, 1945.
- BUSSAB, W.O. & MORETTIN P.A. – Estatística Básica.. 3º Edição. São Paulo: Atual Editora, 283-285, 1986.
- CARVALHO, C.R.R. & AMATO, M.B.P. – Tratamento da Síndrome do desconforto Respiratório do Adulto. **Jornal de Pneumologia**, 16 : 212-228, 1990.

- CARVALHO, C.R.R.; BARBAS, C.S.; MEDEIROS, D.M.; MAGALDI, R.B.; LORENZI-FILHO, G.; KAIRALLA, R.A.; DEHEINZELIN, D.; MUNHOZ, C.; KAUFMANN, M.; FERREIRA, M.; TAKAGAKI, T.Y.; AMATO, M.B. – Temporal hemodynamic effects of permissive hypercapnia associated with ideal PEEP in ARDS. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, **156**: 1458-66, 1997.
- CARVALHO, C.R.R. – Síndrome do Desconforto Respiratório do Adulto. *Rev. Bras. Clin. Terap.*, **17**: 137-50, 1988.
- D'ANGELO, E.; CALDERINI, E.; TAVOLA, M.; BONO, D.; MILIC-EMILI, J. - Effect of PEEP on respiratory mechanics in anesthetized paralyzed humans. *J. Appl. Physiol.*, **73**: 1736-42, 1992.
- DANTZKER, D.R.; LYNCH, J.P.; WEG, J.G. – Depression of cardiac output is a mechanism of shunt reduction in the therapy of acute respiratory failure. *Chest*, **77**: 636-42, 1980.
- DEMLING, R.H. – Adult respiratory distress syndrome: current concepts. *New Horizons*, **1**: 388-401, 1993.
- DORINSKY, P.M.; GADEK J.E. – Mechanisms of multiple nonpulmonary organ failure in ARDS. *Chest*, **96**: 885-92, 1989.
- EMMERICH, J.C. – Suporte Ventilatório: Conceitos Atuais. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Revinter, 91-111, 1998.
- FALKE, K.J.; PONTOPPIDAN, H.; KUMAR, A.; LITH, D.E.; GEFFIN, B.; LAVER, M.B. – Ventilation with positive end- expiratory pressure in acute lung disease. *J. Clin. Invest.*, **51**: 2315-23, 1972.
- FOWLER, A.A.; HAMMAN, R.F.; GOOD, J.T.; BENSON, K.N.; BAIRD, M.; EBERLE, D.J.; PETTY, T.L.; HYERS, T.M. – Adult respiratory distress syndrome: risk with common predispositions. *Ann. Intern. Med.*, **99**: 293-8, 1983.
- FOWLER, A.A.; HAMMAN, R.F.; ZERBE, Z.O.; BENSON, K.N.; HYERS, T.M. – Adult respiratory distress syndrome. Prognosis after onset. *Am. Rev. Respir. Dis.*, **132**: 472-8, 1985.

- GATTINONI, L.; MASCHERONI, D.; TORRESIN, A.; MARCOLIN, R.; FUMAGALLI, R.; VISCONI, S.; ROSSI, G.P.; ROSSI, F.; BAGLIONI, S.; BASSI, F. – Morphological response of the positive end expiratory pressure in acute respiratory failure. Computerized tomography study. **Intensive Care Med.**, **12**: 137-42, 1986.
- GATTINONI, L.; PESENTI, A.; AVALLI, L.; ROSSI, F.; BOMBINO, M. – Pressure-volume curve of total respiratory system in acute respiratory failure. Computed tomographic scan study. **Am. Rev. Respir. Dis.**, **136**: 730-6, 1987.
- GATTINONI, L.; PESENTI, A.; BOMBINO, M.; BAGLIONI, S.; RIVOLTA, M.; ROSSI, F.; ROSSI, G.P.; FUMAGALLI, R.; MARCOLIN, R.; MASCHERONI, D.; TORRESIN, A. – Relationship between lung computed tomographic density, gas exchange and PEEP in acute respiratory failure. **Anesthesiology**, **69**: 824-32, 1988.
- GATTINONI, L.; D'ANDREA, L.; PELOSI, P.; VITALE, G.; PESENTI, A.; FUMAGALLI, R. – Regional effects and mechanism of positive end expiratory pressure in early adult respiratory distress syndrome. **JAMA**, **269**: 2122-7, 1993.
- GATTINONI, L.; PELOSI, P.; CROTTI, S.; VALENZA, F. – Effects of Positive End-Expiratory Pressure on Regional Distribution of Tidal Volume and Recruitment in Adult Respiratory Distress Syndrome. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, **151**: 1807-1814, 1995.
- GREGORY, G.A.; KITTERMAN, J.A.; PHIBBS, R.H. - Treatment of the idiopathic respiratory distress syndrome with continuous positive airway pressure. **N. Engl. J. Med.**, **284**: 1333-40, 1971.
- HAAKE, R.; SCHLICHTIG, R.; ULSTAD, D.R.; HENSCHEN, R.R. – Barotrauma. Pathophysiology, risk factors, and prevention. **Chest**, **91**: 608-13, 1987.
- HICKLING, K.G.; HENDERSON, S.J.; JACKSON, R. – Low mortality associated with low volume pressure limited ventilation with permissive hypercapnia in severe adult respiratory distress syndrome. **Intensive Care Med.**, **16**: 372-77, 1990.
- JENKINS, M.T.; JONES, R.F.; WILSON, B. – Congestive atelectasis: a complication of intravenous infusion of fluids. **Ann. Surg.**, **132**: 327-47, 1950.

- JONSON, B.; RICHARD, J.C.; STRAUS, C.; MANCEBO, J.; LEMAIRE, F.; BROCHARD, L. – Pressure-Volume curves and compliance en Acute Lung Injury. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, **159**: 1172-78, 1999.
- KIRBY, R.R.; DOWNS, J.B.; CIVETTA, J.M.; MODELL, J.H.; DANNEMILLER, F.J.; KLEIN, E.F.; HODGES, M. - High level PEEP in acute respiratory insufficiency. **Chest**, **67**: 156-63, 1975.
- KUMAR, A.; PONTOPPIDAN, H.; FALKE, K.J.; WILSON, R.S.; LAVER, M.B. – Pulmonary barotrauma during mechanical ventilation. **Amm J. Respir. Crit Care Med**, **4**: 181-86, 1973.
- LACHMANN, B.; HAENDLY, H.; SCHULTZ, H. – Improve arterial oxygenation, CO2 elimination, compliance and barotrauma, following changes of volume generated ventilation with I:E ratio of 4:1 in patients with severe adult respiratory distress syndrome (ARDS). **Intensive Care Med.**, **6**: 64-76, 1980.
- LEMAIRE, F.; HARF, A.; SIMONNEAU, G.; MATAMIS, D.; RIVARA, D.; ATLAN, G. – Echanges gazeux, courbe statique pression-volume et ventilation en pression positive de fin d'expiration. Etude dans seize cas d'insuffisance respiratoire aigue de l'adulte. **Ann. Anesth. Fr.**, **5**: 435-41, 1981.
- LEMAIRE, F. - ARDS and PV curves: the inseparable duet? **Intensive Care Med.**, **26**: 1-2, 2000.
- MACINTYRE, N.R. – Clinically available new strategies for mechanical ventilatory support. **Chest**, **104**: 560-5, 1993.
- MAGGIORE, S.M.; JONSON, B.; RICHARD, J.C.; JABER, S.; LEMAIRE, F.; BROCHARD, L. - Alveolar derecruitment at decremental positive end-expiratory pressure levels in acute lung injury. Comparison with the lower inflection point, oxygenation and compliance. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, **164**: 795-801, 2001.
- MANCEBO, J. – PEEP, ARDS, and recruitment. **Intensive Care Med**, **18**: 383-85, 1992.
- MARCY, T.W.; MARINI, M.D. – Respiratory distress in the ventilated patient. **Chest**, **15**: 55-73, 1994.

- MARINI, J.J. – Patient-ventilator interaction: rational strategies for acute ventilatory management. **Respir. Care**, **38**: 482-93, 1993.
- MATAMIS, D.; LEMAIRE, F.; HARF, A.; BRUN-BUISSON, C.; ANSQUER, J.C.; ATLAN, G. – Total respiratory pressure-volume curves in the adult respiratory distress syndrome. **Chest**, **86**: 58-66, 1984.
- MEDOFF, B.D.; HARRIS, R.S.; KESSELMAN, H.; VENEGAS, J.; AMATO, M.B.; HESS, D. - Use of recruitment maneuvers and high-positive end-expiratory pressure in a patient with acute respiratory distress syndrome. **Am. J. Respir. Crit.Care Med.**, **28**: 1210-6, 2000.
- MEYER, E.C.; GAUDENCIO, A.M.A.S.; SALGE, J.M.; OKAMOTO, V.N.; GRUNAUER, M.A.; CARVALHO, C.R.R.; AMATO, M.B.P.; BARBAS, C. S. V. – Pressure-Volume Curves in ARDS: Comparasion of Two Methods. **American Thoracic J.**, 23-28, 1999.
- MONTGOMERY, A.B.; STAGER, M.A.; CARRICO, C.J.; HUDSON, L.D.; MURRAY, J.F. – Causes of mortality in patients with adult respiratory distress syndrome. **Am. Rev. Respir. Dis.**, **132**: 485-9, 1985.
- MURRAY, J.F. & the staff of the Division of Lung Diseases, Heart, Lung and Blood Institute. – Mechanisms of acute respiratory failure. **Am. Rev. Respir. Dis.**, **115**: 1071-8, 1977.
- MURRAY, I.P.; MODELE, J.H.; GALLAGHER, T.J.; BANNER, M.J. – Tritatin of PEEP by arterial minus end-tidal carbon dioxide gradient. **Chest**, **85**: 100-4, 1984.
- NORWOOD, S.H.; CIVETTA, J.M. – Ventilatory support in patients with acute respiratory distress syndrome. **Surg. Clin. North. Am.**, **65**: 895-916, 1985.
- PARÉ, P.D.; WARRINER, B.; BAOLE, E.M.; HOGG, I. - Redistribution of pulmonary extravascular was with positive end-expiratory pressure in canine pulmonary edema. **Am. Rev. Respir. Dis.**, **127**: 590-599, 1983
- PESENTI, A. ,FUMAGALLI, R. – PEEP : Blood gas cosmetics or a therapy for ARDS? **Amm. J. Respir. Crit. Care Med.**, **27**, 253-54, 1999.

- PETTY, T.L.; ASHBAUGH, D.G. – The adult respiratory distress syndrome: clinical features, factors influencing prognosis and principles of management. **Chest**, 60: 123-39, 1971.
- PINGLETON, S.K. – Complications of acute respiratory failure. **Am. Rev. Respir. Dis.**, 137: 1463-93, 1988.
- PUNT, C.D.; SCHREUDER, J.J.; JANSEN, J.R.; HOEKSEL, S.A.; VERSPRILLE, A. – Tracing best PEEP by applying PEEP as a Ramp. **Intensive Care med.**, 24: 821-8, 1998.
- RANIERI, V.M.; EISSA, N.T.; CORBEIL, C.; CHASSÉ, M.; BRAIDY, J.; MATAR, N.; MILIC-EMILI, J. – Effects of positive end-expiratory pressure on alveolar recruitment and gas exchange in patients with the adult respiratory distress syndrome. **Am. Rev. Respir. Dis.**, 144: 544-51, 1991.
- RANIERI, V.M.; GIULIANI, R.; FIORE, T.; DAMBROSIO, M.; MILIC-EMILI, J. – Volume-pressure curve of the respiratory system predicts effects of PEEP in ARDS: “Occlusion” versus “Constant Flow” technique. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, 149: 19-27, 1994.
- RUIZ-BAILEN, M.; FERNANDEZ-MONDEJAR, E.; HURTADO-RUIZ, B. – Immediate application of positive end expiratory pressure is more effective than delayed positive end expiratory pressure to reduce extravascular lung water. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, 27: 380-4, 1999.
- SIMEONE, F.A. – Pulmonary complications of nonthoracic wounds. A historical perspective. **J. Trauma**, 8: 625-48, 1968.
- SHAPIRO, B.A.; CANE, R.D.; HARRISON, R.A. – Positive end-expiratory pressure in adults with special reference to acute lung injury: a review of the literature and suggested clinical correlations. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, 12: 127-41, 1984.
- STOTHERT, J.; TRABER, L.; TRABER, D. – Does positive end-expiratory pressure significantly reduce airway blood flow? **J. Trauma**, 35: 437-40, 1993.

- SUTER, P.M.; FAIRLEY, H.B.; ISEMBERG, M.D.. – Optimum end-expiratory airway pressure in patients with acute pulmonary failure. *N. Engl. J. Med.*, **292**: 284-9, 1975.
- VILLAR, J. & STUTSKY, A.S. - The incidence of adult respiratory distress syndrome. *Am. Rev. Respir. Dis.*, **140**: 814-6, 1989.
- WEBB, H.H.; TIERNEY, D.F. – Experimental pulmonary edema due to intermittent positive pressure ventilation with high inflation pressures. Protection by positive end-expiratory pressure. *Am. Rev. Respir. Dis.*, **110**: 556-65, 1974.
- WEISMAN, I.M.; RINALDO, J.E.; ROGERS, R.M. – Positive end-expiratory pressure in adult respiratory failure. *N. Engl. J. Med.*, **307**: 1381-4, 1982.
- WIERNER-KRONISH, J.P.; GROPPER, M.A.; MATTHAY, M.A. – The adult respiratory distress syndrome: Definitions and prognosis, pathogenesis and treatment. *Br. J. Anaesth.*, **65**: 107-29, 1990.
- ZHANG H., MA S.; CHAO Y. - The significance of point-inflection at static pressure-volume curve in optimal PEEP at early stage of ARDS in sheep. *Chung Hua I Hsueh Tsa Chih.*, **78**: 409-12, 1998.



10. ANEXOS



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Caixa Postal 6111
13083-970 Campinas-S.P.
☎ (019) 7888936
fax (019) 7888925
✉ cep@head.fcm.unicamp.br

PARECER: Nº 034/99

P. DE PESQUISA: ESTUDO COMPARATIVO DE DOIS MÉTODOS DE CÁLCULO DE PEEP (PRESSÃO POSITIVA NO FINAL DA EXPIRAÇÃO) IDEAL: PONTO DE INFLEXÃO DA CURVA PRESSÃO-VOLUME E MEDIDAS SÉRIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTATICA (Cest) E SATURAÇÃO SANGUÍNEA ARTERIAL DE O₂ (SatO₂)

PESQUISADOR: Marisa Mazzonetto

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e 251/97, bem como ter aprovado os termos do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa supracitado.

Na IIIª Reunião Ordinária do CEP realizada em 13/04/1999


Prof. Dr. SEBASTIÃO ARAÚJO
SECRETÁRIO do COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

Tabela 2.1. Diagnóstico, idade, sexo dos pacientes e número de cálculos realizados.

	Patologia	Idade	Sexo	Nº de cálculos
Paciente 1	Choque séptico	29 anos	Masculino	1
Paciente 2	Guillan Barré	33 anos	Masculino	3
Paciente 3	PO gastrectomia	68 anos	Masculino	3
Paciente 4	Choque séptico	53 anos	Feminino	1
Paciente 5	Sepse	60 anos	Masculino	1
Paciente 6	Insuficiência Hepática	18 anos	Masculino	1
Paciente 7	Meningite Meningocócica	27 anos	Masculino	1
Paciente 8	Ferimento arma de fogo	50 anos	Masculino	2
Paciente 9	Sepse	32 anos	Feminino	3
Paciente 10	Choque séptico	28 anos	Feminino	1
Paciente 11	Leptospirose	42 anos	Masculino	1
Paciente 12	Ferimento arma branca	55 anos	Masculino	1
Paciente 13	Choque Hipovolêmico	72 anos	Masculino	1

TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 1		
Nome: M.D.M. Idade: 29 anos Data: 09/02/00		
Diagnóstico: Choque séptico e SARA		

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS		
VC -	FC - 128bpm	PC - 16
FR - 20ipm	FiO ₂ - 0,6	T insp - 1,3s
PEEP - 18cmH ₂ O	PESO - 90kg	

ESCALA MURRAY : 3,5					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,24
PaO ₂	91,0
PaCO ₂	62,2
HCO ₃	37,1
Be	-1,8
SatO ₂	94,1

CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

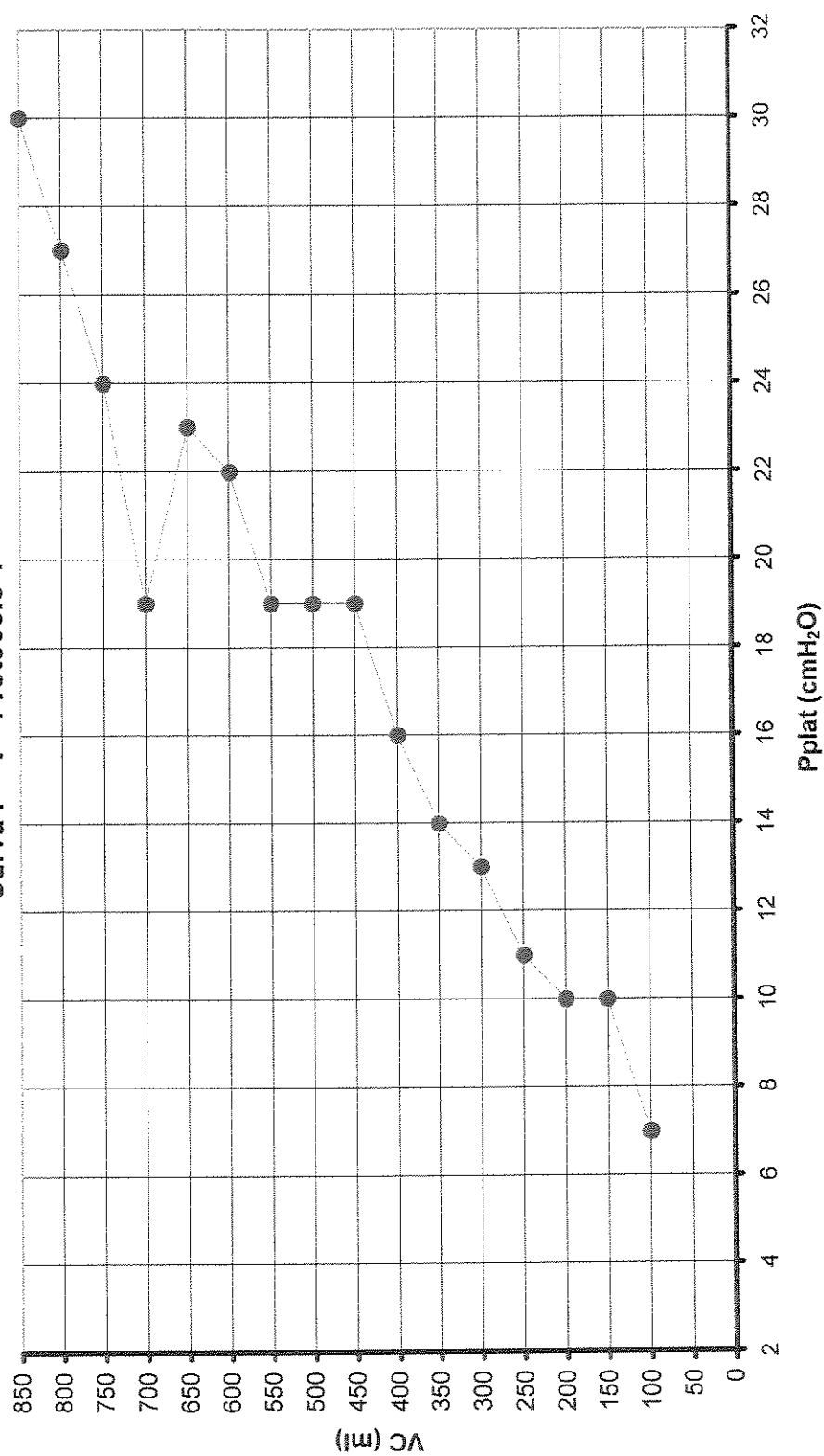
VC	Pplat	VC	Pplat
100	7	300	13
850	30	650	23
150	10	350	14
800	27	600	22
200	10	400	16
750	24	550	19
250	11	450	19
700	20	500	19

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO :	16 cmH ₂ O
----------------------------------	-----------------------

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,2
PaO ₂	151
PaCO ₂	68,3
HCO ₃	32,1
Be	-2,7
SatO ₂	98,7

OBSERVAÇÕES :

Curva P - V - Protocolo 1



CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO :

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	
PaO ₂	
PaCO ₂	
HCO ₃	
Be	
SatO ₂	

OBSERVAÇÕES :

Não realizado o cálculo devido ao aumento de débito cardíaco.

TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 2			
Nome: E.A P	Idade: 33 anos	Data: 06/02/00	
Diagnóstico: Síndrome de Guillan Barré e SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	520 ml	FC -	115 bpm
PC -			15
FR -	16 ipm	FiO ₂ -	0,6
T insp -			1,5s
PEEP -	12 cmH ₂ O	PESO -	80 Kg

ESCALA MURRAY : 2,5					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,37
PaO ₂	97,2
PaCO ₂	47,6
HCO ₃	27,2
Be	1,9
SatO ₂	97,4

CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
400	2	55	98	8	137
400	4	60,1	98	10	137
400	6	60,6	98	12	136
400	8	60,5	98	13	138
400	10	62,3	98	15	139
400	12	67,4	98	116	139
400	14	63,2	97	18	140
400	16	64,5	97	20	141

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 12 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,14
PaO ₂	111,4
PaCO ₂	88,5
HCO ₃	29,3
Be	-2,0
SatO ₂	95,6

OBSERVAÇÕES :

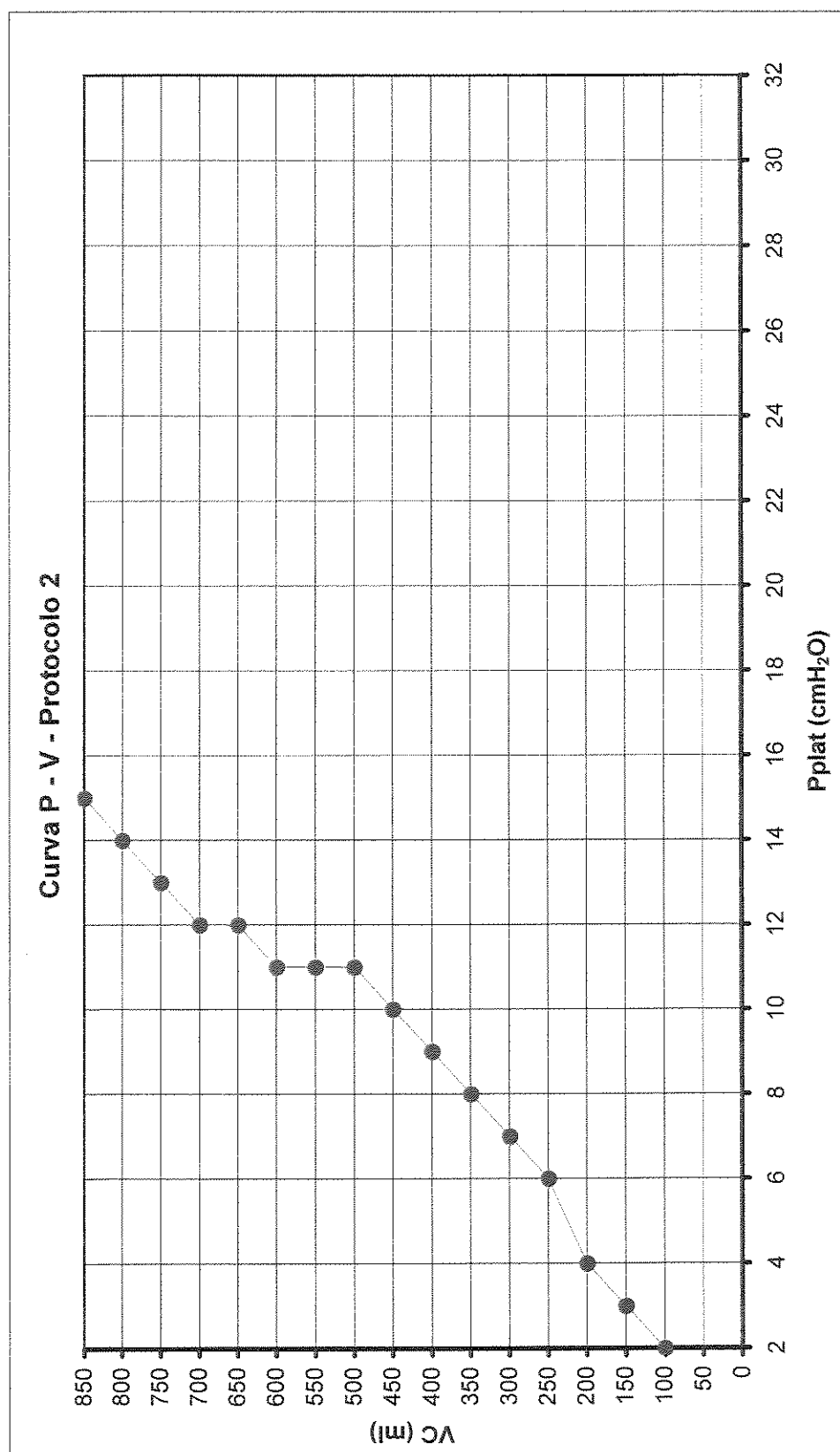
CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100	2	300	7
850	15	650	12
150	3	350	8
800	14	600	11
200	4	400	9
750	13	550	11
250	6	450	10
700	12	500	11

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO :	13 cmH ₂ O
----------------------------------	-----------------------

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,15
PaO ₂	131
PaCO ₂	87,2
HCO ₃	29,6
Be	-2,2
SatO ₂	96,7

OBSERVAÇÕES :



TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 3			
Nome: EAP	Idade: 33 anos	Data: 07/06/00	
Diagnóstico: Síndrome de Guillan Barré e SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	500 ml	FC -	124 bpm
PC -			15
FR -	14 ipm	FiO ₂ -	0,7
T insp -			1,5s
PEEP -	12 cmH ₂ O	PESO -	80 Kg

ESCALA MURRAY : 3,0					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,3
PaO ₂	89,8
PaCO ₂	46,5
HCO ₃	23,0
Be	-3,2
SatO ₂	95,5

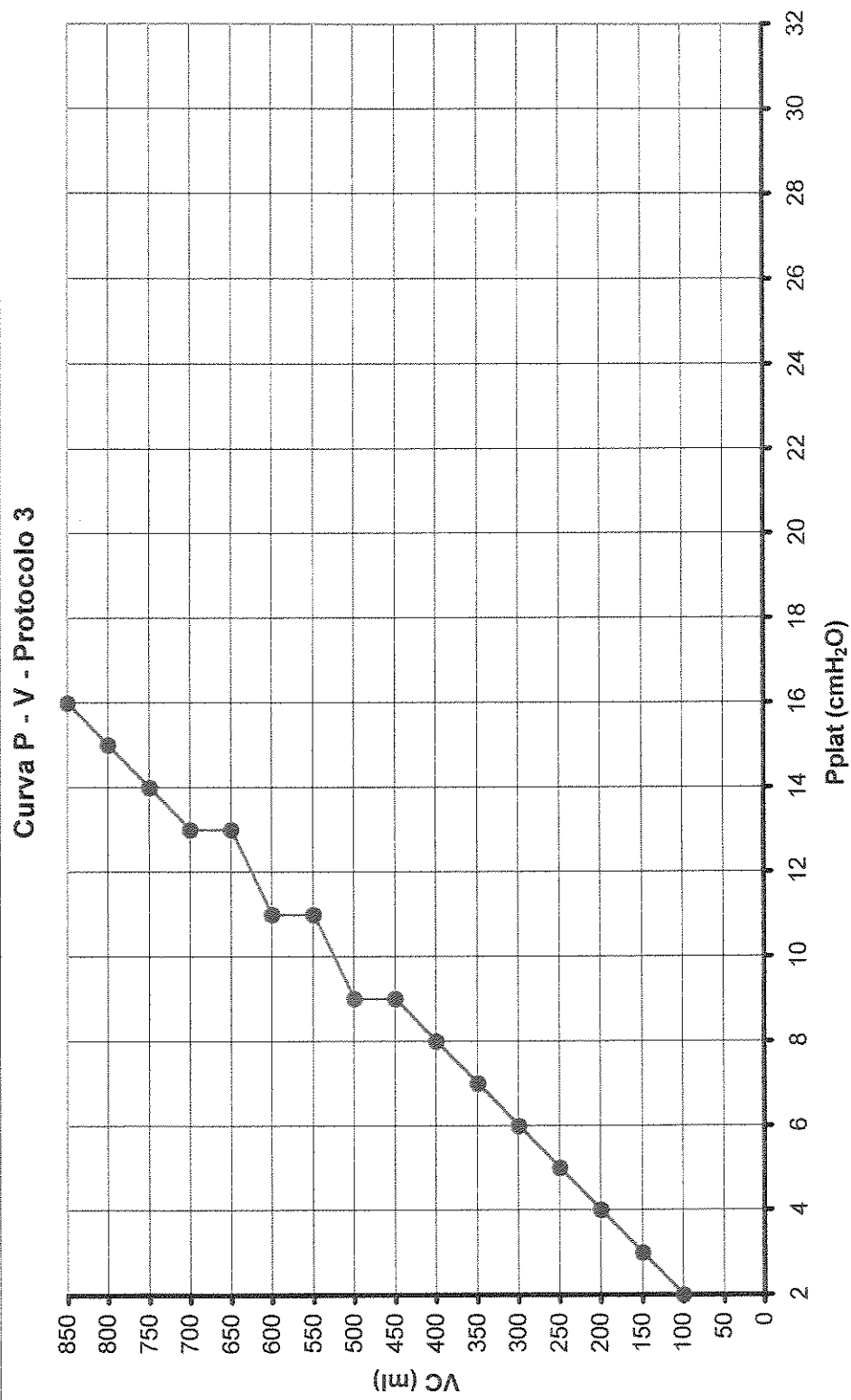
CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100	2	300	6
850	16	650	13
150	3	350	7
800	15	600	11
200	4	400	8
750	14	550	11
250	5	450	9
700	13	500	9

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO :	11 cmH ₂ O
----------------------------------	-----------------------

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,19
PaO ₂	100
PaCO ₂	69,9
HCO ₃	26,2
Be	-3,8
SatO ₂	95,4

OBSERVAÇÕES :



CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
400	2	57	98	9	124
400	4	57	98	11	125
400	6	57	98	13	124
400	8	57	98	15	125
400	10	66	98	16	125
400	12	66	98	18	126
400	14	57	98	21	128
400	16	57	97	23	128
400	18	50	96	26	131

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 12 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,34
PaO ₂	71,9
PaCO ₂	46,6
HCO ₃	24,8
Be	-1,0
SatO ₂	93

OBSERVAÇÕES :

TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 4		
Nome: ARG		
Idade: 68 anos		Data: 27/09/00
Diagnóstico: Gastrectomia total e SARA		

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	780 ml	FC -	80 bpm
PC -			12
FR -	12 ipm	FiO ₂ -	0,7
T insp -			1,2s
PEEP -	8 cmH ₂ O	PESO -	80 Kg

ESCALA MURRAY : 2,5					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,39
PaO ₂	89,6
PaCO ₂	30,6
HCO ₃	18,8
Be	-5,4
SatO ₂	97,9

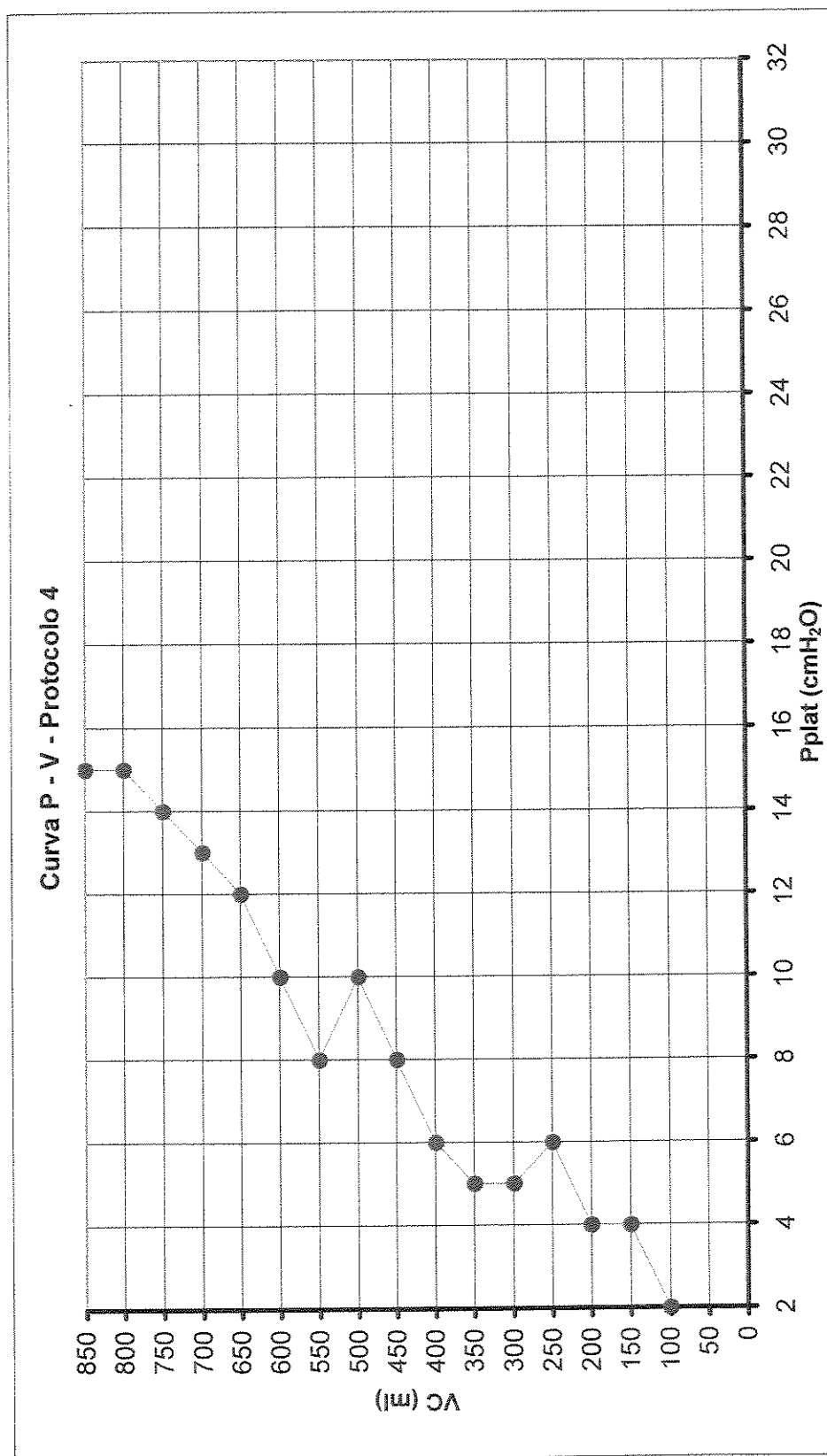
CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100	2	300	5
850	15	650	12
150	4	350	5
800	15	600	10
200	4	400	6
750	14	550	8
250	6	450	8
700	13	500	10

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 8 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,38
PaO ₂	66,9
PaCO ₂	31,6
HCO ₃	19,1
Be	-4,9
SatO ₂	95,4

OBSERVAÇÕES :



CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
400	2	66,6	95	8	79
400	4	66,6	95	10	80
400	6	80	95	11	80
400	8	80	95	13	81
400	10	80	95	15	81
400	12	40	94	22	81

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 10 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,32
PaO ₂	68,1
PaCO ₂	37,8
HCO ₃	19,6
Be	-6,0
SatO ₂	94,3

OBSERVAÇÕES :

TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 5		
Nome: EAP	Idade: 33 anos	Data: 08/06/00
Diagnóstico: Síndrome de Guillan Barré e SARA		

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	540 ml	FC -	124 bpm
PC -			13
FR -	10 ipm	FiO ₂ -	0,6
T insp -			1,5s
PEEP -	12 cmH ₂ O	PESO -	80 Kg

ESCALA MURRAY : 2,75					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,5
PaO ₂	113,0
PaCO ₂	36,8
HCO ₃	27,0
Be	3,8
SatO ₂	98,9

CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
400	2	57,1	99	9	139
400	4	50	99	12	140
400	6	50	99	14	139
400	8	50	99	16	135
400	10	50	99	18	134
400	12	50	99	20	134
400	14	50	99	22	133
400	16	50	99	24	132
400	18	44	98	27	131

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 16 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,14
PaO ₂	196
PaCO ₂	81,4
HCO ₃	29,3
Be	-2,1
SatO ₂	98,8

OBSERVAÇÕES :

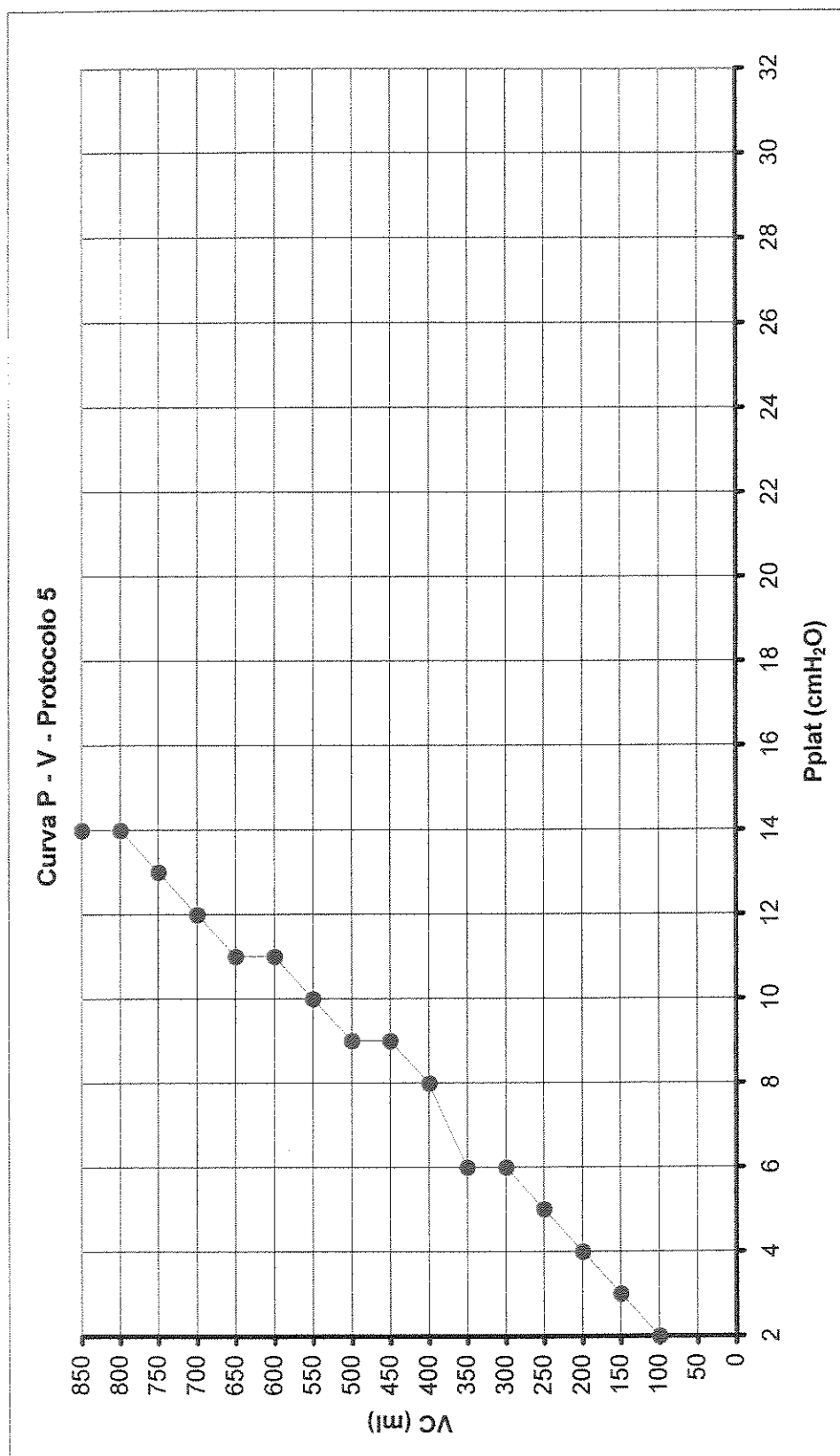
CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100	2	300	6
850	14	650	11
150	3	350	6
800	14	600	11
200	4	400	8
750	13	550	10
250	5	450	9
700	12	500	9

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO :	11 cmH ₂ O
----------------------------------	-----------------------

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,26
PaO ₂	147
PaCO ₂	69,6
HCO ₃	30,1
Be	1,9
SatO ₂	97,5

OBSERVAÇÕES :



TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 6			
Nome: EPD		Idade: 53 anos	Data: 20/07/00
Diagnóstico: SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	500 ml	FC -	86 bpm
PC -			
FR -	15 ipm	FiO ₂ -	0,6
T insp -			
PEEP -	10 cmH ₂ O	PESO -	90 Kg
Fluxo -			50

ESCALA MURRAY : 2,75					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,44
PaO ₂	87,2
PaCO ₂	47,2
HCO ₃	32,7
Be	7,8
SatO ₂	97,2

CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
480	2	34,28	100	23	85
480	4	36,92	100	25	83
480	6	40	100	30	81
480	8	40	100	30	80
480	10	40	100	30	82
480	12	36,92	100	34	84
480	14	38	100	37	82

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 10 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,46
PaO ₂	110
PaCO ₂	46
HCO ₃	33
Be	8,3
SatO ₂	99,3

OBSERVAÇÕES :

CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

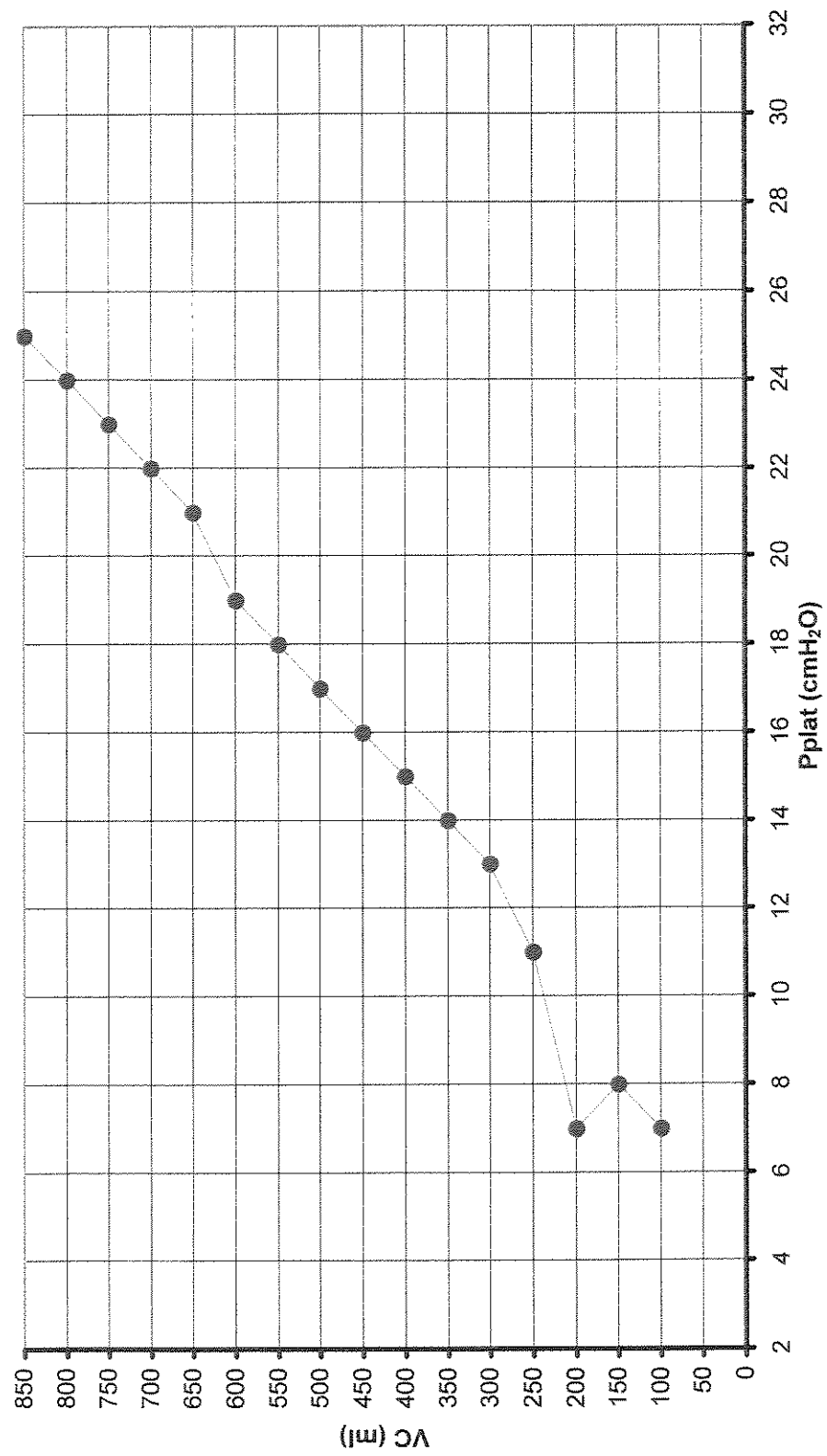
VC	Pplat	VC	Pplat
100	7	300	13
850	25	650	21
150	8	350	14
800	24	600	19
200	7	400	15
750	23	550	18
250	11	450	16
700	22	500	17

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 15 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,46
PaO ₂	125,7
PaCO ₂	44,7
HCO ₃	32,7
Be	8,0
SatO ₂	97,8

OBSERVAÇÕES :

Curva P - V - Protocolo 6



TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 7		
Nome: ARG		
Idade: 68 anos		Data: 20/09/00
Diagnóstico: Gastrectomia Total e SARA		

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	500 ml	FC -	97 bpm
PC -			
FR -	10 ipm	FiO ₂ -	0,7
T insp -			
PEEP -	9 cmH ₂ O	PESO -	80 Kg
Fluxo -			42

ESCALA MURRAY : 2,5					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,38
PaO ₂	81,2
PaCO ₂	33,8
HCO ₃	19,3
Be	-4,4
SatO ₂	95,9

CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
400	2	50	98	10	100
400	4	66	98	10	100
400	6	50	98	14	100
400	8	66	98	14	100
400	10	66	98	16	100
400	12	44	97	21	100
400	14	50	97	22	100

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 10 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,27
PaO ₂	105
PaCO ₂	44,1
HCO ₃	19,7
Be	-6,2
SatO ₂	97,3

OBSERVAÇÕES :

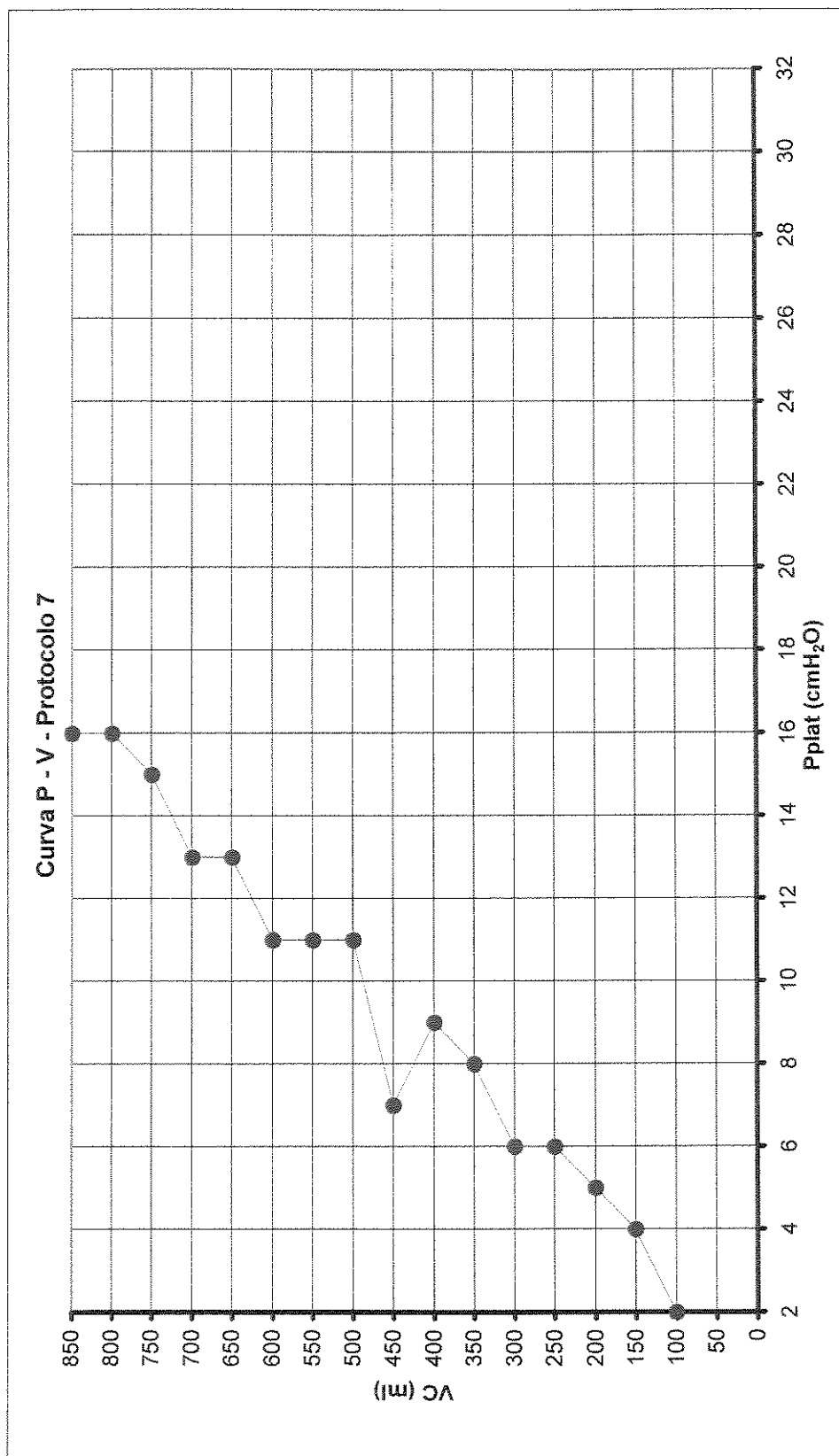
CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100	2	300	6
850	16	650	13
150	4	350	8
800	16	600	11
200	5	400	9
750	15	550	11
250	6	450	7
700	13	500	11

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 8 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,38
PaO ₂	73,4
PaCO ₂	32,6
HCO ₃	19,2
Be	-4,6
SatO ₂	94,7

OBSERVAÇÕES :



TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 8			
Nome: ARG	Idade: 68 anos	Data: 28/09/00	
Diagnóstico: Gastrectomia Total e SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	FC - 99 bpm	PC -	12
FR - 12 ipm	FiO ₂ - 0,8	T insp -	1,2s
PEEP - 8 cmH ₂ O	PESO - 80 Kg		

ESCALA MURRAY : 2,5					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,34
PaO ₂	59,5
PaCO ₂	33,9
HCO ₃	17,8
Be	-6,7
SatO ₂	90,8

CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
400	2	66	95	8	99
400	4	66	95	10	99
400	6	50	95	14	100
400	8	66	95	14	99
400	10	50	94	17	99
400	12	44	94	21	99

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 8 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,35
PaO ₂	68,2
PaCO ₂	36,4
HCO ₃	18,8
Be	-5,2
SatO ₂	93

OBSERVAÇÕES :

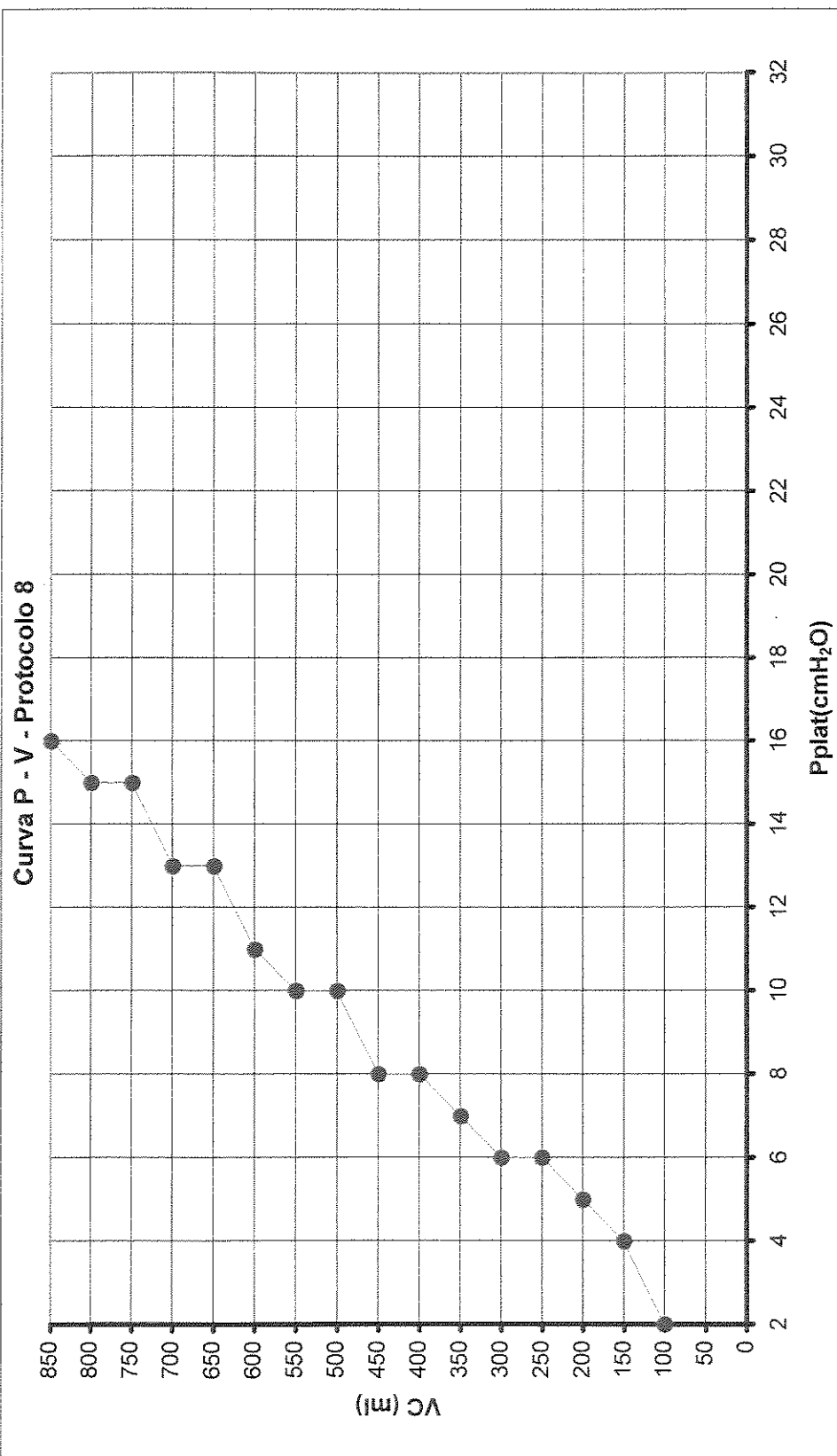
CALCULO PELA CURVA PRESSAO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100	2	300	6
850	16	650	13
150	4	350	7
800	15	600	11
200	5	400	8
750	15	550	10
250	6	450	8
700	13	500	10

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 8 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,38
PaO ₂	66,7
PaCO ₂	33,6
HCO ₃	17,9
Be	-5,1
SatO ₂	95

OBSERVAÇÕES :



TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 9			
Nome: CFS	Idade: 53 anos	Data: 14/11/00	
Diagnóstico: Seps e SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	500 ml	FC -	122 bpm
PC -			20
FR -	18 ipm	FiO ₂ -	1
T insp -			1,5s
PEEP -	18 cmH ₂ O	PESO -	70 Kg

ESCALA MURRAY : 3,5					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,44
PaO ₂	58,2
PaCO ₂	45,9
HCO ₃	32,4
Be	7,0
SatO ₂	91,2

CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
350	2	15,9	64	24	122
350	4	16,66	62	25	121
350	6	16,66	61	27	121
350	8	18	62	28	115
350	10	18,42	65	29	119
350	12	18,42	68	31	116
350	14	19,44	73	32	119
350	16	21,87	79	32	120
350	18	19,44	82	36	122

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 16 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,46
PaO ₂	50,1
PaCO ₂	63,2
HCO ₃	30,3
Be	7,6
SatO ₂	93,3

OBSERVAÇÕES :

CÁLCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100		300	
850		650	
150		350	
800		600	
200		400	
750		550	
250		450	
700		500	

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	
PaO ₂	
PaCO ₂	
HCO ₃	
Be	
SatO ₂	

OBSERVAÇÕES :

Impossível realizar este cálculo devido a instabilidade hemodinâmica do paciente (não indicado ZEEP)

TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 10			
Nome: PVC	Idade: 18 anos	Data: 17/11/00	
Diagnóstico: Insuficiência Hepática, Encefalopatia e SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	550 ml	FC -	114 bpm
PC -			
FR -	14 ipm	FiO ₂ -	1,0
T insp -			
PEEP -	18 cmH ₂ O	PESO -	75 Kg

ESCALA MURRAY : 3,25					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,3
PaO ₂	43,5
PaCO ₂	48,9
HCO ₃	21,6
Be	-5,3
SatO ₂	66,0

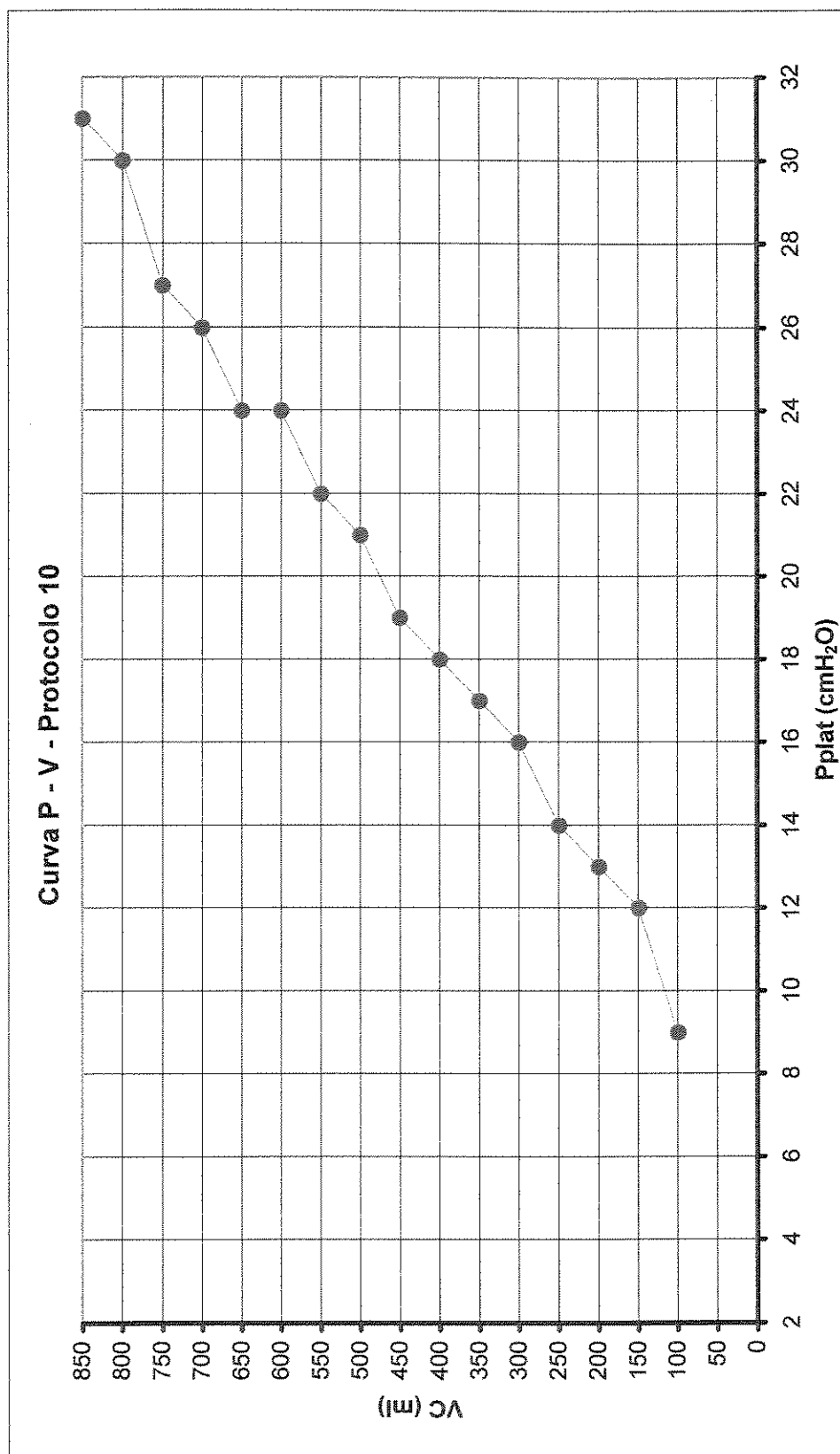
CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100	9	300	16
850	31	650	24
150	12	350	17
800	30	600	24
200	13	400	18
750	27	550	22
250	14	450	19
700	26	500	21

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 14 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,19
PaO ₂	61,4
PaCO ₂	48,1
HCO ₃	18,1
Be	-10,1
SatO ₂	84,2

OBSERVAÇÕES :



CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
400	2	22,2	65	20	114
400	4	23,5	65	21	113
400	6	23,5	66	23	112
400	8	23,5	66	25	112
400	10	25	67	26	113
400	12	23,5	65	29	113
400	14	23,5	65	31	114
400	16	22,5	65	34	116

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 10 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,14
PaO ₂	44,6
PaCO ₂	59,8
HCO ₃	20,5
Be	-10,1
SatO ₂	68,6

OBSERVAÇÕES :

TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 11			
Nome: JE Idade: 27 anos Data: 22/11/00			
Diagnóstico: Meningite meningocócica, SARA e Choque séptico			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	700 ml	FC -	126 bpm
PC -			20
FR -	12 ipm	FiO ₂ -	1,0
T insp -			1,5s
PEEP -	16 cmH ₂ O	PESO -	90 Kg

ESCALA MURRAY : 3,5					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,46
PaO ₂	80,6
PaCO ₂	51,1
HCO ₃	35,3
Be	11,0
SatO ₂	95,2

CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
440	2	36,6	97	14	149
440	4	36,6	97	16	151
440	6	36,6	97	18	152
440	8	36,6	97	20	153
440	10	36,6	97	22	153
440	12	36,6	97	24	154
440	14	36,6	97	26	153
440	16	36,6	97	28	152
440	18	36,6	98	30	150
440	20	33,8	98	33	149
440	22	29,3	97	37	148

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 18 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,39
PaO ₂	155
PaCO ₂	62,6
HCO ₃	36,1
Be	10
SatO ₂	99,4

OBSERVAÇÕES :

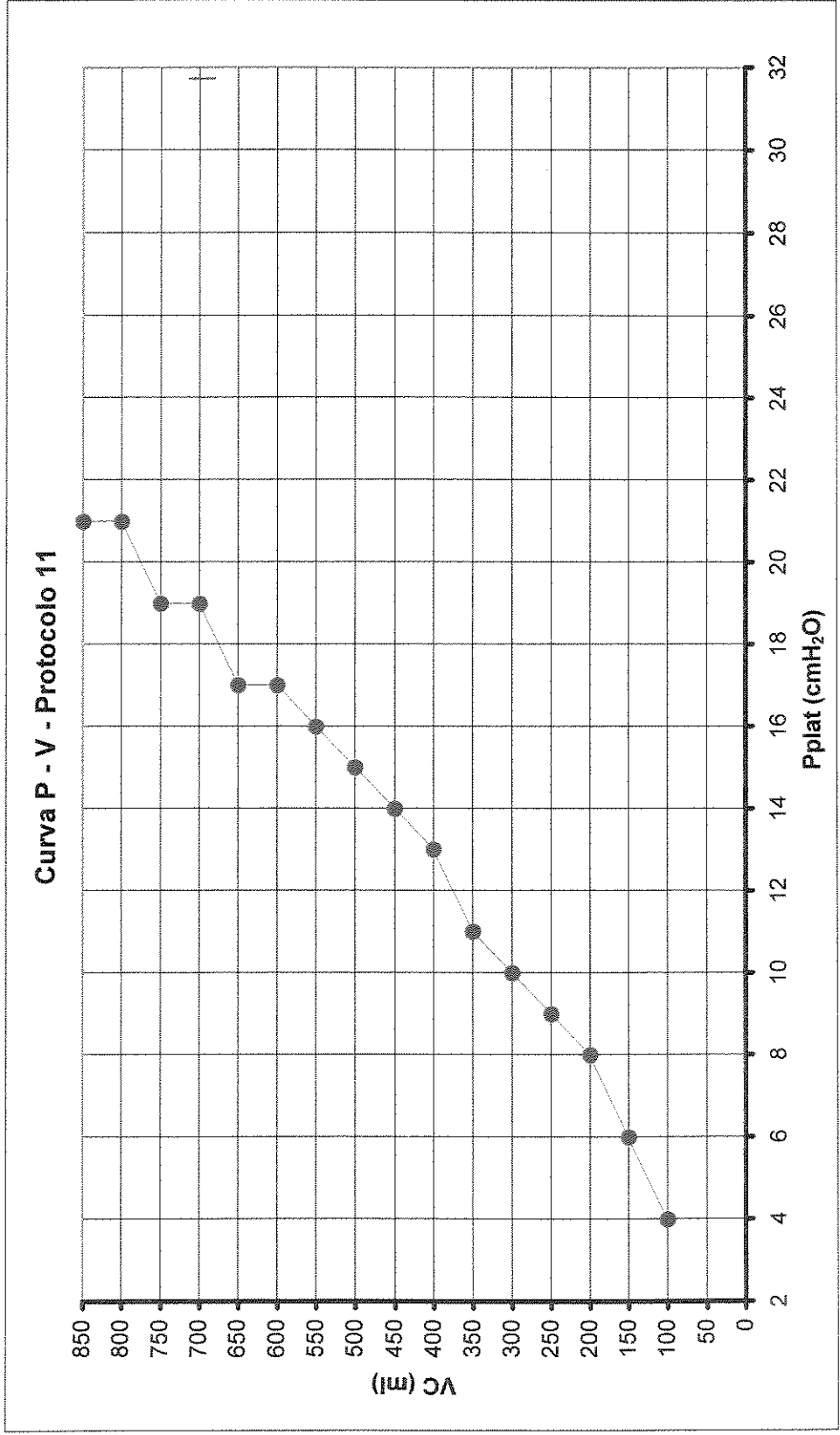
CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100	4	300	10
850	21	650	17
150	6	350	11
800	21	600	17
200	8	400	13
750	19	550	16
250	9	450	14
700	19	500	15

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 15 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,43
PaO ₂	154
PaCO ₂	57,9
HCO ₃	36,5
Be	11,1
SatO ₂	99,5

OBSERVAÇÕES :



TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 12			
Nome: JIS	Idade: 50 anos	Data: 30/11/00	
Diagnóstico: Ferimento por arma de fogo em Epigastro, Insuficiência Renal e SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	630 ml	FC -	97 bpm
PC -			16
FR -	16 ipm	FiO ₂ -	0,9
T insp -			1,2s
PEEP -	12 cmH ₂ O	PESO -	90 Kg

ESCALA MURRAY : 3,0					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,3
PaO ₂	149,0
PaCO ₂	45,5
HCO ₃	20,9
Be	-5,0
SatO ₂	99,2

CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

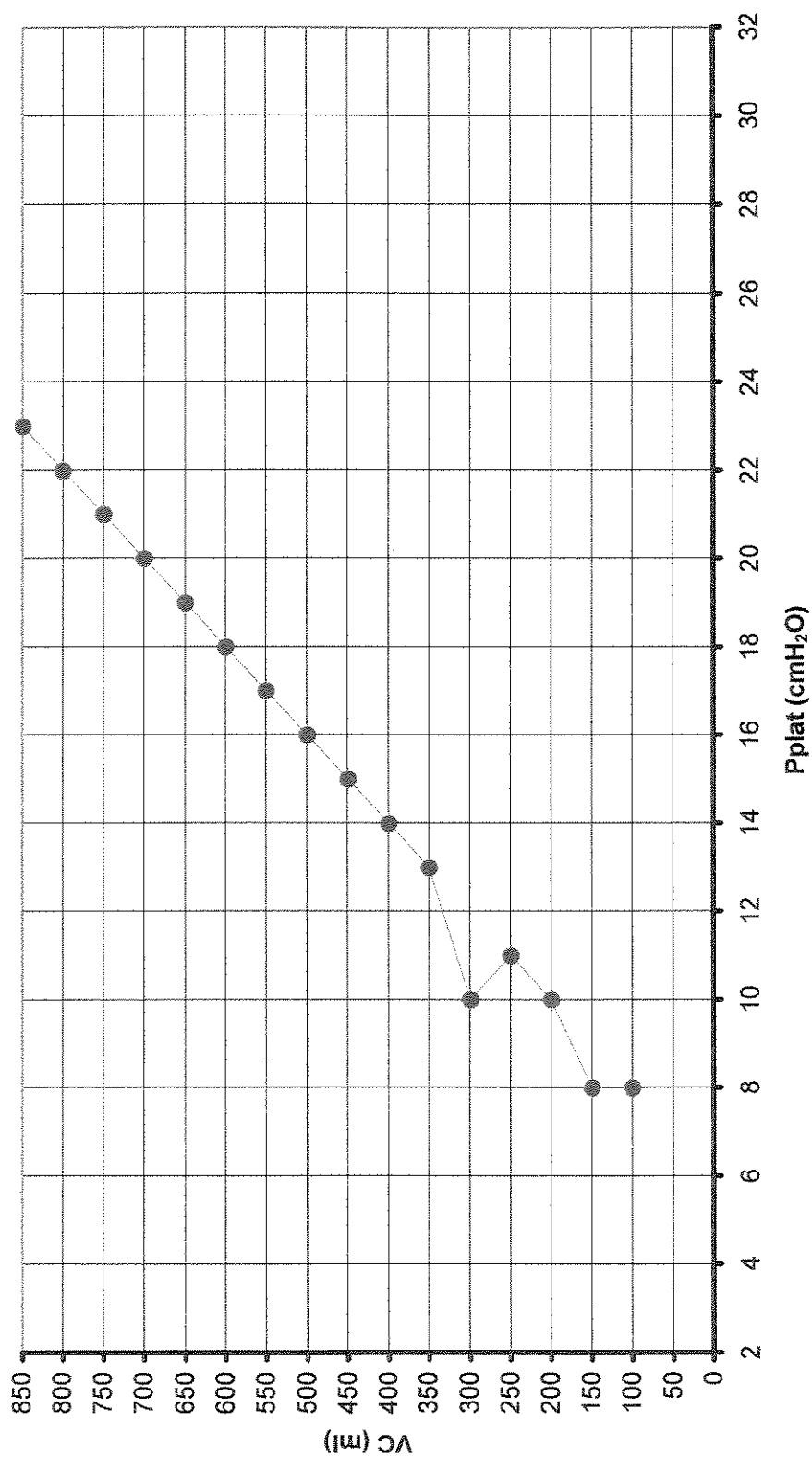
VC	Pplat	VC	Pplat
100	8	300	10
850	23	650	19
150	8	350	13
800	22	600	18
200	10	400	14
750	21	550	17
250	11	450	15
700	20	500	16

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO :	12 cmH ₂ O
----------------------------------	-----------------------

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,25
PaO ₂	73,8
PaCO ₂	51,2
HCO ₃	21,7
Be	-4,9
SatO ₂	93

OBSERVAÇÕES :

Curva P - V - Protocolo 12



CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
440	2	33,8	98	15	112
440	4	36,7	96	16	113
440	6	40	95	17	115
440	8	44	94	18	117
440	10	40	95	21	119
440	12	44	95	22	120
440	14	44	95	24	122
440	16	40	95	27	124
440	18	44	95	28	125
440	20	44	95	30	128
440	22	36,7	97	34	129

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 20 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,22
PaO ₂	75,3
PaCO ₂	52,8
HCO ₃	21,5
Be	-6,04
SatO ₂	91,2

OBSERVAÇÕES :

TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 13		
Nome: JIS		
Idade: 50 anos		Data: 04/12/00
Diagnóstico: Ferimento por arma de fogo em Epigastro, Insuficiência Renal e SARA		

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	690 ml	FC -	109 bpm
PC -			15
FR -	16 ipm	FiO ₂ -	0,6
T insp -			1,3s
PEEP -	16 cmH ₂ O	PESO -	90 Kg

ESCALA MURRAY : 2,5					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,4
PaO ₂	111,0
PaCO ₂	36,8
HCO ₃	20,2
Be	-4,3
SatO ₂	98,7

CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
440	2	33,84	99	15	112
440	4	36,66	98	16	114
440	6	36,66	97	18	115
440	8	36,66	97	20	116
440	10	36,66	97	22	118
440	12	40	97	23	118
440	14	44	97	24	119
440	16	44	97	26	118
440	18	44	97	28	118
440	20	44	97	30	119
440	22	48	98	31	122
440	24	55	98	32	125
440	26	54	98	35	129

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 24 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	
PaO ₂	
PaCO ₂	
HCO ₃	
Be	
SatO ₂	

OBSERVAÇÕES :

Após 15 minutos do final do cálculo, paciente evoluiu com hipotensão sendo retornado a PEEP para o valor inicial.

CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

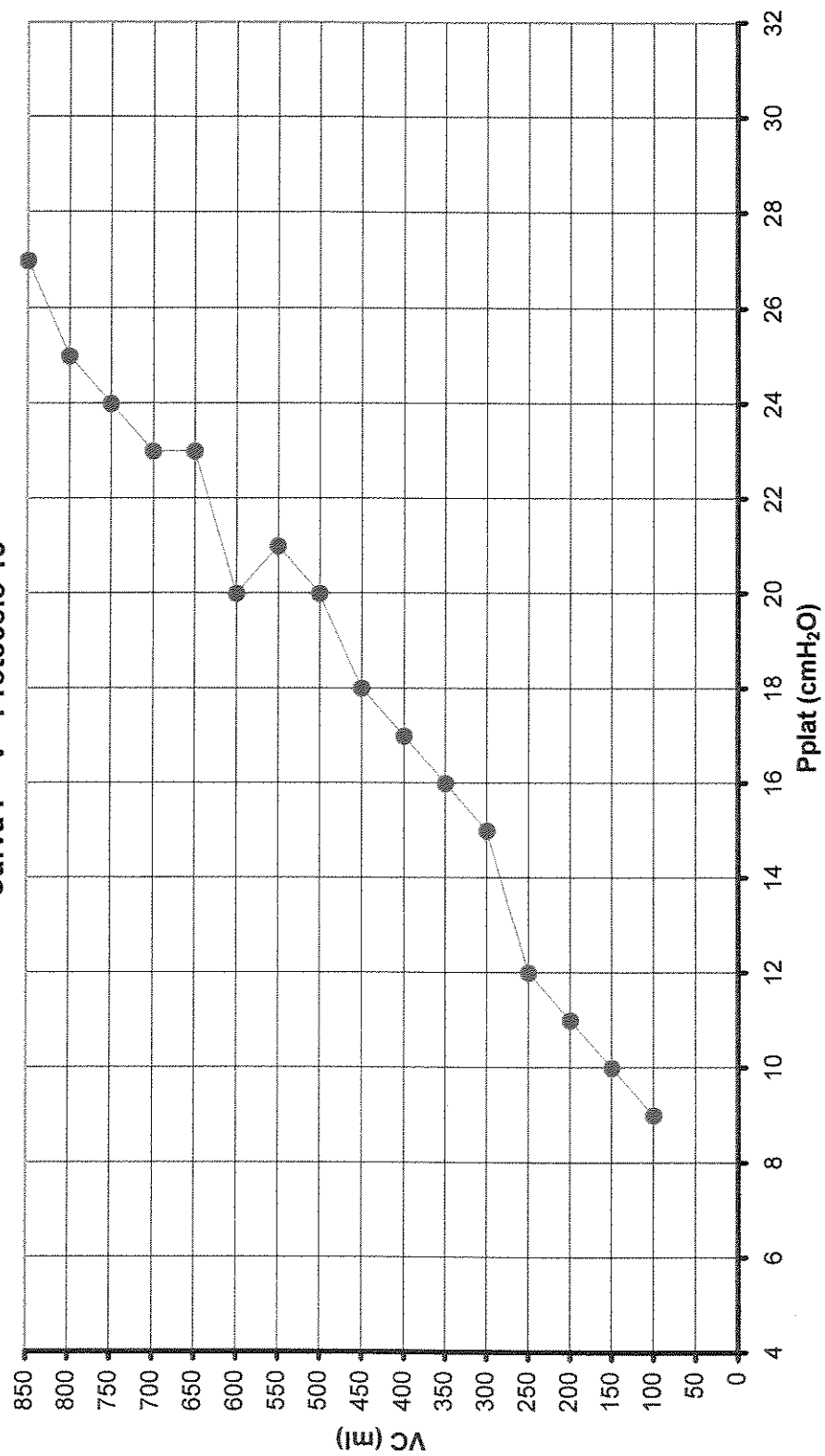
VC	Pplat	VC	Pplat
100	9	300	15
850	27	650	23
150	10	350	16
800	25	600	20
200	11	400	17
750	24	550	21
250	12	450	18
700	23	500	20

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO :	14 cmH ₂ O
----------------------------------	-----------------------

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,27
PaO ₂	62,2
PaCO ₂	44,3
HCO ₃	20,1
Be	-6,2
SatO ₂	94,1

OBSERVAÇÕES :

Curva P - V - Protocolo 13



TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 14			
Nome: MEFC	Idade: 32 anos	Data: 14/12/00	
Diagnóstico: Seps e SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	500 ml	FC -	82 bpm
PC -			
FR -	12 ipm	FiO ₂ -	1,0
T insp -			
PEEP -	10 cmH ₂ O	PESO -	55 Kg

ESCALA MURRAY : 3,25					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,34
PaO ₂	86,0
PaCO ₂	34,2
HCO ₃	18,0
Be	-6,6
SatO ₂	96,7

CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
290	2	20,71	88	16	126
290	4	18,12	87	17	127
290	6	18,12	88	19	126
290	8	18,12	88	21	122
290	10	18,12	89	23	126
290	12	24,12	90	24	131
290	14	24,12	91	26	143
290	16	26,36	94	27	151
290	18	20,71	95	32	150

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 16 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,18
PaO ₂	235
PaCO ₂	57,9
HCO ₃	18,4
Be	-11,6
SatO ₂	99,4

OBSERVAÇÕES :

Reduzido o VC de 500ml (parâmetro inicial), para 400 ml após o cálculo por aumento da Ppico.

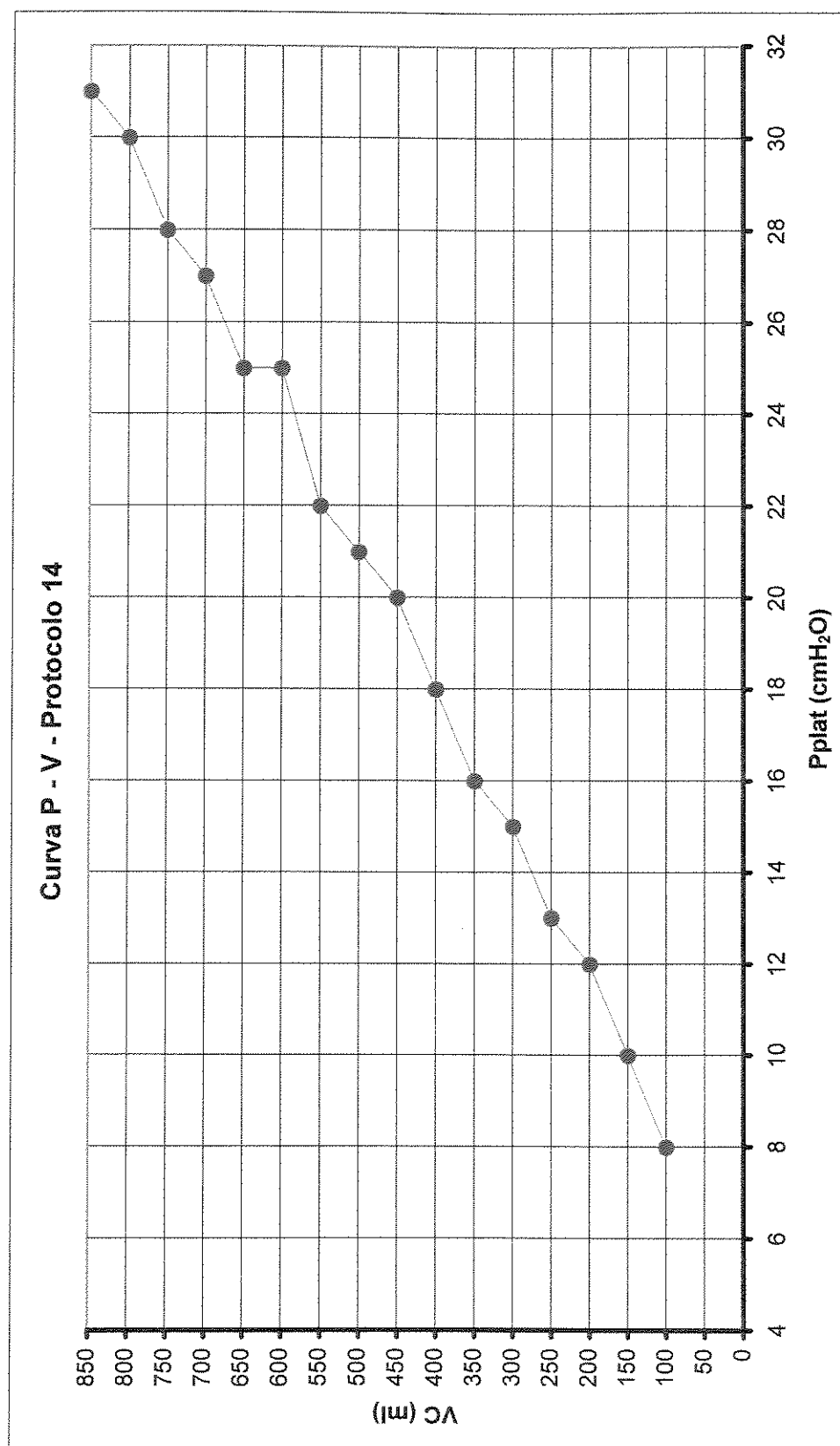
CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100	8	300	15
850	31	650	25
150	10	350	16
800	30	600	25
200	12	400	18
750	28	550	22
250	13	450	20
700	27	500	21

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO :	15 cmH ₂ O
----------------------------------	-----------------------

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,16
PaO ₂	211
PaCO ₂	54,9
HCO ₃	18,9
Be	-9,9
SatO ₂	99,2

OBSERVAÇÕES :



TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 15			
Nome: MEFC	Idade: 32 anos	Data: 18/12/00	
Diagnóstico: Seps e SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	500 ml	FC -	85 bpm
PC -			9
FR -	14 ipm	FiO ₂ -	1,0
T insp -			1,0s
PEEP -	16 cmH ₂ O	PESO -	55 Kg

ESCALA MURRAY : 3,5					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,27
PaO ₂	82,0
PaCO ₂	42,6
HCO ₃	19,1
Be	-6,7
SatO ₂	94,9

CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	
PaO ₂	
PaCO ₂	
HCO ₃	
Be	
SatO ₂	

OBSERVAÇÕES :

Não conseguiu realizar o cálculo , pois a paciente não tolerar ficar em ZEEP para a homogeinização (dessaturação importante)

CÁLCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100		300	
850		650	
150		350	
800		600	
200		400	
750		550	
250		450	
700		500	

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	
PaO ₂	
PaCO ₂	
HCO ₃	
Be	
SatO ₂	

OBSERVAÇÕES :

TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 16			
Nome: MEFC	Idade: 32 anos	Data: 20/12/00	
Diagnóstico: Seps e SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	300 ml	FC -	76 bpm
PC -			20
FR -	16 ipm	FiO ₂ -	0,7
T insp -			1,4s
PEEP -	16 cmH ₂ O	PESO -	55 Kg

ESCALA MURRAY : 3,0					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,36
PaO ₂	127,8
PaCO ₂	20,5
HCO ₃	20,5
Be	-3,9
SatO ₂	97,5

CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	
PaO ₂	
PaCO ₂	
HCO ₃	
Be	
SatO ₂	

OBSERVAÇÕES :

Após 3 minutos de homogeneização apresentou queda importante da Saturação de O₂, sendo interrompido o cálculo.

CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100		300	
850		650	
150		350	
800		600	
200		400	
750		550	
250		450	
700		500	

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO :	cmH ₂ O
----------------------------------	--------------------

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	
PaO ₂	
PaCO ₂	
HCO ₃	
Be	
SatO ₂	

OBSERVAÇÕES :

TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 17			
Nome: MC	Idade: 28 anos	Data: 09/01/01	
Diagnóstico: Choque séptico e SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	500 ml	FC -	144 bpm
FR -	20 ipm	FiO ₂ -	0,8
PEEP -	10 cmH ₂ O	PESO -	74 Kg

ESCALA MURRAY : 2,5					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,23
PaO ₂	134,0
PaCO ₂	44,3
HCO ₃	17,9
Be	-8,3
SatO ₂	98,7

CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
360	2	32,7	97	13	169
360	4	40	95	13	171
360	6	51	95	13	173
360	8	60	94	14	174
360	10	72	94	15	176
360	12	72	94	17	178
360	14				

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	
PaO ₂	
PaCO ₂	
HCO ₃	
Be	
SatO ₂	

OBSERVAÇÕES :

Paciente apresentou durante o cálculo, grande aumento da frequência cardíaca, sendo necessário interrompê-lo.

CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100		300	
850		650	
150		350	
800		600	
200		400	
750		550	
250		450	
700		500	

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	
PaO ₂	
PaCO ₂	
HCO ₃	
Be	
SatO ₂	

OBSERVAÇÕES :

TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 18			
Nome: PCN	Idade: 42 anos	Data: 21/02/01	
Diagnóstico: Leptospirose, choque séptico e SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	460 ml	FC -	113 bpm
PC -			
FR -	23 ipm	FiO ₂ -	1,0
T insp -			
PEEP -	12 cmH ₂ O	PESO -	70 Kg

ESCALA MURRAY : 3,25					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,4
PaO ₂	116,6
PaCO ₂	38,3
HCO ₃	22,3
Be	-2,4
SatO ₂	97,2

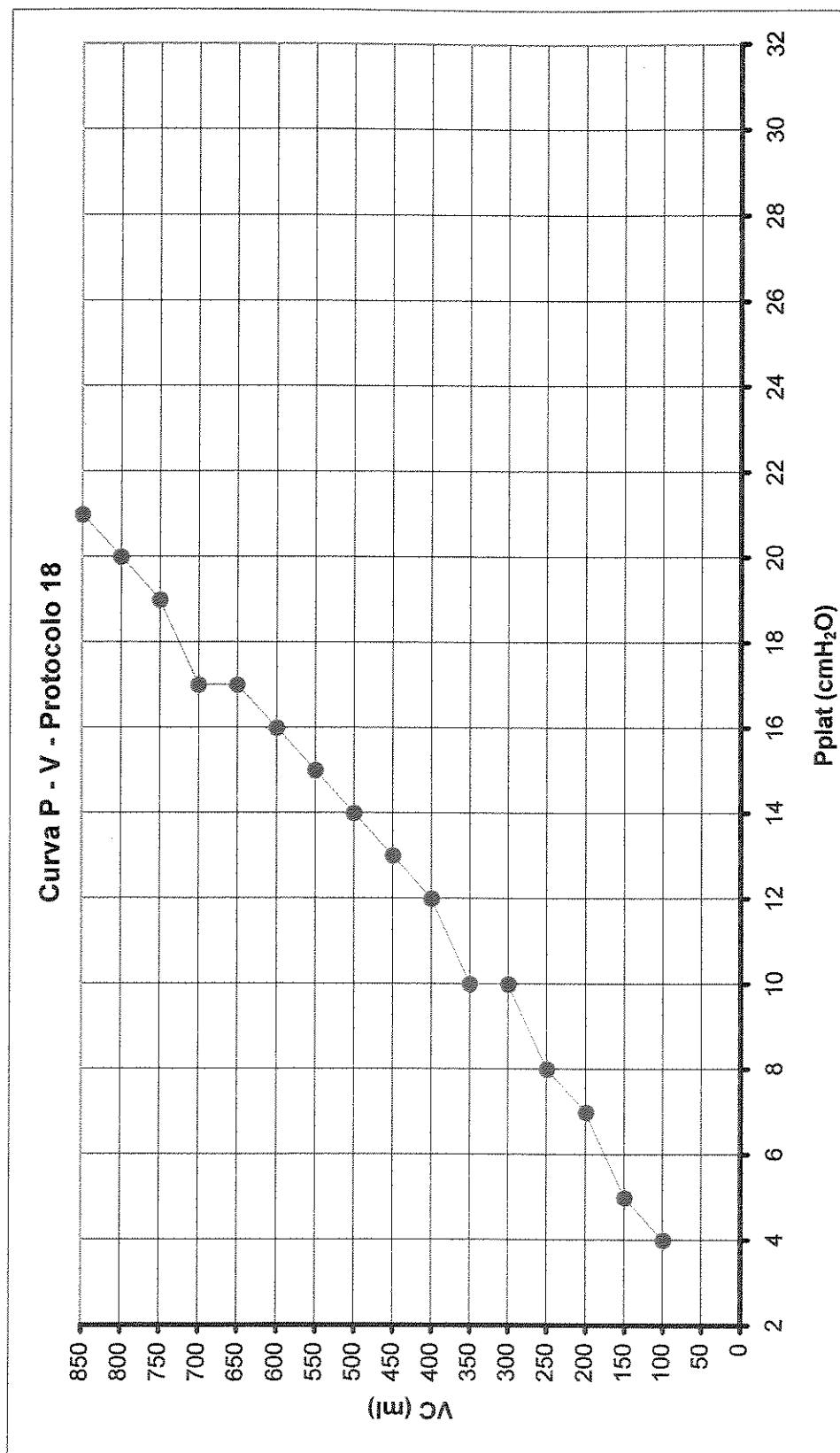
CALCULO PELA CURVA PRESSAO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100	4	300	10
850	21	650	17
150	5	350	10
800	20	600	16
200	7	400	12
750	19	550	15
250	8	450	13
700	17	500	14

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO :	12 cmH ₂ O
----------------------------------	-----------------------

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,30
PaO ₂	135
PaCO ₂	51,4
HCO ₃	26,4
Be	-1,2
SatO ₂	98,8

OBSERVAÇÕES :



CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
350	2	36	90	12	136
350	4	40	90	13	136
350	6	36	89	16	138
350	8	40	90	17	138
350	10	36	92	20	138
350	12	32	93	23	138
350	14	30	95	26	138
350	16	27	95	29	137

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 8 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,18
PaO ₂	84,5
PaCO ₂	71,7
HCO ₃	25,8
Be	-4,4
SatO ₂	94,3

OBSERVAÇÕES :

TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 19			
Nome: JAL		Idade: 55 anos	Data: 05/03/01
Diagnóstico: Ferimento por arma branca, sepse e SAR			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	760 ml	FC -	87 bpm
PC -			18
FR -	16 ipm	FiO ₂ -	0,8
T insp -			1,0s
PEEP -	12 cmH ₂ O	PESO -	70 Kg

ESCALA MURRAY : 2,5					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,54
PaO ₂	106,0
PaCO ₂	36,4
HCO ₃	31,6
Be	8,6
SatO ₂	97,3

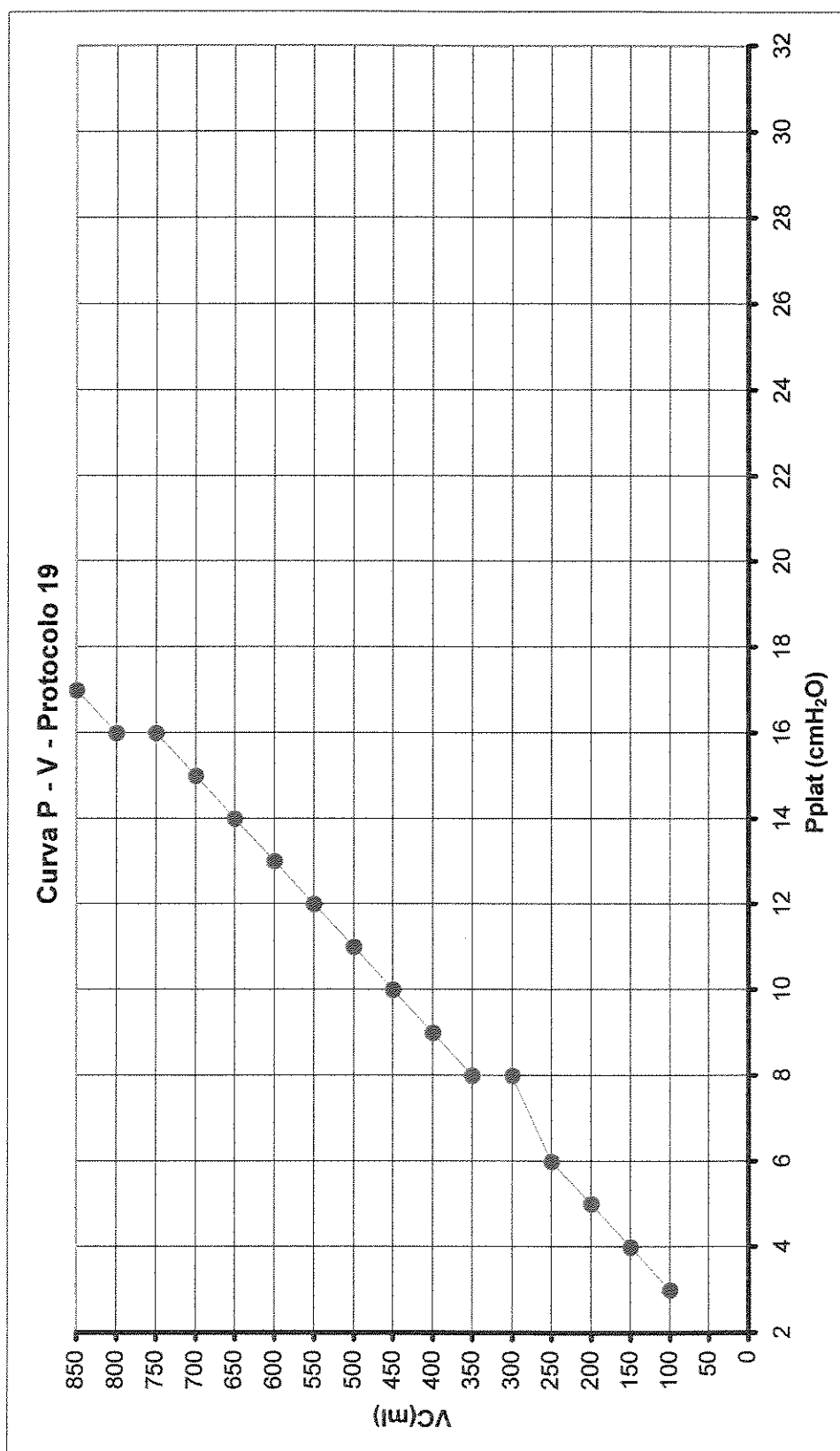
CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
360	2	45	99	10	90
360	4	45	99	12	92
360	6	45	99	14	92
360	8	51	99	15	93
360	10	51	99	17	93
360	12	45	99	20	92
360	14	45	99	22	92

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 10 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,53
PaO ₂	135
PaCO ₂	36,8
HCO ₃	31,2
Be	8,4
SatO ₂	99,5

OBSERVAÇÕES :



CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

VC	Pplat	VC	Pplat
100	3	300	8
850	17	650	14
150	4	350	8
800	16	600	13
200	5	400	9
750	16	550	12
250	6	450	10
700	15	500	11

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : 10 cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,56
PaO ₂	130
PaCO ₂	34,6
HCO ₃	30,9
Be	8,6
SatO ₂	99,5

OBSERVAÇÕES :

TABELAS DE DADOS : PROTOCOLO 20			
Nome: AAP	Idade: 72 anos	Data: 31/05/01	
Diagnóstico: Choque Hipovolêmico e SARA			

PARÂMETROS VENTILATÓRIOS INICIAIS			
VC -	700 ml	FC -	101 bpm
PC -			14
FR -	12 ipm	FiO ₂ -	1,0
T insp -			1,7s
PEEP -	14 cmH ₂ O	PESO -	80 Kg

ESCALA MURRAY : 2,75					
Escala					
Valor correspondente	0	1	2	3	4
Rx torax (quadrantes afetados)	0	1	2	3	4
PaO ₂ /FiO ₂ :	+300	225-299	175-224	100-174	<100
PEEP (cmH ₂ O) :	0-5	6-8	9-11	12-14	>15
Crs (ml/cmH ₂ O):	+80	60-79	40-59	20-39	<19

GASOMETRIA INICIAL	
pH	7,45
PaO ₂	64,0
PaCO ₂	35,4
HCO ₃	24,2
Be	0,9
SatO ₂	62,6

CALCULO PELA CURVA PRESSÃO - VOLUME

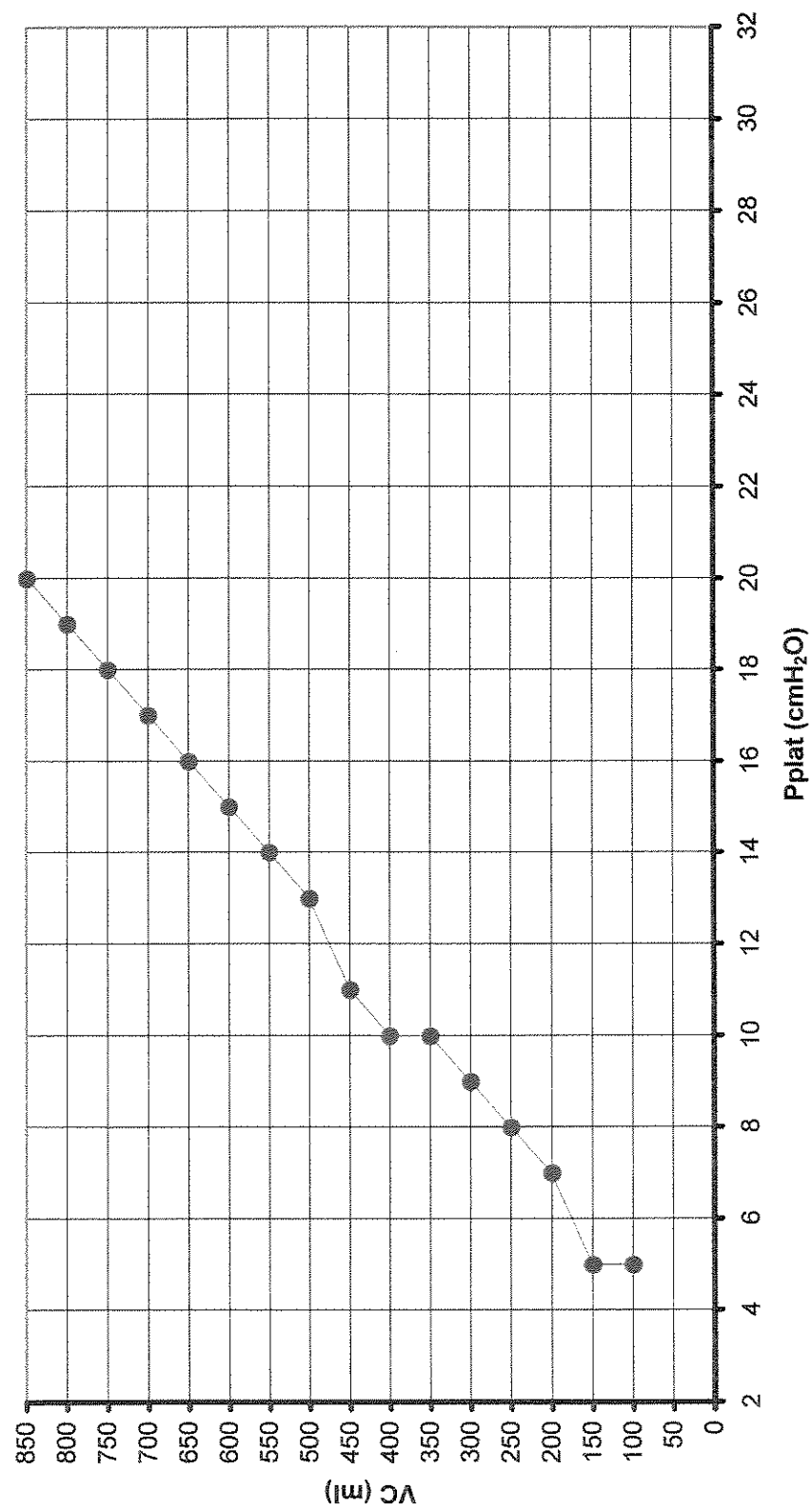
VC	Pplat	VC	Pplat
100	5	300	9
850	20	650	16
150	5	350	10
800	19	600	15
200	7	400	10
750	18	550	14
250	8	450	11
700	17	500	13

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO :	12 cmH ₂ O
----------------------------------	-----------------------

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	7,47
PaO ₂	58,2
PaCO ₂	33,6
HCO ₃	24,2
Be	1,3
SatO ₂	89,9

OBSERVAÇÕES :

Curva P - V - Protocolo 20



CÁLCULO POR MEDIDAS SERIADAS DE COMPLACÊNCIA ESTÁTICA

VC	PEEP	Cst	SatO ₂	Pplat	FC
400	2	44,4	75	11	136
400	4	44,4	65		

VALOR DE PEEP IDEAL ENCONTRADO : cmH₂O

GASOMETRIA APÓS 30 MINUTOS	
pH	
PaO ₂	
PaCO ₂	
HCO ₃	
Be	
SatO ₂	

OBSERVAÇÕES :

Paciente apresentou queda importante da saturação de O₂, sendo necessário interromper o cálculo.