

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INFLUÊNCIA DO PNEUMOPERITÔNIO SOBRE A
PRESSÃO PLEURAL, PARÂMETROS
CARDIOVASCULARES E HEMOGASOMÉTRICOS EM
EQÜINOS**

Paulo Aléscio Canola

Médico Veterinário

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro de 2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INFLUÊNCIA DO PNEUMOPERITÔNIO SOBRE A PRESSÃO
PLEURAL, PARÂMETROS CARDIOVASCULARES E
HEMOGASOMÉTRICOS EM EQUINOS**

Paulo Aléscio Canola

Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Araújo Valadão

Co-orientador: Prof. Dr. César Augusto Melo e Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP - Câmpus de Jaboticabal, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Cirurgia Veterinária

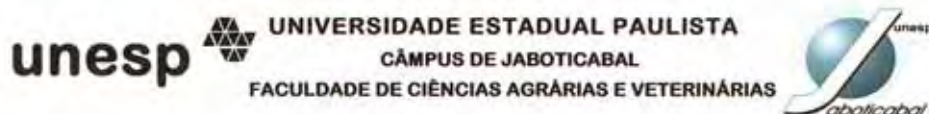
JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL
(Fevereiro de 2008)

C227i Canola, Paulo Alécio
Influência do pneumoperitônio sobre a pressão pleural,
parâmetros cardiovasculares e hemogasométricos em eqüinos / Paulo
Alécio Canola. -- Jaboticabal, 2008
xix, 79 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008
Orientador: Carlos Augusto Araújo Valadão
Banca examinadora: Luis Cláudio Lopes Correia da Silva, Juliana
Regina Peiró
Bibliografia

1. Eqüinos. 2. Pneumoperitônio. 3. Pressão pleural. 4. Pressão
abdominal I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 619.617:636.1



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: INFLUÊNCIA DO PNEUMOPERITÔNIO SOBRE A PRESSÃO PLEURAL, PARÂMETROS CARDIOVASCULARES E HEMOGASOMÉTRICOS EM EQUINOS

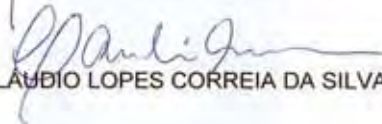
AUTOR: PAULO ALÉSCIO CANOLA

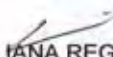
ORIENTADOR: Dr. CARLOS AUGUSTO ARAUJO VALADÃO

Co-Orientador(a): Dr. CÉSAR AUGUSTO MELO E SILVA

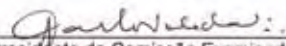
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em CIRURGIA VETERINÁRIA pela Comissão Examinadora:


Dr. CARLOS AUGUSTO ARAUJO VALADÃO


Dr. LUIS CLAUDIO LOPES CORREIA DA SILVA


Dra. JULIANA REGINA PEIRÓ

Data da realização: 26 de fevereiro de 2008.


Presidente da Comissão Examinadora
Dr. CARLOS AUGUSTO ARAUJO VALADÃO

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

PAULO ALÉSCIO CANOLA – nascido na cidade de Guararapes – SP, em 04 de Junho de 1979. Médico Veterinário formado pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP –Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal – SP, no ano de 2003. Participou do Programa de Aprimoramento Profissional em Medicina Veterinária, junto ao Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel” da FCAV – UNESP – Câmpus de Jaboticabal em 01 de Fevereiro de 2004, área de Clínica Cirúrgica e Anestesiologia de Grandes Animais, com término em 31 de Janeiro de 2006. Ingressou em Março de 2006 no Programa de Pós-graduação, nível de Mestrado, área de concentração em Cirurgia Veterinária, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Jaboticabal, onde permanece até o presente momento.

"A grandeza vem não quando as coisas sempre vão bem para você, mas a grandeza vem quando você é realmente testado, quando você sofre alguns golpes, algumas decepções, quando a tristeza chega. Porque apenas se você esteve nos mais profundos vales você poderá um dia saber o quão magnífico é se estar no topo da mais alta montanha."

(Richard Milhous Nixon)

DEDICO

Ao meu pai,
Júlio Carlos Canola, minha fonte de inspiração e modelo de ser humano e profissional. Muito obrigado por me mostrar o caminho, me apoiar e instruir em todos os momentos da minha vida e, principalmente, por estar ao meu lado em mais essa conquista.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Augusto Araújo Valadão pela amizade durante todos estes anos, pela idealização e orientação do projeto.

Ao Prof. Dr. César Augusto de Melo e Silva pela co-orientação, por toda a ajuda e amizade construída durante o desenvolvimento do projeto.

Ao Prof. Dr. José Wanderley Cattelan e ao Prof. Dr. Newton Nunes pelas correções e considerações feitas durante a qualificação desta dissertação.

À Profa. Dra. Juliana Regina Peiró e ao Prof. Dr. Luis Cláudio Lopes Correia da Silva pelas correções e considerações feitas na defesa desta dissertação de mestrado.

Aos amigos João, Luciane, André, Marina, Marsel e Maristela pela amizade e por toda a ajuda durante a realização deste experimento. Esta conquista é tão minha quanto de vocês.

A todos os funcionários do Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel”, em especial o grande amigo Edson, pela ajuda em tudo o que foi preciso para que pudesse ser possível a realização deste experimento. Esse mérito eu divido com vocês também.

À supervisão do Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel” por ter permitido que a experimento fosse desenvolvido nas instalações do hospital.

À coordenação do Programa de Pós-graduação em Cirurgia Veterinária da FACV-UNESP.

A CAPES pela bolsa de estudo, viabilizando o desenvolvimento deste projeto.

Aos meus pais, irmãos e parentes pelo incentivo, apoio e encorajamento em todas as decisões e fases da minha vida. Muito obrigado. Amo vocês.

Raphaella, de forma inesperada você entrou em minha vida e hoje você participa dos meus passos, sonhos e conquistas. Agradeço todos os dias por ter te encontrado. Muito obrigado por estar ao meu lado.

A todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiv
RESUMO.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
I – INTRODUÇÃO.....	1
II – REVISÃO DA LITERATURA.....	3
III – MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 – ESTUDO PILOTO <i>IN VITRO</i>	11
3.1.1 – Determinação da curva de complacência do balão esofágico <i>in vitro</i>	11
3.1.2 – Determinação da curva de complacência do balão gástrico <i>in vitro</i>	13
3.2 – ESTUDO PILOTO <i>IN VIVO</i>	14
3.2.1 – Animais.....	14
3.2.2 – Aferição da pressão pleural (Ppl).....	16
3.2.3 – Aferição da pressão gástrica (Pga).....	16
3.3 – FASE EXPERIMENTAL.....	16
3.3.1 – Animais.....	16
3.3.2 – Preparo dos animais.....	17
3.3.3 – Pressões sanguíneas (mmHg) e colheita de sangue para hemogasometria.....	17
3.3.4 – Frequências cardíaca (FC) e respiratória (FR), temperatura retal (T _{re}) e padrão respiratório (PR).....	18
3.3.5 – “Teste de oclusão”.....	19
3.3.6 – Aferição da pressão pleural (Ppl).....	19
3.3.7 – Aferição da pressão gástrica (Pga).....	20

3.3.8 – Aferição da pressão abdominal (Pab) e instauração do pneumoperitônio.....	20
3.3.9 – Cálculo da pressão transdiafragmática (Ptr).....	21
3.4 – Delineamento experimental.....	21
3.5 – Análise estatística.....	22
IV– RESULTADOS.....	23
4.1 – Curva de complacência do balão esofágico no estudo piloto <i>in vitro</i>	23
4.2 – Curva de complacência do balão gástrico no estudo piloto <i>in vitro</i>	24
4.3 – Aferição da pressão pleural (Ppl) no estudo piloto <i>in vivo</i>	26
4.4 – Posicionamento do balão esofágico na fase experimental.....	29
4.5 – Aferição da pressão pleural (Ppl) na fase experimental.....	30
4.6 – Aferição da pressão gástrica (Pga) no estudo piloto <i>in vivo</i>	34
4.7 – Aferição da pressão gástrica (Pga) na fase experimental.....	35
4.8 – Aferição da pressão abdominal (Pab).....	38
4.9 – Pressões arteriais sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM).....	40
4.10 – Pressão venosa central (PVC).....	42
4.11 – pH venoso (pHv) e arterial (pHa).....	43
4.12 – PO ₂ venoso (PvO ₂) e arterial (PaO ₂).....	44
4.13 – PCO ₂ venoso (PvCO ₂) e arterial (PaCO ₂).....	45
4.14 – HCO ₃ ⁻ venoso (HCO ₃ ⁻ v) e arterial (HCO ₃ ⁻ a).....	46
4.15 – Balanço de base venoso (BBv) e arterial (BBa).....	47
4.16 – Frequência cardíaca (FC).....	48
4.17 – Frequência respiratória (FR).....	49
4.18 – Temperatura retal (T ₉).....	50
4.19 – Pressão transdiafragmática (Ptr).....	51
V – DISCUSSÃO.....	55
VI – CONCLUSÕES.....	67
VII – REFERÊNCIAS.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS

bat	– Batimentos
BB	– Balanço de base
BBa	– Balanço de base do sangue arterial
BBv	– Balanço de base do sangue venoso misto
CB	– Cateter com dois balões
CO	– Monóxido de carbono
CO₂	– Dióxido de carbono
DE	– Diâmetro externo
DI	– Diâmetro interno
DP	– Desvio padrão da média
EPM	– Erro padrão da média
FC	– Frequência cardíaca
FR	– Frequência respiratória
HCO₃⁻	– Concentração do íon bicarbonato
HCO_{3a}⁻	– Concentração do íon bicarbonato do sangue arterial
HCO_{3v}⁻	– Concentração do íon bicarbonato do sangue venoso misto
L	– Litro
min	– Minuto
mL	– Mililitro
mov	- Movimentos
mmol	– Milimole
mmHg	– Milímetros de mercúrio
Pab	– Pressão abdominal
Paba	– Pressão abdominal antes da instauração do pneumoperitônio
Pabd	– Pressão abdominal depois de instauração do pneumoperitônio
PAS	– Pressão arterial sistólica
PAD	– Pressão arterial diastólica
PAM	– Pressão arterial média

PCO₂ – Pressão parcial de dióxido de carbono

PaCO₂ – Pressão parcial de dióxido de carbono do sangue arterial

PvCO₂ – Pressão parcial de dióxido de carbono do sangue venoso

Pes – Pressão esofágica

Pga – Pressão gástrica

Ppl – Pressão pleural

pH – Potencial hidrogeniônico

pHa – Potencial hidrogeniônico do sangue arterial

pHv – Potencial hidrogeniônico do sangue venoso misto

PO₂ – Pressão parcial de oxigênio

PaO₂ – Pressão parcial de oxigênio do sangue arterial

PvO₂ – Pressão parcial de oxigênio do sangue venoso misto

Ptr – Pressão transdiafragmática

PVC – Pressão venosa central

pvc – Tubo de cloreto de polivinila

T^º - Temperatura retal

$\bar{X}$ – Média ou valores médios

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Diagrama do cateter (CB) confeccionado artesanalmente com tubo de polietileno, apresentando suas respectivas dimensões e posicionamento dos balões esofágico e gástrico para a determinação <i>in vitro</i> das curvas de complacência dos balões e aferição das pressões pleural e gástrica. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	11
Figura 2 – Cateter com dois balões (CB) confeccionado artesanalmente com tubo de polietileno para a determinação <i>in vitro</i> das curvas de complacência dos balões esofágico e gástrico e aferição das pressões pleural e gástrica. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	11
Figura 3 – Diagrama do tubo de cloreto de polivinila (pvc) confeccionado artesanalmente, apresentando suas respectivas dimensões e ilustrando o posicionamento do CB no seu interior para a determinação <i>in vitro</i> das curvas de complacência do balão gástrico. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	14
Figura 4 – Tubo de cloreto de polivinila (pvc) confeccionado artesanalmente para a determinação <i>in vitro</i> das curvas de complacência do balão gástrico. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	14
Figura 5 – Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) das pressões pleurais (Ppl) em dez eqüinos, obtidas durante o estudo piloto, com o balão esofágico posicionado a uma distância de 145cm entre o seu centro e a narina dos animais e insuflado com o volume de 2,0 mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	27
Figura 6 – Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) das frequências respiratórias (FR) individuais em 10 eqüinos, antes e depois da colocação do cateter para aferição da pressão pleural (Ppl) durante a realização do estudo piloto <i>in vivo</i> . UNESP – Jaboticabal, 2008.....	28
Figura 7 – Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) individuais da pressão traqueal (PTr) e das pressões pleurais (Ppl 135cm e Ppl 145cm) em oito eqüinos, para o posicionamento correto do balão esofagiano. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	30
Figura 8 – Médias gerais ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da pressão pleural (Ppl) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	32

Figura 9 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) das pressões pleurais (Ppl) em sete eqüinos obtidas no estudo piloto <i>in vivo</i> , e, posteriormente, na fase experimental, com o balão esofágico posicionado mediante realização do “teste de oclusão”. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	33
Figura 10 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) das pressões gástricas (Pga) em dez eqüinos obtidas durante a construção da curva de complacência do balão gástrico no estudo piloto <i>in vivo</i> , com o balão insuflado com os volumes de zero; 5; 15; 30; 50; 80 e 100mL de ar. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	35
Figura 11 –	Médias gerais ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da pressão gástrica (Pga) em oito eqüinos submetidos à indução de pneumoperitôneo, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após sua instauração, com balão gástrico preenchido com volume de 10mL e 50mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	38
Figura 12 –	Médias individuais ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da pressão abdominal em oito eqüinos antes (Paba) e depois (Pabd) da indução do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	39
Figura 13 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) dos valores basais da pressão gástrica com o balão gástrico insuflado com 10mL (Pga 10mL) e 50mL (Pga 50mL) em comparação com a pressão abdominal (Pab) em oito eqüinos antes da indução do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	40
Figura 14 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	41
Figura 15 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da pressão venosa central (PVC) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008..	42
Figura 16 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) do pH venoso (pHv) e do pH arterial (pHa) de oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	43
Figura 17 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) do PO ₂ venoso (PvO ₂) e PO ₂ arterial (PaO ₂) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	44
Figura 18 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) do PCO ₂ venoso (PvCO ₂) e PCO ₂ arterial (PaCO ₂) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	45

Figura 19 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) do HCO_3 venoso (HCO_3v) e HCO_3 arterial (HCO_3a) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	46
Figura 20 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) do balanço de base venoso (BBv) e balanço de base arterial (BBa) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	47
Figura 21 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da frequência cardíaca (FC) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008..	48
Figura 22 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da frequência respiratória (FR) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008..	49
Figura 23 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da temperatura (T°) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	51
Figura 24 –	Médias ($\bar{x}$) individuais da pressão transdiafragmática (PTr) basal em oito eqüinos. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	52
Figura 25 –	Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da pressão transdiafragmática (PTr) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008..	54

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Relação entre o volume de ar (mL) introduzido no balão e o valor obtido (mmHg) na leitura da pressão, ao ser instaurada pressão negativa no interior do tubo, durante a realização da obtenção da curva de complacência do balão esofágico <i>in vitro</i> . UNESP – Jaboticabal, 2008.....	24
Tabela 2 – Relação entre o volume de ar (mL) introduzido no balão e o valor obtido (mmHg) na leitura da pressão, ao ser instaurada pressão positiva no interior do tubo, durante a realização da obtenção da curva de complacência do balão esofágico <i>in vitro</i> . UNESP – Jaboticabal, 2008.....	24
Tabela 3 – Relação entre o volume de ar (mL) introduzido no balão e o valor obtido (mmHg) na leitura da pressão ao ser instaurada pressão negativa no interior do tubo, durante a realização da obtenção da curva de complacência do balão gástrico <i>in vitro</i> . UNESP – Jaboticabal, 2008.....	25
Tabela 4 – Relação entre o volume de ar (mL) introduzido no balão e o valor obtido (mmHg) na leitura da pressão ao ser instaurada pressão positiva no interior do tubo, durante a realização da obtenção da curva de complacência do balão gástrico <i>in vitro</i> . UNESP – Jaboticabal, 2008.....	25
Tabela 5 – Médias ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) das pressões pleurais (Ppl), obtidas durante o estudo piloto, com o balão esofágico posicionado à distância de 145cm entre o seu centro e a narina dos eqüinos e insuflado com o volume de 2,0 mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	26
Tabela 6 – Médias ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) da frequência respiratória (FR) antes e depois da colocação do cateter para a aferição dos valores da pressão pleural (Ppl) em dez eqüinos, durante a realização do estudo piloto <i>in vivo</i> . UNESP – Jaboticabal, 2008.....	28
Tabela 7 – Valores médios ($\bar{x}$) individuais e desvios padrão (DP) da pressão traqueal (PTr) e das pressões pleurais (135cm e 145cm) em oito eqüinos, para o posicionamento correto do balão esofágico. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	29
Tabela 8 – Valores médios ($\bar{x}$) individuais e desvio padrão (DP) das pressões pleurais (Ppl), após a realização do “teste de oclusão”, em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	31

Tabela 9 –	Valores médios ($\bar{x}$) gerais e desvio padrão (DP) das pressões pleurais (Ppl), após a realização do “teste de oclusão”, em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008	31
Tabela 10 –	Média ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) das pressões pleurais (Ppl) em sete eqüinos obtidas no estudo piloto <i>in vivo</i> , e, posteriormente, na fase experimental, com o balão esofágico posicionado mediante realização do “teste de oclusão”. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	33
Tabela 11 –	Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) das pressões gástricas (Pga), em dez eqüinos durante a realização da obtenção da curva de complacência do balão no estudo piloto <i>in vivo</i> . UNESP – Jaboticabal, 2008.....	34
Tabela 12 –	Valores médios ($\bar{x}$) individuais e desvio padrão (DP), das pressões gástricas (Pga), em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio, com o balão preenchido com volume de 10mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	36
Tabela 13 –	Valores médios ($\bar{x}$) gerais e desvios padrão (DP) das pressões gástricas (Pga), em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio, com o balão preenchido com volume de 10mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	36
Tabela 14 –	Valores médios ($\bar{x}$) individuais e desvio padrão (DP) das pressões gástricas (Pga), em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio, com o balão preenchido com volume de 50mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	37
Tabela 15 –	Valores médios ($\bar{x}$) gerais e desvios padrão (DP) das pressões gástricas (Pga), em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio, com o balão preenchido com volume de 50mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	37
Tabela 16 –	Valores médios ($\bar{x}$) individuais e desvio padrão (DP) das pressões abdominais, em oito eqüinos, obtidos antes (Paba) e depois (Pabd) da instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	39
Tabela 17 –	Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) das pressões arteriais sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM) em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	41

Tabela 18 –	Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) da pressão venosa central (PVC) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	42
Tabela 19 –	Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) do pH venoso (pH _v) e pH arterial (pH _a) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	43
Tabela 20 –	Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) do PO ₂ venoso (PvO ₂) e PO ₂ arterial (PaO ₂) de oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	44
Tabela 21 –	Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) do PCO ₂ venoso (PVCO ₂) e PCO ₂ arterial (PaCO ₂) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	45
Tabela 22 –	Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) do HCO ₃ venoso (HCO _{3v}) e HCO ₃ arterial (HCO _{3a}) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	46
Tabela 23 –	Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) do balanço de base venoso (BB _v) e balanço de base arterial (BB _a) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	47
Tabela 24 –	Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) da frequência cardíaca (FC) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	48
Tabela 25 –	Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) da frequência respiratória (FR) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	49
Tabela 26 –	Médias ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) da temperatura (T ^o) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	50
Tabela 27 –	Valores médios ($\bar{x}$) individuais das pressões transdiafragmáticas (PTr) basais em oito eqüinos. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	52

Tabela 28 – Valores médios ($\bar{x}$) individuais das pressões transdiafragmáticas (PTr) em oito eqüinos antes (BASAL) e 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	53
Tabela 29 – Valores médios ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) gerais das pressões transdiafragmáticas (PTr) em oito eqüinos antes (BASAL) e 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.....	53

INFLUÊNCIA DO PNEUMOPERITÔNIO SOBRE A PRESSÃO PLEURAL, PARÂMETROS CARDIOVASCULARES E HEMOGASOMÉTRICOS EM EQUÍNOS

RESUMO: Na rotina hospitalar, são numerosos os casos clínicos em que se faz necessária a intervenção cirúrgica da cavidade abdominal em eqüinos, seja por meio da realização de laparotomias ou de laparoscopias, a qual vem se intensificando com o passar dos anos, na tentativa de serem minimizados os riscos e o trauma cirúrgicos. Desta forma, torna-se importante o conhecimento das alterações causadas pela entrada de ar na cavidade abdominal sobre a mecânica respiratória. Com o estudo objetivou-se avaliar a influência do pneumoperitônio sobre a pressão pleural (Ppl), parâmetros cardiovasculares e hemogasométricos em oito eqüinos, averiguar a relação entre a pressão gástrica (Pga) e a pressão abdominal (Pab) e estimar os valores da pressão transdiafragmática (Ptr) para esta espécie. Não houve alteração ($p>0,05$) da Ppl, parâmetros hemogasométricos, da FC, FR, PAS e PVC após a instauração do pneumoperitônio passivo com ar atmosférico. Houve variação ($p\leq 0,05$) dos valores da PAD e PAM e da temperatura retal (T^0) após instauração do discreto pneumoperitônio e o aumento da T^0 pareceu estar mais relacionado à fatores estressantes do que ao aumento da pressão abdominal. A pressão transdiafragmática (Ptr) foi calculada com base na fórmula $Ptr = Pab - Ppl$. Com base nos resultados obtidos pode ser concluído que o pneumoperitônio passivo não altera a Ppl, os parâmetros cardiovasculares e hemogasométricos em eqüinos. Não foi observada relação entre os valores da pressão gástrica (Pga) e da pressão abdominal (Pab), portanto o método de aferição indireta da pressão abdominal é ineficaz para estimar os valores reais da Pab e a pressão transdiafragmática apresenta valores negativos para a espécie eqüina.

Palavras – chave: Eqüinos, pneumoperitônio, pressão pleural, pressão abdominal.

PNEUMOPERITONEUM INFLUENCE IN THE PLEURAL PRESSURE CARDIOVASCULAR AND HEMOGASOMETRIC PARAMETERS OF HORSES

ABSTRACT: In the hospital routine there are a large number of clinical cases in which surgical intervention of the abdominal cavity is needed in horses, or by laparotomy, or by laparoscopy, which has increased its used by the past few years, as an effort to minimize the risks and surgical trauma. In that way it is important to understand the mechanical changes caused by the air entrance into the abdominal cavity. The objectives of study were to evaluate the influence of the pneumoperitoneum on pleural pressure (Ppl); cardiovascular and hemogasometric parameters in eight horses, investigate the relationship between the gastric pressure (Pga) and the abdominal pressure (Pab) and to estimate the transdiaphragmatic pressure (Ptr) values for this species. There were no changes ($p>0,05$) in the Ppl, hemogasometric parameters, FC, FR, PAS and PVC after the instauration of the passive pneumoperitoneum with atmospheric air. There were changes ($p>0,05$) in PAD, PAM and body temperature (T°) values after instauration of the de discrete pneumoperitoneum, and the changes in T° seemed to be more related with the stressful conditions than with the increase in abdominal pressure. The transdiaphragmatic pressure (Ptr) was calculated using the formula $Ptr = Pab - Ppl$. Based in the results obtained the passive pneumoperitoneum did not change Ppl, the cardiovascular and hemogasometric parameters in horses. There was no relationship between the gastric pressure (Pga) and abdominal pressure (Pab) so the indirect method for the abdominal pressure measurement is not capable of estimating the real values of the Pab, and the transdiaphragmatic pressure values are negative in horses.

Keywords: Horses, pneumoperitoneum, pleural pressure, abdominal pressure.

I - INTRODUÇÃO

Na rotina hospitalar são numerosos os casos clínicos em que se faz necessária a intervenção cirúrgica para abordagem da cavidade abdominal em eqüinos, em face da necessidade de diagnosticar e tratar as inúmeras afecções gastrintestinais que provocam rápido deterioramento da condição clínica desses animais. Atualmente, alternativamente, tem sido crescente a realização de laparoscopias, nessa espécie para fins diagnóstico e terapêutico buscando minimizar os riscos e o trauma cirúrgico. Todavia, em ambos os procedimentos, a penetração de ar na cavidade abdominal interfere diretamente na cavidade torácica, alterando a mecânica respiratória (SILVA et al., 2006).

Há mais de cinquenta anos, são utilizados métodos indiretos de mensuração de pressões das cavidades corpóreas, com o intuito de avaliar a mecânica do sistema respiratório, em seres humanos (BUYTENDIJK, 1949). São técnicas que possibilitam analisar a complacência pulmonar, o trabalho respiratório, a função dos músculos respiratórios e a ocorrência de paralisia diafragmática (por meio do cálculo da pressão transdiafragmática), empregando cateteres com balões em suas extremidades distais posicionados no esôfago e no estômago (BENDITT, 2005). Entretanto, para a obtenção de valores representativos por meio desta técnica, é necessária a realização de testes *in vitro* para a confecção de curvas de complacência, a fim de ser determinado o volume ideal de ar a ser insuflado no balão (BEARDSMORE et al., 1980).

Embora este procedimento seja realizado com relativa frequência em seres humanos, são escassos os trabalhos, especialmente na espécie eqüina, correlacionando as mudanças da pressão da cavidade abdominal e suas implicações, tanto cardiovasculares e hemogasométricas, quanto na cavidade torácica por meio da alteração da pressão pleural. Alguns estudos validaram a utilização dessa técnica em eqüinos (ART & LEKEUX, 1988; LAVOIE et al., 1995, HACKETT et al., 1999, HOFFMAN, 2002), porém, não foram encontrados relatos sobre a aferição da pressão

gástrica para a mesma espécie e se existe correlação entre seus valores e os valores reais da pressão na cavidade abdominal.

Diante do exposto, com este estudo, objetivaram-se estudar a influência do pneumoperitônio experimental passivo, produzido com entrada de ar atmosférico na cavidade abdominal, sobre a pressão pleural e as possíveis implicações cardiovasculares e hemogasométricas em eqüinos. Procurou-se também avaliar a capacidade da pressão gástrica em reproduzir valores fidedignos da pressão abdominal e, ainda, calcular a pressão transdiafragmática para a espécie eqüina.

II - REVISÃO DA LITERATURA

A cavidade abdominal é o sítio de realização da maioria dos procedimentos cirúrgicos, desta forma, torna-se importante o conhecimento das alterações que ocorrem na cavidade torácica, observados por meio da avaliação da mecânica respiratória, causadas pelo aumento da pressão abdominal (SILVA et al., 2006).

Em seres humanos, o aumento da pressão abdominal pode provocar efeitos negativos não somente nos órgãos abdominais, mas também no coração, pulmões e nas veias cava. O conseqüente deslocamento do diafragma pode promover compressão cardíaca direta, a qual reduz a complacência ventricular e eleva os valores da pressão intravascular e cardíaca. Além disso, pode causar falência respiratória, associada ao aumento da pressão das vias aéreas e redução da complacência pulmonar, decorrente da elevação do diafragma (ALEXANDER et al., 1969; BROWN et al., 1976; MUTOH et al., 1991; SHA et al., 1991; OBEID, 1995; DONALDSON et al., 1998; CITERO, 2001; RAUH et al., 2001; GUDMUNDSSON & HELTNE, 2004; BENDITT, 2005) e pode afetar a mecânica respiratória (JOHANNSEN et al., 1989; PURI & SINGH, 1992; DONALDSON et al., 1998).

A realização de laparotomia exploratória em porquinhos da Índia não altera a mecânica respiratória dessa espécie (SANTOS et al., 1996). Entretanto, este fato é observado em cães, associado às mudanças no padrão respiratório (SILVA et al., 2006).

Atualmente, outro tipo de cirurgia que está ganhando destaque em animais de grande porte é a realização de laparoscopias. Para isso, faz-se necessária a geração de pneumoperitônio, mais comumente produzido por meio da introdução de CO₂ na cavidade abdominal. Para a espécie eqüina, é recomendado que a pressão durante a insuflação não exceda 20mmHg e seja preferencialmente mantida entre 12 e 15mmHg (DUKE, 2001). Em outro estudo, realizado com eqüinos mantidos em posição quadrupedal, foi observado que a pressão abdominal de 15mmHg, produzida a partir de

insuflação de CO₂, não promove alterações na função cardiopulmonar, nos gases sanguíneos e nos valores hematológicos desta espécie animal (LATIMER et al., 2003).

Em suínos anestesiados, o aumento da pressão abdominal, decorrente da realização de laparoscopia por período prolongado promove o decréscimo da complacência pulmonar, aumento dos valores da pressão pleural, diminuição do PaO₂ e aumento da PaCO₂ (RIDINGS et al., 1995; GUDMUNDSSON & HELTNE, 2004; DUPERRET et al., 2007). Entretanto, WINDBERGER et al. (1994) não observaram alterações significativas nos valores da PaO₂ em animais da mesma espécie, mantidos sob condições semelhantes de avaliação.

A concentração de O₂ do sangue venoso misto, associado aos valores da PVC, tem sido utilizada na medicina para o diagnóstico precoce do choque hipovolêmico e avaliação indireta da oxigenação corporal (DICKENS, 2004). Valores obtidos na veia cava cranial podem superestimar os da artéria pulmonar (DICKENS, 2004), entretanto, valores representativos foram obtidos com sangue da veia cava, em estudo comparando os dois sítios de colheita, em pacientes humanos criticamente enfermos (REINHART et al., 2004).

Atelectasia pulmonar, decréscimo da capacidade residual funcional, picos de pressão inspiratória elevados, aumento do CO₂ arterial e alveolar, podem resultar do aumento intenso da pressão abdominal e da absorção do CO₂ pela cavidade abdominal durante a realização de laparoscopias (ALEXANDER et al., 1969). Alterações no padrão respiratório foram observadas em ratos submetidos à laparoscopia (MOREIRA et al., 1997).

O aumento da PaCO₂ em seres humanos, provocava aumento concomitante no débito cardíaco, fração de ejeção, frequência cardíaca e pressão venosa central (STEINBERG et al., 1999). KOIVUSALO et al. (2008) observaram valores máximos para a PVC aos 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio em pacientes humanos. MEININGER et al. (2005) evidenciaram aumento da PVC com a insuflação da cavidade abdominal e o retorno das medidas aos valores basais após a remoção do ar do interior da cavidade abdominal em pacientes humanos. Não foi observada

diferença entre os valores da PVC obtidos após a realização de laparotomia e laparoscopia em suínos (SÁENZ et al., 2007).

A hipercapnia produzida pela absorção do CO₂ na cavidade abdominal estimulava o sistema nervoso simpático, provoca aumento da pressão arterial, taquicardia e arritmia (BASHIROV et al., 2007). Entretanto este fato não foi observado em eqüinos (DUKE, 2001) e em seres humanos (SAFRAN & ORLANDO, 1994) conscientes e respirando espontaneamente, após produção de pneumoperitônio.

Normalmente em procedimentos cirúrgicos com a abertura da cavidade abdominal nota-se redução na temperatura corporal, também observada quando há indução de pneumoperitônio com CO₂ durante a realização de laparoscopias (KARAYAN et al., 1996; LUCK et al., 1999). Não foram observadas alterações tanto na frequência cardíaca quanto na temperatura de crianças submetidas à laparoscopia com a cavidade abdominal insuflada com pressão de 12mmHg de CO₂ (LORENZO et al., 2006). Entretanto, em experimento com ratos acordados, foi detectado que a exposição a um estímulo estressante promove aumento da temperatura corporal, quadro denominado de hipertermia induzida pelo estresse, fato verificado em seres humanos e em outras espécies animais, como suínos (BOUWKNECHT et al., 2007).

Para a avaliação da mecânica respiratória e, ainda, para o estudo das suas alterações, mediante o aumento da pressão abdominal, seja pela realização de laparotomias ou por meio da insuflação da cavidade abdominal durante procedimento laparoscópico, faz-se necessária a obtenção dos valores da pressão pleural e, também da pressão abdominal (SILVA et al., 2006).

Os métodos mais comumente utilizados para aferir a pressão pleural são o do balão esofágico e a punção direta do tórax (MEAD & WHITTENBERG, 1953; MEAD & GAENSLER, 1959; WILLOUGHBY & McDONELL, 1979; FERNANDES, 2006). A variação da pressão esofágica pode ser usada como medida alternativa à mensuração direta da pressão pleural para estudar a mecânica respiratória, como também para o cálculo do trabalho respiratório durante ventilação assistida ou espontânea (FERNANDES, 2006).

O acesso à cavidade torácica para a medida direta da pressão apresenta desvantagens por ser invasivo e pelo risco de ocorrência de pneumotórax (FERNANDES & AULER Jr, 2001). A mensuração da pressão pleural com a utilização de cateteres com balões tem sido utilizada com grande sucesso nos últimos cinquenta anos para o delineamento da fisiologia da mecânica do sistema respiratório (BUYTENDIJK, 1949). Envolve a introdução de um cateter esofágico com balão, longo o suficiente para alcançar a porção média do tórax (DERKSEN & ROBINSON, 1980). A partir de então, vários estudos em seres humanos e animais foram realizados na tentativa de validar o procedimento (FRY et al., 1952; GILLESPIE et al., 1973; BAYDUR et al., 1982; LANTERI et al., 1994; FERNANDES, 2006). LUCIANI, em 1878, foi o primeiro a reportar estudos envolvendo essa técnica, embora, sua descoberta tenha sido creditada a CERADINI, que não publicou seus resultados (FERNANDES, 2006).

A técnica indireta possui acurácia para mensurar as variações da pressão pleural e reflete com segurança as variações pressóricas estática e dinâmica da cavidade torácica (FRY et al., 1952). Entretanto, outros autores observaram variações individuais entre as duas pressões, em estudo realizado com pacientes na posição supina mediante ventilação controlada, sugerindo que os resultados de mecânica respiratória devem ser interpretados com cautela (CHERNIACK et al., 1955).

Mediante ventilação espontânea ocorre maior variação da pressão pleural em comparação à esofágica e há variação entre os valores obtidos dependente do posicionamento corporal dos pacientes (ATTINGER et al., 1956).

Em seres humanos, há diferenças dos valores da pressão pleural em relação à pressão esofágica, conforme o local da aferição e os maiores valores para a pressão pleural são obtidos na região torácica inferior em relação à superior (DALY & BONDURANT, 1963). Mudanças no posicionamento do balão esofágico induzem alterações significativas nos valores da pressão esofágica de pôneis. Há aumento dos valores com o deslocamento cranial do cateter. A pressão pleural aferida através de punções torácicas aumenta na medida em que os locais de aferições são deslocados ventralmente à parede torácica. As alterações da pressão nas porções médias e

caudais do esôfago torácico são semelhantes às pressões obtidas na posição torácica dorsal (ART & LEKEUX, 1988).

A técnica de mensuração indireta consiste na utilização de cateter com balão de látex, preenchido com ar e conectado a um transdutor de pressão (MEAD et al., 1955). O balão preenchido com pouco volume de ar reflete com mais precisão a pressão pleural, a qual se eleva com o acréscimo na quantidade de ar inserido (MILIC-EMILI et al., 1964a). O volume ideal de enchimento do balão deve ser determinado pela curva de complacência, obtida em testes *in vitro*, antes de sua introdução no esôfago (BEARDSMORE et al., 1980). Para balões longos o platô da curva encontra-se geralmente entre os valores de 0,2 a 5mL (BROWN et al., 1985; ZIN et al., 1989; ZIN & MILIC-EMILI, 1998).

Um balão longo (16cm de comprimento e 0,8cm de diâmetro), quando comparado com um curto (3cm de comprimento e 1cm de diâmetro) apresenta menor variação nos registros da pressão com a modificação de sua posição no interior do esôfago (MEAD et al., 1955). A mensuração da pressão com o balão longo é mais fidedigna e os melhores resultados obtidos quando as medidas são realizadas no terço médio do esôfago, indicando que nesta região o formato da curva pressão *versus* volume não é tão afetada por mudanças na postura do corpo (MILIC-EMILI et al., 1964b). Preservativos de látex são freqüentemente utilizados para a confecção dos balões, pois possuem parede fina (0,05 – 0,1mm) e são altamente complacentes (HOFFMAN, 2002). Segundo FERNANDES (2006), 5 a 10cm de comprimento e perímetro variando entre 3,2 a 4,8cm são consideradas as dimensões ideais para a utilização em seres humanos adultos.

DERKSEN & ROBINSON (1980) utilizaram um cateter de polietileno (DI- 3mm, DE- 4,4mm e comprimento- 140cm) com um balão confeccionado com preservativo, apresentando 15cm de comprimento, preenchido com 3,5mL de ar, de acordo com as descrições de GILLESPIE et al. (1966) e WILLOUGHBY & McDONELL (1979), para a aferição da pressão esofágica em eqüinos.

No cateter deve haver uma série de furos, recobertos pelo balão, pois recomenda-se certa quantidade de orifícios, ao invés de único, para prevenir a oclusão

dos mesmos pelo tecido esofágico e assim permitir a mensuração da pressão das estruturas circundantes, o que pode ocorrer facilmente quando se tem apenas uma abertura (BENDITT, 2005). LAVOIE et al. (1995), para a aferição da pressão pleural em eqüinos, utilizaram cateter de polietileno (comprimento – 188cm; DI - 4,3mm e DE – 6,3mm), com balão recobrimdo vários orifícios feitos na extremidade distal do cateter.

DECHMAN et al. (1992) investigaram, por meio do "teste de oclusão", a influência da postura do corpo, posição do balão e o volume pulmonar em cães anestesiados, respirando espontaneamente e paralisados, mantidos em ventilação mecânica controlada sobre a eficácia de utilização da técnica de aferição da pressão pleural por meio do cateter. Este teste, descrito por BAYDUR et al. (1982), consiste na correlação entre os valores das pressões das vias aéreas e pleurais, após o registro dos valores de pressão referentes de três a cinco esforços inspiratórios, realizados com a oclusão das vias aéreas ao final da expiração. DECHMAN et al. (1992), após o posicionamento do balão, encontraram maior relação entre as pressões pleural e esofágica durante a inspiração e as medidas realizadas no terço superior do esôfago foram menos acuradas. ART et al. (1988) utilizaram pequeno cateter com balão posicionado na faringe para a mensuração da pressão das vias aéreas em eqüinos.

Estudos realizados em seres humanos, concluíram que são válidas as mensurações das pressões pleurais, obtidas por meio do posicionamento do balão esofágico a partir da realização do "teste de oclusão", independentemente da posição dos pacientes (HIGGS et al., 1983).

Em eqüinos, HACKETT et al. (1999) posicionaram o cateter entre as distâncias de 135 a 145cm da sua extremidade e a narina dos animais, ponto onde houve melhor resultado após o "teste de oclusão" e, nestas distâncias o balão está localizado logo após a base do coração. A melhor localização para o balão esofágico, obtida em estudos realizados em pôneis, é na porção caudal do esôfago torácico, pois neste ponto é minimizada a ocorrência de artefatos provocados pelos batimentos cardíacos, alterações na postura e pressões provindas das estruturas mediastinais (DERKENSEN & ROBINSON, 1980).

Devido à diferença da elastância ao longo da parede do esôfago, provavelmente decorrente da composição anatômica do órgão, a diferença entre a variação da pressão pleural e esofágica depende da posição do balão no órgão, e é menor quando este for posicionado no terço inferior, onde sua distendibilidade é maior (PETIT & MILIC-EMILI, 1958). Há relatos de maior acurácia da aferição no terço distal do esôfago de seres humanos e cães, e este fato foi atribuído à semelhança anatômica entre os esôfagos das duas espécies (PETIT & MILIC-EMILI, 1958). Com relação à obtenção de valores fidedignos em animais sob efeito de fármacos, LAVOIE et al. (1992) observaram alterações nos valores da pressão pleural, mensurada por meio da técnica do balão esofágico, aos 10 e 40 minutos após a administração de xilazina (1,1mg/kg intravenoso) e WOOLDRIDGE et al. (2002) verificaram aumento da contratilidade do terço distal do esôfago de eqüinos após a administração de acepromazina na dose de 0,07mg/kg, administrada por via intravenosa.

A aferição da pressão pleural, realizada com cateter esofágico, de acordo com a técnica descrita por FAIRBAIRN et al. (1993), é suficiente para diagnosticar doença pulmonar obstrutiva crônica em eqüinos (RICKARDS et al., 2004).

DORNHORST & LEATHART (1952) obtiveram a medida da pressão esofágica com balão preenchido com fluido. Todavia, outros autores observaram que esse sistema apresenta maior sensibilidade à captação de artefatos, como ruídos dos batimentos cardíacos (MEAD et al., 1955). Alguns autores mensuraram diretamente a pressão pleural por meio de microtransdutores acoplados na extremidade de cateteres (DOWNS, 1976; CHAPIN, 1979; GAPPA et al. 1996), enquanto outros utilizaram sensores de pressão planos e flexíveis (PELOSI, 2001).

VAN ERCK et al. (2005) encontraram valores mínimos e máximos para a pressão pleural de eqüinos de -5,85 e -2,55mmHg respectivamente para animais em repouso. De acordo com DERKSEN & ROBINSON (2002), em animais clinicamente normais e em repouso, o valor da pressão pleural (aferida por meio do balão esofágico) pode chegar à -7,5mmHg.

À semelhança da mensuração indireta da pressão pleural, também é possível aferir a pressão abdominal via estômago, bexiga urinária ou retal devido à transmissão

homogênea da pressão no interior do abdômen (KRON et al., 1984; OBEID et al., 1995; TZELEPIS et al., 1996; CHEATHAM & SAFCSAK, 1998; FUSCO et al., 2001; TURNBULL et al., 2007). De acordo com COLLEE et al. (1993), a mensuração da pressão gástrica é uma técnica simples, confiável e não invasiva para se aferir a pressão abdominal.

A pressão abdominal é influenciada por uma série de fatores, dentre eles, posição corporal, técnica de ventilação controlada em casos de anestesia e motilidade intestinal (BURCHARD et al., 1985). KRON et al. (1984) não observaram relação entre os valores da pressão gástrica e abdominal em seres humanos. Entretanto, estudos mais recentes demonstram que há relação confiável entre a mensuração da pressão abdominal por meio do cateter com balão gástrico e a mensuração direta da pressão na cavidade abdominal de seres humanos (ENGUM et al., 2002; DE WAELE et al., 2007; TURNBULL et al., 2007).

Os valores positivos de pressão são mensurados quando o cateter é introduzido no estômago, mediante o funcionamento do diafragma. Caso ocorra paralisia diafragmática, os valores da pressão gástrica passam a ser negativos para os seres humanos (HOFFMAN, 2002; MALBRAIN, 2004; BENDITT, 2005). A pressão abdominal de pessoas adultas não ultrapassa 10mmHg (SANCHEZ et al., 2001). Registros entre 6 a 18mmHg foram obtidos por DE WAELE et al. (2007).

Os valores estimados da pressão pleural e abdominal permitem a análise clínica da complacência pulmonar, função dos músculos respiratórios e presença de paralisia diafragmática, diagnosticada por meio da mensuração da pressão transdiafragmática, obtida pela subtração dos valores da pressão abdominal dos pleurais (BENDITT, 2005). A partir da obtenção destas variáveis é possível avaliar a mecânica respiratória e, ainda, suas alterações, caso ocorram, em decorrência do aumento da pressão na cavidade abdominal, seja mediante realização de laparotomia ou laparoscopia (SILVA et al., 2006).

III - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – ESTUDO PILOTO *IN VITRO*

Inicialmente foram realizados testes *in vitro* para a obtenção das curvas de complacência dos balões para a aferição das pressões pleural (Ppl) e gástrica (Pga). Os volumes de ar considerados ideais foram determinados por meio do estabelecimento de uma curva do volume insuflado *versus* pressão obtida, como descrita por BEARDSMORE et al. (1980).

3.1.1 Determinação da curva de complacência do balão esofágico *in vitro*

Para a determinação das pressões pleural e gástrica foi construída artesanalmente um cateter com dois balões (CB) empregando-se um tubo de polietileno flexível, medindo 200cm de comprimento, 0,9cm de diâmetro externo e 0,6cm de diâmetro interno. Fixaram-se sobre uma das extremidades desse tubo, dois balões de látex¹, medindo 10cm de comprimento e 5,2cm de largura. Um deles, denominado balão esofágico cujo centro encontrava-se a 135cm ou 145cm em relação a duas marcações próximas à extremidade oposta do tubo. O outro balão, denominado gástrico, tinha o ponto central situado a 170 ou 180cm em relação às mesmas marcações. O balão esofágico era insuflado por um equipo² de soro fixado internamente no CB, com acesso ao balão por orifício de entrada e saída de ar feito na lateral do tubo de polietileno. O balão gástrico era insuflado por outro equipo fixado em paralelo àquele do balão esofágico, no interior do lúmen do CB (Figuras 1 e 2). Este processo foi realizado para que ambos os balões pudessem ser insuflados individualmente, sem haver interferência de um sobre o outro durante a aferição das pressões.

¹ Preservativos Lubrificados OLLA. INAL – São Roque, SP

² Embramed Ind.Com. LTDA – São Paulo, SP

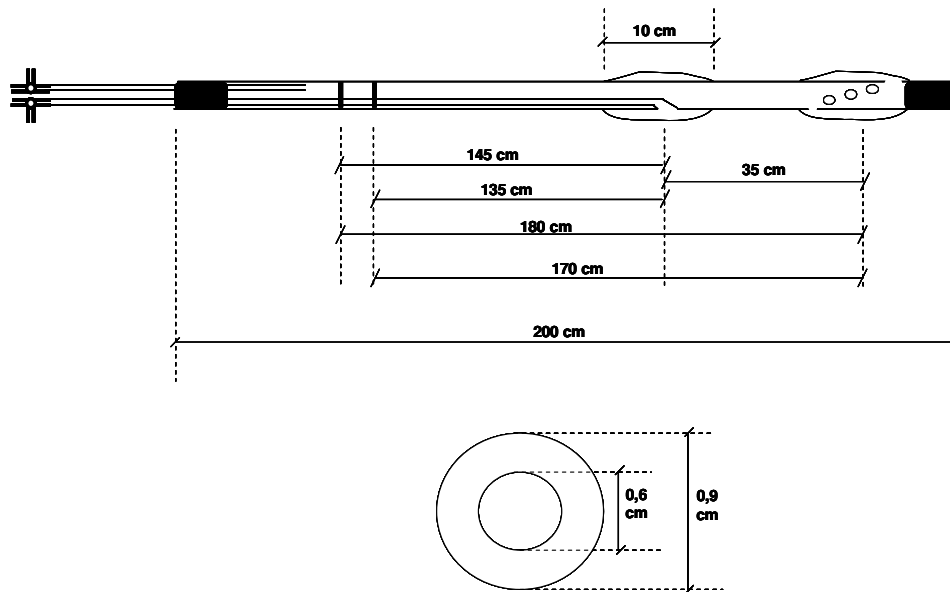


Figura 1 – Diagrama do cateter (CB) confeccionado artesanalmente com tubo de polietileno, apresentando suas respectivas dimensões e posicionamento dos balões esofágico e gástrico para a determinação *in vitro* das curvas de complacência dos balões e aferição das pressões pleural e gástrica. UNESP – Jaboticabal, 2008.



Figura 2 – Cateter com dois balões (CB) confeccionado artesanalmente com tubo de polietileno para a determinação *in vitro* das curvas de complacência dos balões esofágico e gástrico e aferição das pressões pleural e gástrica. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Para a determinação da curva de complacência esofágica, o CB foi introduzido no interior de uma sonda nasogástrica (180cm de comprimento; 1,7cm de diâmetro interno e 2,0cm de diâmetro externo), com as extremidades hermeticamente vedadas com cola de silicone³. Por uma delas, deixava-se passar um equipo de polietileno em cuja extremidade acoplou-se uma extensão confeccionada com um segmento de equipo a qual era conectada a uma torneira de três vias⁴ utilizada para insuflar ou retirar ar para produção de pressões negativa (-30 mmHg) e positiva (46 mmHg) no interior da sonda. Na seqüência, o balão esofágico do CB era insuflado com diferentes volumes de ar (zero; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0mL) para determinar a transdução da pressão sobre o balão posicionado no interior na sonda. A pressão aferida⁵ para cada volume de preenchimento do balão foi empregada para a construção da curva da complacência.

3.1.2 Determinação da curva de complacência do balão gástrico *in vitro*.

Para a determinação da curva de complacência do balão gástrico, o CB foi colocado no interior de um tubo de cloreto de polivinila (pvc) medindo 150cm de comprimento e 10,16cm de diâmetro interno, cujas extremidades foram hermeticamente fechadas e vedadas com cola de silicone. Em uma delas fez-se um orifício no centro da tampa para a passagem e o posicionamento do cateter no interior do mesmo. Por um orifício na lateral acoplou-se um segmento de equipo, conectado em uma torneira de três vias para a produção de pressão negativa (-7 mmHg) e positiva (24 mmHg) no interior do tubo de pvc (Figuras 3 e 4). Na seqüência o balão gástrico do CB foi insuflado com diferentes volumes de ar (zero; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 10; 15; 20; 30 e 50mL) para determinar a transdução da pressão sobre o balão posicionado no interior do tubo de pvc. A pressão aferida para cada volume de preenchimento do balão foi empregada para a construção da curva da complacência.

³ Brascoved Super – Brascola – São Bernardo do Campo, SP

⁴ Injex Indústrias Cirúrgicas LTDA – Ourinhos, SP

⁵ Digimax 5000 - Digicare Tec. Biomédica Ltda - Rio de Janeiro, RJ

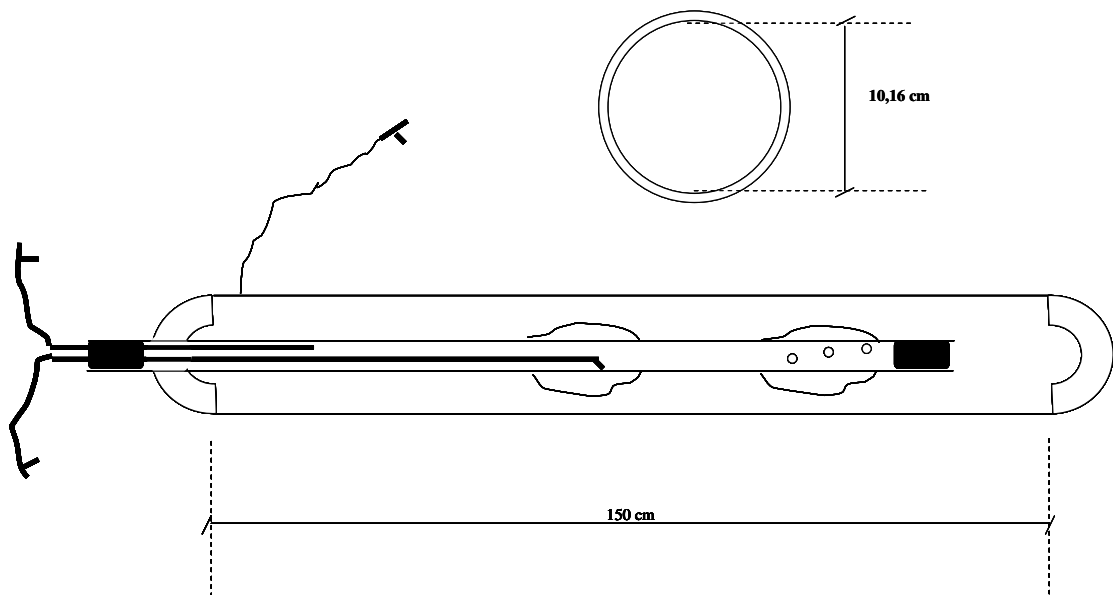


Figura 3 – Diagrama do tubo de cloreto de polivinila (pvc) confeccionado artesanalmente, apresentando suas respectivas dimensões e ilustrando o posicionamento do CB no seu interior para a determinação *in vitro* das curvas de complacência do balão gástrico. UNESP – Jaboticabal, 2008.



Figura 4 – Tubo de cloreto de polivinila (pvc) confeccionado artesanalmente para a determinação *in vitro* das curvas de complacência do balão gástrico. UNESP – Jaboticabal, 2008.

3.2 – ESTUDO PILOTO *IN VIVO*

3.2.1 – Animais

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética e Bem Estar Animal (CEBEA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Câmpus de Jaboticabal, sob o protocolo de número 020562-07.

Após os ensaios *in vitro* (Item 3.1) para determinação do volume de ideal ar, foram feitas validações pré-experimentais da pressão pleural e gástrica em eqüinos. Para tal foram utilizados 10 eqüinos, sete machos e três fêmeas, com peso entre 215 a 265 kg e idade 2,5 a 6,5 anos, sem histórico de afecções do trato respiratório, mantidos em piquete, alimentados com feno de *coast cross*, água *ad libitum* e vermifugados⁶ duas vezes com intervalo de 21 dias. Foi realizado exame clínico nos animais, com ênfase para a auscultação pulmonar bilateral para verificar a sanidade da cavidade torácica e colhido sangue da veia jugular para avaliação do quadro hematológico por meio de hemograma.

Os animais foram mantidos em tronco de contenção, localizado em área externa, e após repouso foi avaliado o padrão e a frequência respiratória. Subseqüentemente, procedeu-se a introdução do CB no esôfago utilizando-se a sonda nasogástrica, usada na confecção da curva de complacência do balão esofágico, como guia, a qual foi lubrificada internamente com solução de nitrofurazona 0,2%⁷. Após a passagem da sonda nasogástrica, o CB foi inserido no seu interior. Ato contínuo, na medida em que o cateter ia sendo introduzido no esôfago dos animais, a sonda era exteriorizada. Dessa forma, somente o CB permanecia no interior do esôfago.

O balão gástrico foi posicionado no interior do estômago e o esofágico a uma distância de 145 cm tendo como referência a marcação posicionada na entrada da narina dos animais. Após cinco minutos de adaptação, o padrão e frequência respiratória foram reavaliados e a extremidade do equipo de insuflação de ar de cada um dos balões foi acoplada a uma torneira de três vias. Após a injeção de ar nos balões eles foram conectados por meio de equipo ao aparelho de mensuração de pressão cujo sensor de pressão foi posicionado na altura da articulação do cotovelo direito de cada um dos animais.

⁶ Panacur® suspensão 1000mL – Intervet – São Paulo, SP

⁷ Riocim Solução – Ind. Farmacêutica Rioquímica Ltda – São José do Rio Preto, SP

3.2.2 – Aferição da pressão pleural (Ppl)

A pressão pleural foi determinada indiretamente, por aferição da pressão esofágica (Pes), com a utilização do CB após determinação do volume de ar ideal a ser inserido no balão, por meio da obtenção da curva de complacência determinada no estudo piloto *in vitro*. O volume de insuflação do balão, para a mensuração da pressão pleural foi de 2,0mL de ar. O centro do balão foi posicionado à 145cm de distância da entrada da narina dos animais. Nesta etapa não foi realizado o “teste de oclusão”. Os valores da pressão foram registrados na inspiração de cinco ciclos respiratórios consecutivos, com três repetições por animal em intervalos de uma semana. O sensor de pressão foi posicionado na altura da articulação do cotovelo direito de cada um dos animais

3.2.3 – Aferição da pressão gástrica (Pga)

A mensuração da pressão gástrica foi realizada com o balão posicionado no interior do estômago dos animais após jejum hídrico e alimentar, por um período de 12 horas (SPEIRS, 1999), uma semana após as mensurações das pressões esofágicas. O registro da pressão foi realizado uma única vez. Volumes de zero; 5; 15; 30; 50; 80 e 100mL foram injetados no interior do balão e os valores anotados durante a inspiração, repetindo-se a leitura por um período correspondente a cinco ciclos respiratórios para cada volume de ar. O sensor de pressão foi posicionado na altura da articulação do cotovelo direito de cada um dos animais.

3.3 – FASE EXPERIMENTAL

3.3.1 – Animais

Foram utilizados nesta fase oito eqüinos, sem raça definida, sendo sete deles pertencentes ao grupo de animais do estudo piloto *in vivo* (Item 3.2), sem histórico de

afecções do trato respiratório, mantidos em piquete, alimentados com feno de *coast cross* e água *ad libitum*. Os animais, quatro machos castrados e quatro fêmeas pesaram entre 237 a 300 kg, com idade entre 3,0 a 7,0 anos e apresentaram condições clínicas e hematológicas normais constatadas após realização de exame físico e hemograma. Antes do início da fase experimento, os animais foram colocados em baias individuais, e submetidos a jejum hídrico e alimentar por 12 horas (SPEIRS, 1999). A fase experimental teve início seis meses após a realização dos estudos piloto *in vivo*.

3.3.2 – Preparo dos animais

Os animais foram posicionados e mantidos, no período da manhã, em tronco de contenção no interior de uma sala com temperatura mantida entre 26 e 28° C. Após contenção, foi realizada tricotomia da porção ventral do pescoço, onde se localizava a artéria carótida e a veia jugular esquerdas, além da região paralombar direita. Posteriormente, foi feita a anti-sepsia local destas áreas, com algodão embebido em álcool iodado. Após limpeza local, foi realizado o bloqueio anestésico com lidocaína a 2%⁸ para a inserção dos cateteres nos vasos sanguíneos e para a centese abdominal. Os volumes do anestésico utilizados foram de 0,5mL sobre cada vaso e 3mL na região paralombar (subcutâneo e camadas musculares).

3.3.3 – Pressões sanguíneas (mmHg) e colheita de sangue para hemogasometria

Um cateter⁹ (16G) foi introduzido na artéria carótida esquerda, previamente transposta por meio da técnica descrita por TAVERNOR (1969) e fixado à pele com fio de *nylon* para a colheita de 1mL de sangue arterial em seringa¹⁰ heparinizada¹¹ para a realização de hemogasometria¹² e, ainda, mensuração das pressões arteriais sistólica,

⁸ Lidovet® - Laboratório BRAVET – Rio de Janeiro, RJ

⁹ Cateter BD Angiocath® 16G - Becton, Dickinson Ind. Cirúrgica LTDA – Juiz de Fora, MG

¹⁰ Seringa 1mL – Injex Indústrias Cirúrgicas LTDA – Ourinhos, SP

¹¹ Heparin® - Cristália – Produtos químicos farmacêuticos LTDA – Itapira, SP

¹² Analisador de gases Omni c-Roche - São Paulo, SP.

diastólica e média. Outro cateter¹³ (7F), com 55cm de comprimento, foi posicionado na veia cava cranial passando pelo interior de um terceiro cateter¹⁴ (10G) , o qual foi previamente introduzido na veia jugular esquerda dos animais por meio de uma pequena incisão realizada em estocada com lâmina de bisturi¹⁵ sobre a pele revestindo a veia. Esse foi utilizado para aferir a pressão venosa central e a colheita de sangue venoso misto para hemogasometria. As amostras basais de sangue arterial e venoso misto foram colhidas posteriormente à aferição das pressões sanguíneas (arterial e venosa central) basais. Para a aferição dos valores da pressão venosa central, o sensor de pressão, sempre à esquerda do animal, foi posicionado na altura da articulação do ombro e para a pressão arterial, na altura da articulação do cotovelo. O posicionamento, tamanho do cateter e método de aferição da pressão foram estabelecidos à semelhança das técnicas descritas por HALL & NIGAM (1975) e FIELDING et al. (2004).

3.3.4 – Frequências cardíaca (FC) e respiratória (FR), temperatura retal (T_{re}) e padrão respiratório (PR)

Os valores da frequência cardíaca e respiratória foram obtidos a partir da contagem dos batimentos cardíacos determinados com estetoscópio clínico¹⁶ e a observação dos movimentos torácicos dos animais registrados em 60 segundos. A temperatura retal foi aferida com termômetro digital¹⁷. Estas variáveis foram determinadas após o registro dos valores das pressões sanguíneas e a colheita de sangue, tanto arterial quanto venoso, para hemogasometria. O padrão respiratório foi observado mediante a aferição da frequência respiratória antes e posteriormente à instauração do pneumoperitônio.

¹³ Cateter cardiovascular USCI Cobra 2 PII – C. R. Bard Ireland Limited – Galway, Irlanda.

¹⁴ Cateter BD Angiocath® 10G - Becton, Dickinson Ind. Cirúrgica LTDA – Juíz de Fora, MG

¹⁵ Free-bac® – Embramac Empr. Bras. Mats. Cir. Ind. Com. Imp. Exp. Ltda – Itajaí, SC.

¹⁶ Estetoscópio Veterinário 3M™ Littman® Mod. Clássico II- St. Paul, Estados Unidos

¹⁷ Élan Medicare - China

3.3.5 – “Teste de oclusão”

Para a obtenção dos valores da pressão pleural, na fase experimental, o balão esofágico foi posicionado de acordo com o “teste de oclusão” estabelecido por BAYDUR et al. (1982). O local ideal para a mensuração¹⁸ foi determinado pela correlação entre a pressão das vias aéreas (aferida na entrada da traquéia) e a pleural, obtida para o balão esofágico ajustado em duas posições distintas no interior do esôfago (135 e 145cm da marcação externa do cateter, posicionada na entrada da narina dos animais, até o centro do balão). O posicionamento adequado do balão para cada animal, foi aquele na qual a relação mais próxima de 1:1 entre a pressão das vias aéreas e as pressões pleurais foi obtida, com o balão posicionado à 135cm ou 145cm de distância entre a narina do animal e o centro do balão no esôfago. Para a obtenção dos valores, as narinas dos animais foram obstruídas ao final da expiração, mediante pressão bilateral com as mãos e os dados de três a cinco esforços inspiratórios foram registrados. As narinas foram então desobstruídas, permitindo ao animal respirar espontaneamente pelo mesmo período de ciclos respiratórios estabelecido para a oclusão nasal. Este processo foi repetido sequencialmente até a obtenção de 15 aferições para cada uma das variáveis estudadas, isto é, pressão traqueal e pleural. O sensor de pressão foi posicionado na altura da região da laringe e da articulação do cotovelo, respectivamente. Todavia, para a aferição dos valores da pressão das vias aéreas, foi confeccionado um cateter com 60cm de comprimento, com os mesmos materiais e nos moldes do cateter esofagiano. Introduzido pela narina, foi posicionado na região da laringe dos animais próximo à glote.

3.3.6 – Aferição da pressão pleural (Ppl)

O procedimento foi realizado de modo semelhante ao do estudo piloto *in vivo* (Item 3.2), porém nesta fase, foi realizado o “teste de oclusão” para o posicionamento do balão esofágico e ele também foi insuflado com 2,0mL de ar. O valor das pressões

¹⁸ Dixtal - mod. DX 2010 – Manaus, AM

foi aferido por um período correspondente a 15 ciclos respiratórios em cada animal e o posicionamento do balão regulado individualmente, de acordo com os resultados do “teste de oclusão”. Os dados compilados foram correspondentes aos valores da pressão obtidos na inspiração, com o sensor de pressão posicionado na altura correspondente a articulação do cotovelo esquerdo.

3.3.7 – Aferição da pressão gástrica (Pga)

Subseqüente à colheita dos valores basais da pressão pleural, foram estabelecidos os valores da pressão gástrica. *In vitro* o volume de ar representativo correspondeu a 10mL e *in vivo* este volume foi de 50mL, ambos utilizados na aferição da pressão gástrica durante a fase experimental. O posicionamento do sensor foi o mesmo utilizado nos testes *in vivo* e registrados os valores correspondentes às pressões obtidas na fase inspiratória de 15 ciclos respiratórios, para cada um dos volumes de ar utilizados.

3.3.8 – Aferição da pressão abdominal (Pab) e instauração do pneumoperitônio

Após registro dos valores basais das pressões, realizou-se paracentese abdominal para aferição direta da pressão da cavidade abdominal e posterior produção de pneumoperitônio, por meio de entrada passiva de ar atmosférico no interior da cavidade. Uma pequena incisão em estocada foi feita com lâmina de bisturi em local previamente injetado com anestésico local. Ato contínuo, uma agulha de raque (30G), com extensor¹⁹ de 120 cm de comprimento acoplado a uma torneira de três vias, foi introduzida na cavidade abdominal. O valor da pressão abdominal foi mensurado diretamente, seguindo os padrões de aferição das pressões pleural e gástrica, por meio da punção, antes da entrada de ar no interior da cavidade, com o sensor do aparelho de pressão posicionado na altura da inserção da agulha. Após a entrada passiva de ar

¹⁹ Embramed Ind. Com. LTDA – São Paulo, SP

para o interior da cavidade peritoneal, iniciou-se a contagem para obtenção dos parâmetros estabelecidos (variáveis cardiovasculares e hemogasométricas, freqüências cardíaca e respiratória, padrão respiratório, temperatura retal e pressões pleural e abdominal) e foi realizada nova aferição da pressão abdominal.

3.3.9 – Cálculo da pressão transdiafragmática (PTr)

A fórmula $PTr = Pab - Pes$, uma adaptação da fórmula descrita por BENDITT (2005), foi utilizada para o cálculo da pressão transdiafragmática.

3.4 – Delineamento experimental

Os tempos de colheita dos parâmetros cardiovasculares, hemogasométricos, freqüências cardíaca e respiratória e a temperatura retal, foram realizados no período basal, antes do pneumoperitônio, e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração deste. Os valores das pressões pleural e gástrica basais foram registrados posteriormente à realização do “teste de oclusão”, após a obtenção dos valores basais das demais variáveis, e também aos 5, 15 e 30 minutos após a produção do pneumoperitônio. O padrão respiratório foi mensurado no momento considerado basal e aos 5 minutos após a produção do pneumoperitônio, juntamente com a aferição da freqüência respiratória. Após a colheita dos valores basais de todas as variáveis, foi realizada a punção da cavidade abdominal seguida de aferição da pressão abdominal e posterior produção do pneumoperitônio com a entrada passiva de ar na cavidade abdominal. Decorridos 30 minutos da instauração do pneumoperitônio, após a última colheita dos dados, o ar no interior da cavidade abdominal foi aspirado com seringa de 60mL²⁰ acoplada ao extensor conectado à agulha de raque de 30G, com posterior remoção da agulha. Este procedimento foi realizado para restaurar a pressão fisiológica no interior da cavidade abdominal dos animais.

²⁰ Injex Indústrias Cirúrgicas LTDA – Ourinhos, SP

3.5 – Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância de uma via com repetições múltiplas, seguidas pelo teste de Dunnett, para os valores médios ao longo do tempo e para a comparação dos dados entre as colunas foi realizado o teste-t pareado. As diferenças foram consideradas significativas quando $p \leq 0,05$. Para a análise dos dados foi empregado o programa computacional denominado *SigmaStat*²¹ for Windows²² versão 3.0.1.

²¹ Systat Software Inc., Estados Unidos

²² Microsoft Corporation, Estados Unidos

IV– RESULTADOS

As variáveis estudadas estão representadas sob a forma de Tabelas, constando a média e o desvio padrão (DP) para cada parâmetro avaliado, seguidas de Figuras, contendo a representação gráfica dos dados. Para a confecção das Figuras foi utilizado o erro padrão da média (EPM) dos parâmetros avaliados ao invés do desvio padrão usado nas Tabelas.

Nas Tabelas e nas Figuras, os asteriscos indicam variações significativas ($p \leq 0,05$) em relação ao valor basal e as letras maiúsculas, diferença estatística entre as linhas. Em algumas Tabelas, certos valores foram destacados com a utilização do símbolo do jogo da velha. Este indica o valor mais representativo para a realização do teste nela descrito. Os valores obtidos durante a realização do estudo piloto *in vitro*, além dos obtidos para a pressão pleural no estudo piloto *in vivo* e pressão transdiafragmática basal, na fase experimental, apesar de serem quantitativos, não foram submetidos à análise estatística e estão representados sob a forma de Tabelas e Figuras.

4.1 – Curva de complacência do balão esofágico no estudo piloto *in vitro*

Os valores obtidos para a curva de complacência (volume *versus* pressão) do balão esofágico, quando instaurada uma pressão negativa e outra positiva no interior do sistema estão expressos nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Nota-se que para os valores negativos os volumes de zero até 2,0mL foram os mais representativos; quando instaurada uma pressão positiva no tubo, houve inversão, sendo mais precisos nos valores de 1,5mL até 3,0mL. Os volumes de 1,5 e 2,0 mL foram os mais expressivos e, para a realização da mensuração da pressão pleural na fase pré-experimental e também na fase experimental, optou-se pela utilização do volume de 2,0 mL.

Tabela 1 – Relação entre o volume de ar (mL) introduzido no balão e o valor obtido (mmHg) na leitura da pressão, ao ser instaurada pressão negativa no interior do tubo, durante a realização da obtenção da curva de complacência do balão esofágico *in vitro*. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Volume (mL)	Pressão no tubo (mmHg)	Pressão no balão (mmHg)
0	-30	-30#
0,5	-30	-30#
1,0	-30	-30#
1,5	-30	-30#
2,0	-30	-30#
2,5	-30	-26
3,0	-30	-23

(#) melhor correlação na curva volume *versus* pressão.

Tabela 2 – Relação entre o volume de ar (mL) introduzido no balão e o valor obtido (mmHg) na leitura da pressão, ao ser instaurada pressão positiva no interior do tubo, durante a realização da obtenção da curva de complacência do balão esofágico *in vitro*. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Volume (mL)	Pressão no tubo (mmHg)	Pressão no balão (mmHg)
0	46	0
0,5	46	42
1,0	46	42
1,5	46	46#
2,0	46	46#
2,5	46	46#
3,0	46	46#

(#) melhor correlação na curva volume *versus* pressão.

4.2 - Curva de complacência do balão gástrico no estudo piloto *in vitro*

Os valores obtidos para a curva de complacência do balão gástrico *in vitro*, quando instaurada pressão negativa e outra positiva no interior do tubo estão expressos nas Tabelas 3 e 4 respectivamente. O volume de 10 mL, o único capaz de obter com

mais precisão tanto o valor negativo quanto o positivo gerado no tubo, foi o utilizado durante a realização da fase experimental.

Tabela 3 - Relação entre o volume de ar (mL) introduzido no balão e o valor obtido (mmHg) na leitura da pressão ao ser instaurada pressão negativa no interior do tubo, durante a realização da obtenção da curva de complacência do balão gástrico *in vitro*. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Volume (mL)	Pressão no tubo (mmHg)	Pressão no balão (mmHg)
0	-7	7
1	-7	7
2	-7	4
3	-7	2
5	-7	0
10	-7	-4#
15	-7	1
20	-7	1
30	-7	6
40	-7	6
50	-7	6

(#) melhor correlação na curva volume *versus* pressão.

Tabela 4 - Relação entre o volume de ar (mL) introduzido no balão e o valor obtido (mmHg) na leitura da pressão ao ser instaurada pressão positiva no interior do tubo, durante a realização da obtenção da curva de complacência do balão gástrico *in vitro*. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Volume (mL)	Pressão no tubo (mmHg)	Pressão no balão (mmHg)
0	24	0
1	24	8
2	24	15
3	24	24#
5	24	24#
10	24	24#
15	24	24#
20	24	24#
30	24	24#
40	24	24#
50	24	24#

(#) melhor correlação na curva volume *versus* pressão.

4.3 – Aferição da pressão pleural (Ppl) no estudo piloto *in vivo*

As médias ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) desta variável estão expressos na Tabela 5 e representados graficamente na Figura 5 ($\bar{X} \pm \text{EPM}$). Pode ser verificada a variação dos valores da pressão entre os indivíduos do grupo estudados. Eles foram obtidos a partir da insuflação do balão esofágico com 2,0mL de ar. Os dados registrados foram correspondentes aos valores da pressão pleural obtidos na inspiração, em um total de 15 ciclos respiratórios por animal. É possível notar a variação individual dos valores existente entre os animais.

Tabela 5 – Médias ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) das pressões pleurais (Ppl), obtidas durante o estudo piloto, com o balão esofágico posicionado à distância de 145cm entre o seu centro e a narina dos eqüinos e insuflado com o volume de 2,0 mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Animais	$\bar{X} \pm \text{DP}$
	Ppl (mmHg)
1	-2,5 $\pm$ 1,6
2	-1,7 $\pm$ 3,2
3	-1,2 $\pm$ 1,0
4	-0,1 $\pm$ 2,0
5	-0,3 $\pm$ 1,6
6	-0,2 $\pm$ 1,4
7	0,0 $\pm$ 1,0
8	0,0 $\pm$ 3,6
9	-1,0 $\pm$ 2,4
10	-0,8 $\pm$ 2,6

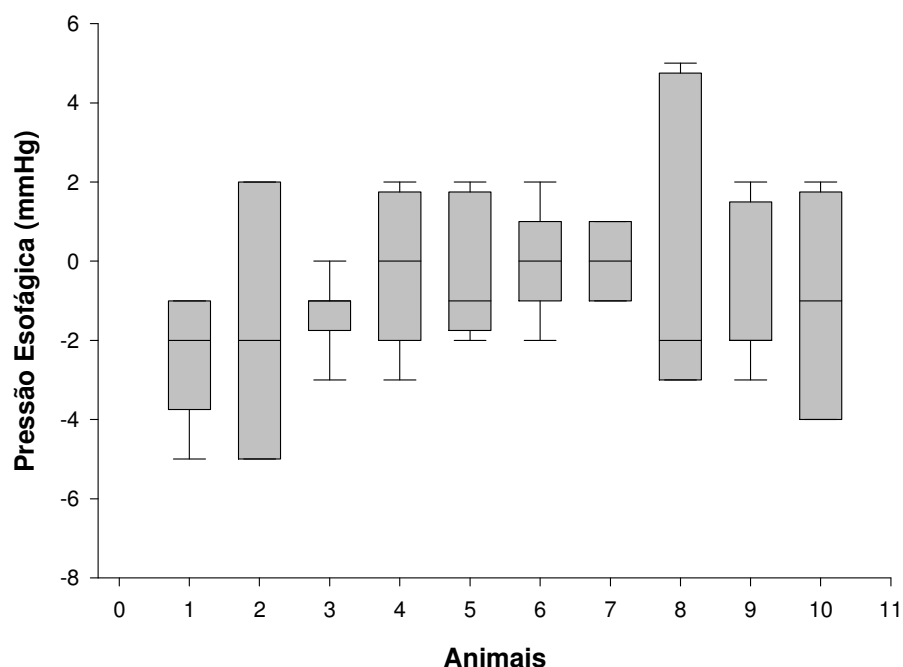


Figura 5 – Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) das pressões pleurais (Ppl) em dez eqüinos, obtidas durante o estudo piloto, com o balão esofágico posicionado a uma distância de 145cm entre o seu centro e a narina dos animais e insuflado com o volume de 2,0 mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Juntamente à aferição da pressão pleural no estudo piloto, com o intuito de avaliar a influência da presença do cateter (CB) sobre a frequência e o padrão respiratórios, estas variáveis foram aferidas antes e após cinco minutos de adaptação ao cateter. As médias ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) das frequências respiratórias antes e depois da colocação do cateter em dez eqüinos estão expressas na Tabela 6. Os valores das frequências respiratórias antes e depois da colocação do cateter estão representados graficamente na Figura 6 ($\bar{X} \pm \text{EPM}$). Não houve alteração ($p > 0,05$) dos valores da frequência respiratória.

Tabela 6 – Médias ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) da frequência respiratória (FR) antes e depois da colocação do cateter para a aferição dos valores da pressão pleural (Ppl) em dez eqüinos, durante a realização do estudo piloto *in vivo*. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Animais	$\bar{X} \pm DP$	
	FR antes	FR depois
1	27 $\pm$ 3,0	21 $\pm$ 6,0
2	21 $\pm$ 6,0	14 $\pm$ 5,0
3	28 $\pm$ 3,0	22 $\pm$ 4,0
4	26 $\pm$ 10,0	16 $\pm$ 3,0
5	22 $\pm$ 9,0	20 $\pm$ 3,0
6	25 $\pm$ 6,0	17 $\pm$ 6,0
7	28 $\pm$ 8,0	14 $\pm$ 3,0
8	20 $\pm$ 3,0	15 $\pm$ 4,0
9	30 $\pm$ 11,0	13 $\pm$ 2,0
10	24 $\pm$ 5,0	14 $\pm$ 3,0

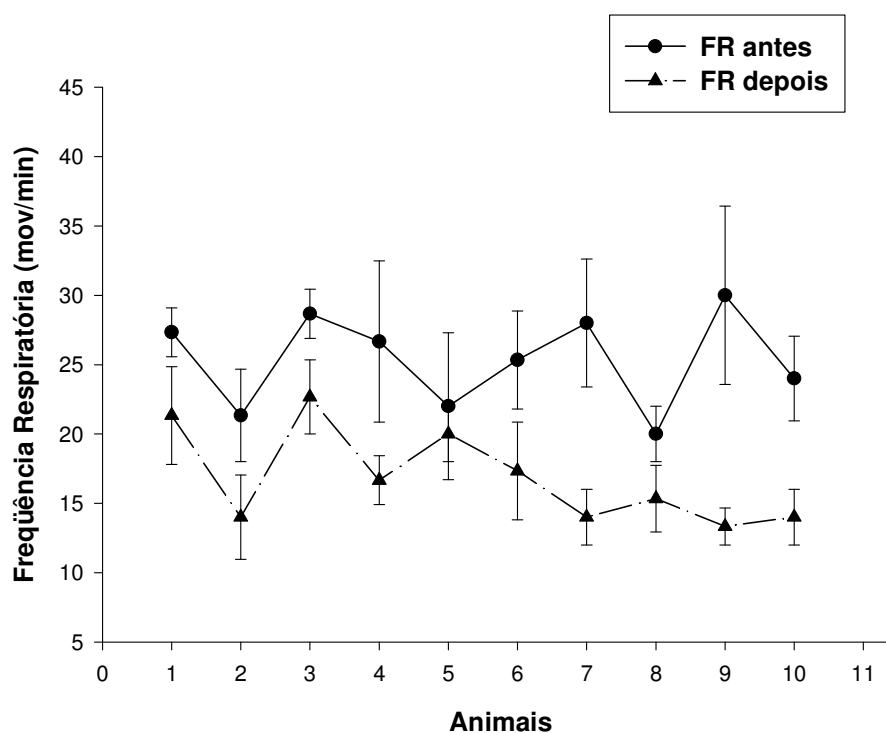


Figura 6 – Médias ($\bar{X} \pm EPM$) das frequências respiratórias (FR) individuais em 10 eqüinos, antes e depois da colocação do cateter para aferição da pressão pleural (Ppl) durante a realização do estudo piloto *in vivo*. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Não houve alteração do padrão respiratório após a introdução do CB nos dez eqüinos avaliados no estudo piloto *in vivo*.

4.4 – Posicionamento do balão esofágico na fase experimental

Os valores médios ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) individuais relativos ao posicionamento do balão esofágico estão expressos na Tabela 7. As médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) estão representadas graficamente na Figura 7.

O correto posicionamento do balão dependeu da realização do “teste de oclusão”, no qual foi feita uma correlação entre os valores obtidos da pressão traqueal e das distâncias as quais o balão foi posicionado no interior do esôfago. O posicionamento adequado foi aquele em que a relação entre a pressão das vias aéreas e a pressão pleural obtida é a mais próxima possível de 1:1. Esta relação foi traçada individualmente, antes da realização da aferição da pressão esofágica dos animais.

Tabela 7 - Valores médios ($\bar{X}$) individuais e desvios padrão (DP) da pressão traqueal (PTr) e das pressões pleurais (135cm e 145cm) em oito eqüinos, para o posicionamento correto do balão esofágico. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Animais	$\bar{X} \pm \text{DP}$		
	PTr (mmHg)	135 cm (mmHg)	145 cm (mmHg)
1	-1,4 $\pm$ 0,8	-1,9 $\pm$ 1,5#	-2,6 $\pm$ 1,0
2	-3,0 $\pm$ 1,5	-2,5 $\pm$ 1,5	-3,2 $\pm$ 1,7#
3	-3,8 $\pm$ 1,8	-2,5 $\pm$ 1,3	-2,7 $\pm$ 1,2#
4	-2,0 $\pm$ 0,9	-2,1 $\pm$ 1,3#	-1,8 $\pm$ 1,0
5	-3,1 $\pm$ 1,4	-1,9 $\pm$ 1,1	-2,8 $\pm$ 1,4#
6	-2,1 $\pm$ 1,2	-2,0 $\pm$ 0,9#	-2,0 $\pm$ 0,9#
7	-4,0 $\pm$ 1,6	-2,5 $\pm$ 1,5	-2,9 $\pm$ 1,9#
8	-1,9 $\pm$ 0,8	-2,2 $\pm$ 0,8#	-2,3 $\pm$ 0,8

(#) valores individuais representativos para estabelecimento da distância ideal para a aferição da pressão pleural.

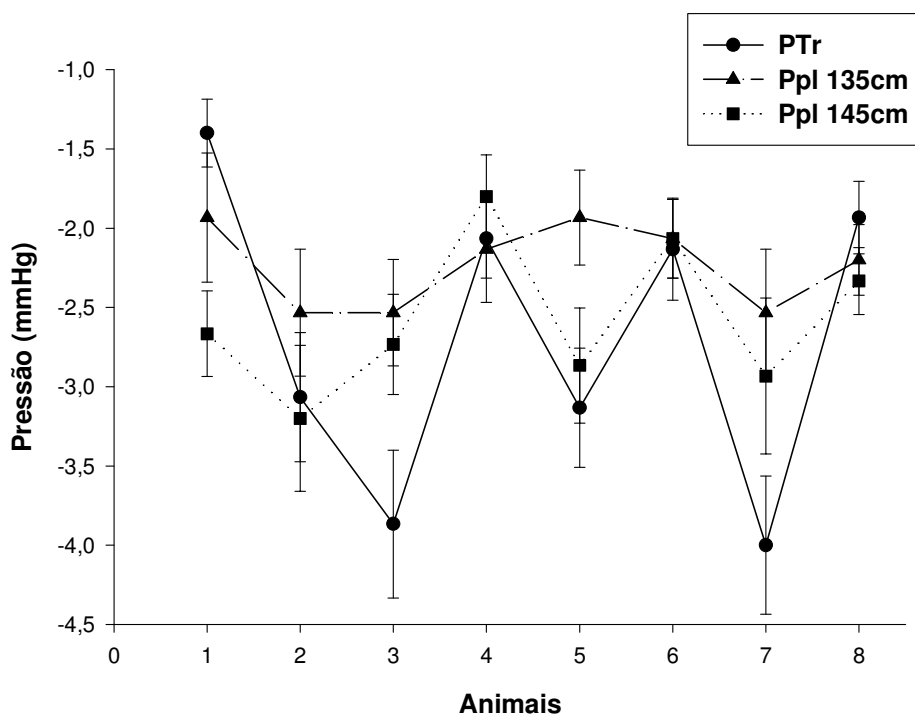


Figura 7 - Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) individuais da pressão traqueal (PTr) e das pressões pleurais (Ppl 135cm e Ppl 145cm) em oito eqüinos, para o posicionamento correto do balão esofágiano. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.5 – Aferição da pressão pleural (Ppl) na fase experimental

Os valores médios ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) individuais e gerais da pressão pleural obtidos antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio estão expressos nas Tabelas 8 e 9, respectivamente e as médias representadas graficamente na Figura 8 ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

Não foi observada grande variação dos valores médios gerais, ao contrário do que pôde ser verificado nas variações individuais (Tabela 8). Não houve variação ($p > 0,05$) dos valores da pressão pleural ao longo do período de avaliação (Tabela 9).

Tabela 8 – Valores médios ($\bar{X}$) individuais e desvio padrão (DP) das pressões pleurais (Ppl), após a realização do “teste de oclusão”, em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Animais	$\bar{X} \pm \text{DP Ppl (mmHg)}$			
	BASAL	5 min	15 min	30 min
1	-0,0 $\pm$ 1,8	0,7 $\pm$ 0,6	-0,4 $\pm$ 0,8	-0,6 $\pm$ 0,6
2	-0,6 $\pm$ 0,6	-1,5 $\pm$ 1,1	-0,5 $\pm$ 0,5	-1,7 $\pm$ 0,8
3	-0,8 $\pm$ 0,4	-0,4 $\pm$ 0,5	0,1 $\pm$ 0,6	-1,0 $\pm$ 0,7
4	0,2 $\pm$ 0,8	0,3 $\pm$ 1,0	-0,2 $\pm$ 0,8	-0,5 $\pm$ 0,5
5	-0,4 $\pm$ 0,5	-0,3 $\pm$ 0,5	-1,4 $\pm$ 0,6	-0,0 $\pm$ 1,0
6	-0,2 $\pm$ 0,6	0,2 $\pm$ 0,7	-1,2 $\pm$ 0,6	0,4 $\pm$ 0,6
7	-0,2 $\pm$ 0,5	0,2 $\pm$ 0,9	-0,3 $\pm$ 0,8	-0,6 $\pm$ 0,6
8	-0,4 $\pm$ 0,5	0,7 $\pm$ 0,4	-0,4 $\pm$ 0,6	-0,6 $\pm$ 1,0

Tabela 9 – Valores médios ($\bar{X}$) gerais e desvio padrão (DP) das pressões pleurais (Ppl), após a realização do “teste de oclusão”, em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

$\bar{X} \pm \text{DP}$			
BASAL	5 min	15 min	30 min
-0,3 $\pm$ 1,0	0,0 $\pm$ 1,0	-0,5 $\pm$ 0,8	-0,5 $\pm$ 1,0

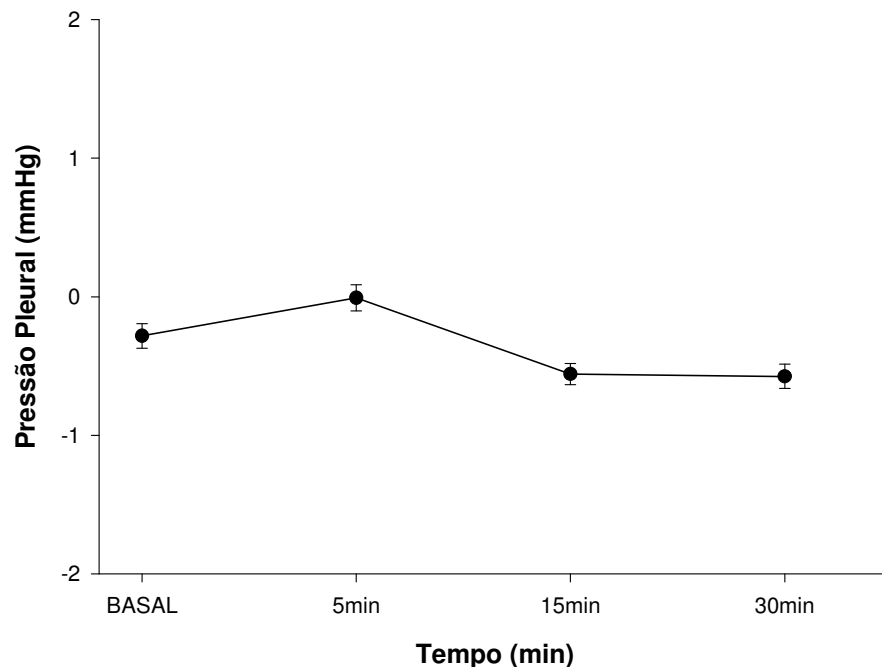


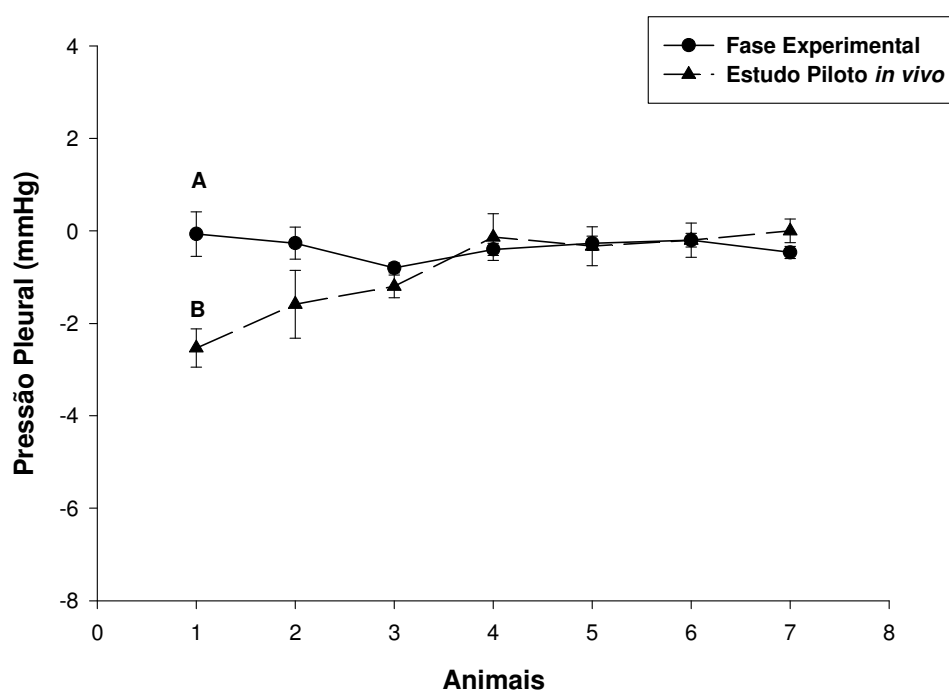
Figura 8 - Médias gerais ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da pressão pleural (Ppl) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Dos dez animais utilizados no estudo piloto *in vivo*, sete foram utilizados na fase experimental. A média ($\bar{X}$) e o desvio padrão (DP) dos valores das pressões pleurais registrados no estudo piloto *in vivo*, o qual não foi realizado o “teste de oclusão” e os valores para a mesma pressão obtidos durante a fase experimental, a qual o balão esofágico foi posicionado mediante realização do referido teste, para os sete animais pertencentes em ambas as fases, estão expressos na Tabela 10 e representados graficamente na Figura 9 ($\bar{X} \pm \text{EPM}$). Em apenas um animal (1) houve diferença ($p \leq 0,05$) em relação aos valores da pressão pleural obtidos no estudo piloto *in vivo* e, posteriormente na fase experimental.

Tabela 10 – Média ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) das pressões pleurais (Ppl) em sete eqüinos obtidas no estudo piloto *in vivo*, e, posteriormente, na fase experimental, com o balão esofágico posicionado mediante realização do “teste de oclusão”. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Animais	$\bar{X} \pm DP$	
	Ppl Fase Experimental	Ppl Estudo piloto <i>in vivo</i>
1	-0,0 $\pm$ 1,8 A	-2,5 $\pm$ 1,6 B
2	-0,6 $\pm$ 0,6	-1,6 $\pm$ 3,0
3	-0,8 $\pm$ 0,4	-1,2 $\pm$ 1,0
4	0,2 $\pm$ 0,8	-0,1 $\pm$ 2,0
5	-0,2 $\pm$ 0,6	-0,3 $\pm$ 1,6
6	-0,2 $\pm$ 0,5	-0,2 $\pm$ 1,4
7	-0,4 $\pm$ 0,5	0,0 $\pm$ 1,0

- Letras diferentes nas colunas diferem entre si (teste-t, $p \leq 0,05$).



- Letras diferentes diferem entre si (teste-t, $p \leq 0,05$)

Figura 9 - Médias ($\bar{X} \pm EPM$) das pressões pleurais (Ppl) em sete eqüinos obtidas no estudo piloto *in vivo*, e, posteriormente, na fase experimental, com o balão esofágico posicionado mediante realização do “teste de oclusão”. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.6 – Aferição da pressão gástrica (Pga) no estudo piloto *in vivo*

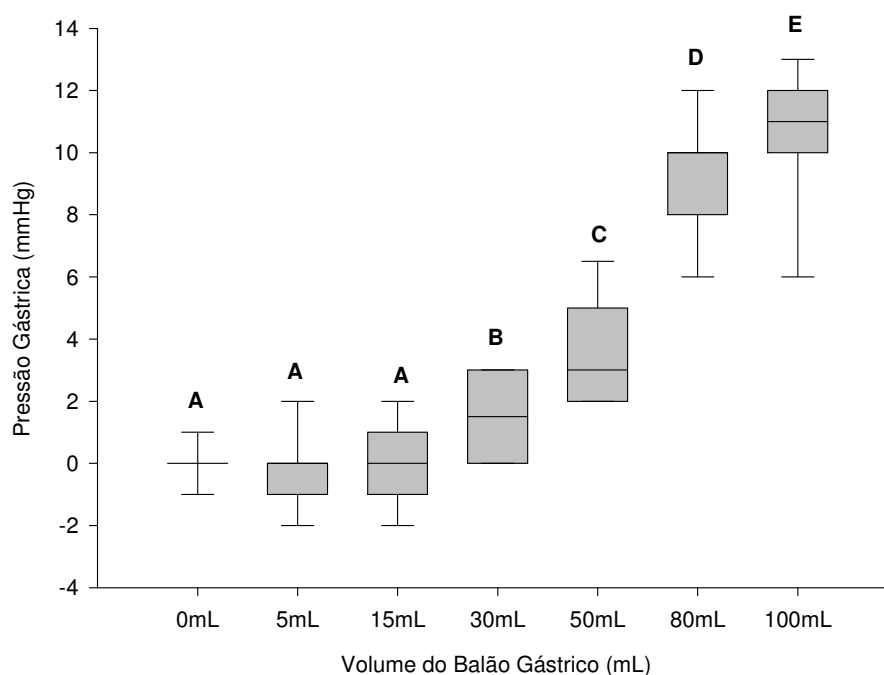
Os valores individuais desta variável foram obtidos por meio da relação entre volume de ar no balão (mL) e avaliação da pressão abdominal (mmHg), quando o balão se encontrava inserido no estômago, após jejum hídrico e alimentar de 12 horas. Para a obtenção da curva de complacência do balão gástrico realizada *in vivo*, este foi insuflado com ar (zero; 5; 15; 30; 50; 80 e 100mL) e registrados os dados correspondentes aos valores da pressão gástrica obtidos na inspiração, em um total de cinco ciclos respiratórios por volume de ar inserido.

As médias ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) desta variável estão expressos na Tabela 11 e representados graficamente na Figura 10 ($\bar{X} \pm \text{EPM}$). Ocorreu aumento ($p \leq 0,05$) dos valores da pressão gástrica na medida em que houve o aumento do volume de ar no interior do balão.

Tabela 11 – Valores médios ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) das pressões gástricas (Pga), em dez eqüinos durante a realização da obtenção da curva de complacência do balão no estudo piloto *in vivo*. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Volume (mL)	$\bar{X} \pm \text{DP}$
	Pga (mmHg)
0	0,0 $\pm$ 1,0 A
5	-0,1 $\pm$ 1,4 A
15	0,0 $\pm$ 1,3 A
30	1,5 $\pm$ 1,6 B
50	3,7 $\pm$ 2,0 C
80	9,1 $\pm$ 2,5 D
100	10,3 $\pm$ 2,8 E

- Letras diferentes diferem entre si (teste-t, $p \leq 0,05$)



- Letras diferentes diferem entre si (teste-t, $p \leq 0,05$)

Figura 10 - Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) das pressões gástricas (Pga) em dez eqüinos obtidas durante a construção da curva de complacência do balão gástrico no estudo piloto *in vivo*, com o balão insuflado com os volumes de zero; 5; 15; 30; 50; 80 e 100mL de ar. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.7 – Aferição da pressão gástrica (Pga) na fase experimental

Os valores médios ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) individuais e gerais dos dados da pressão gástrica, obtidos antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio, estão expressos nas Tabelas 12 e 13 para o balão gástrico preenchido com 10mL. Com relação à média geral obtida, houve aumento aos 5 minutos, com posterior queda (15 min) seguida de novo aumento (30 min). Houve diferenças ($p \leq 0,05$) aos 5 e 30 minutos.

Tabela 12 – Valores médios ($\bar{X}$) individuais e desvio padrão (DP), das pressões gástricas (Pga), em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio, com o balão preenchido com volume de 10mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Animais	$\bar{X} \pm \text{DP Pga (mmHg)}$			
	BASAL	5 min	15 min	30 min
1	3,0 $\pm$ 0,6	3,0 $\pm$ 0,6	3,0 $\pm$ 0,6	2,3 $\pm$ 0,8
2	1,4 $\pm$ 0,7	1,0 $\pm$ 1,1	0,3 $\pm$ 0,8	0,2 $\pm$ 0,4
3	0,8 $\pm$ 0,5	0,8 $\pm$ 0,5	0,8 $\pm$ 0,5	0,4 $\pm$ 0,6
4	0,2 $\pm$ 0,4	5,1 $\pm$ 0,7	1,6 $\pm$ 0,5	4,4 $\pm$ 0,8
5	0,2 $\pm$ 0,5	0,2 $\pm$ 0,5	1,9 $\pm$ 0,7	1,2 $\pm$ 1,0
6	-0,7 $\pm$ 0,8	3,4 $\pm$ 0,7	0,3 $\pm$ 0,6	0,3 $\pm$ 0,6
7	2,9 $\pm$ 2,3	4,3 $\pm$ 2,1	-1,2 $\pm$ 0,6	1,7 $\pm$ 0,6
8	-0,3 $\pm$ 0,5	-0,3 $\pm$ 0,5	0,5 $\pm$ 0,5	10,8 $\pm$ 0,7

Tabela 13 – Valores médios ($\bar{X}$) gerais e desvios padrão (DP) das pressões gástricas (Pga), em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio, com o balão preenchido com volume de 10mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.

$\bar{X} \pm \text{DP}$			
BASAL	5 min	15 min	30 min
0,9 $\pm$ 1,6	2,8 $\pm$ 1,7*	0,9 $\pm$ 1,2	2,8 $\pm$ 3,3*

(*) Diferem do BASAL (teste de Dunnett, $p \leq 0,05$).

Os valores médios ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) individuais e gerais dos dados da pressão gástrica, obtidos antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio, estão expressos nas Tabelas 14 e 15 para o balão gástrico preenchido com 50mL. As médias obtidas apresentaram variação inversa à anterior, com valores obtidos muito acima dos registrados com o balão insuflado com 10mL de ar. As variações foram significativas ($p \leq 0,05$) em todos os momentos de aferição, em relação ao basal, para o referido volume.

Tabela 14 – Valores médios ($\bar{X}$) individuais e desvio padrão (DP) das pressões gástricas (Pga), em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio, com o balão preenchido com volume de 50mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.

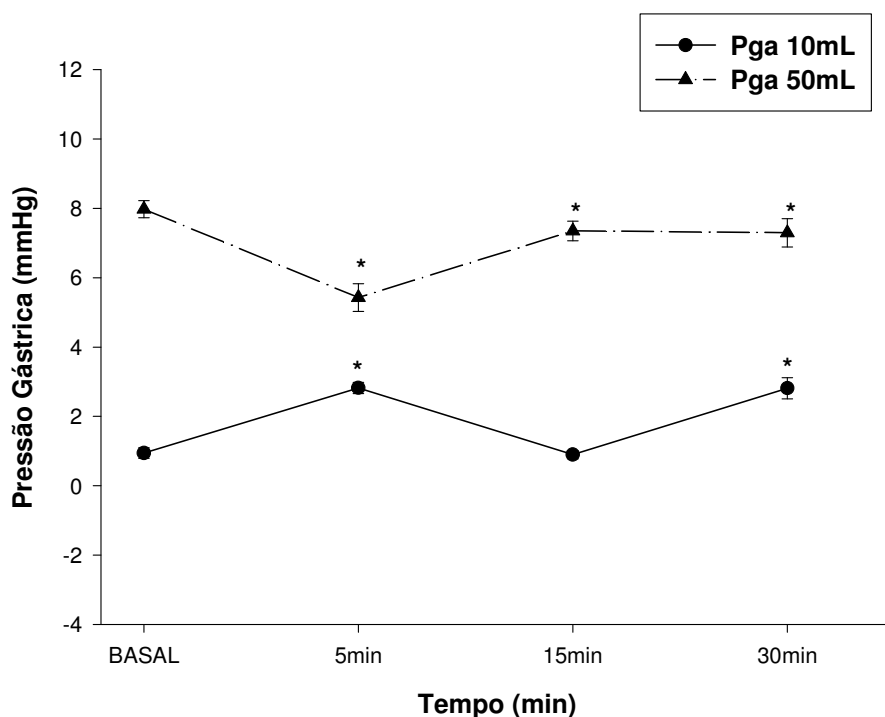
Animais	$\bar{X} \pm \text{DP Pga (mmHg)}$			
	BASAL	5 min	15 min	30 min
1	11,2 $\pm$ 0,4	10,4 $\pm$ 0,9	9,8 $\pm$ 0,6	11,2 $\pm$ 0,7
2	4,4 $\pm$ 2,2	0,8 $\pm$ 0,9	1,2 $\pm$ 0,9	1,1 $\pm$ 0,7
3	9,3 $\pm$ 0,9	9,8 $\pm$ 0,9	9,0 $\pm$ 0,8	9,0 $\pm$ 0,8
4	4,7 $\pm$ 0,8	1,7 $\pm$ 0,6	5,6 $\pm$ 0,7	2,4 $\pm$ 0,6
5	9,4 $\pm$ 1,5	-0,0 $\pm$ 0,7	7,2 $\pm$ 0,8	5,8 $\pm$ 1,1
6	6,2 $\pm$ 1,7	2,4 $\pm$ 0,5	6,4 $\pm$ 0,6	4,5 $\pm$ 1,8
7	8,5 $\pm$ 1,0	8,5 $\pm$ 1,0	12,0 $\pm$ 0,9	14,5 $\pm$ 1,5
8	10,0 $\pm$ 0,0	8,5 $\pm$ 0,9	7,4 $\pm$ 0,7	10,2 $\pm$ 0,8

Tabela 15 – Valores médios ($\bar{X}$) gerais e desvios padrão (DP) das pressões gástricas (Pga), em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio, com o balão preenchido com volume de 50mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.

$\bar{X} \pm \text{DP}$			
BASAL	5 min	15 min	30 min
7,9 $\pm$ 2,7	5,4 $\pm$ 4,3*	7,3 $\pm$ 3,1*	7,3 $\pm$ 4,4*

(*) Diferem do BASAL (teste de Dunnett, $p \leq 0,05$).

As médias gerais ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) dos valores de pressão obtidos para o balão insuflados com ambos os volumes estão representadas graficamente na Figura 11.



(*) Diferentes de BASAL (teste de Dunnett $p \leq 0,05$).

Figura 11 - Médias gerais ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da pressão gástrica (Pga) em oito eqüinos submetidos à indução de pneumoperitônio, antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após sua instauração, com balão gástrico preenchido com volume de 10mL e 50mL. UNESP – Jaboticabal, 2008.

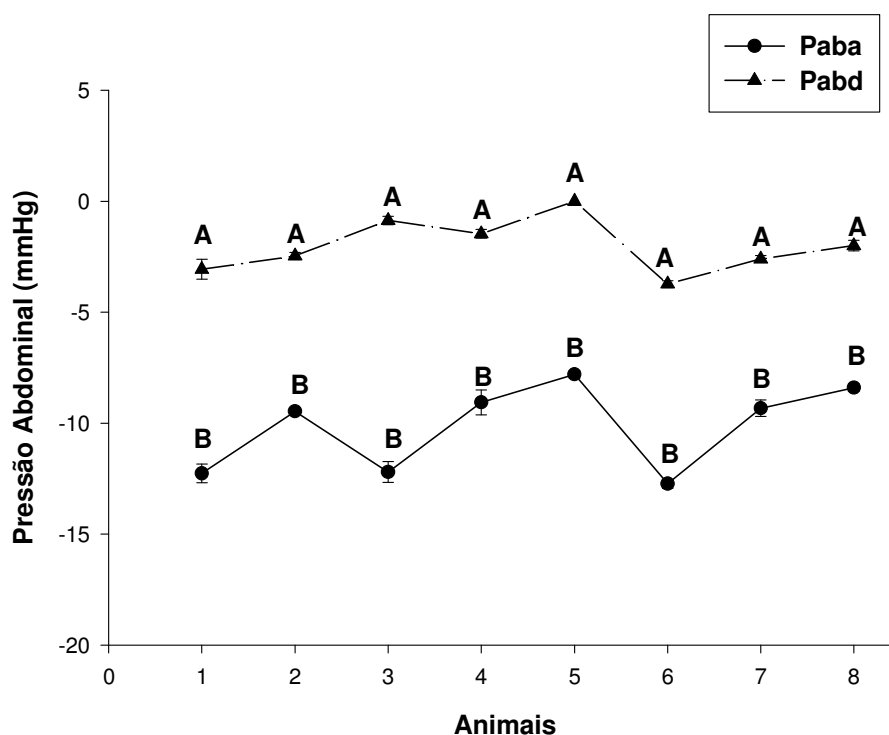
4.8 – Aferição da pressão abdominal (Pab)

Os valores médios ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) individuais da pressão abdominal, obtidos antes e depois da instauração do pneumoperitônio estão expressos na Tabela 16 e as médias individuais ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) representadas graficamente na Figura 12. Nota-se a variação individual da pressão antes (Paba) e depois (Pabd) da instauração do pneumoperitônio. Os valores individuais da Pabd foram superiores ($p \leq 0,05$) aos fisiológicos (Paba).

Tabela 16 – Valores médios ($\bar{X}$) individuais e desvio padrão (DP) das pressões abdominais, em oito eqüinos, obtidos antes (Paba) e depois (Pabd) da instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Animais	$\bar{X} \pm DP$	
	Paba (mmHg)	Pabd (mmHg)
1	-12,2 $\pm$ 1,6 B	-3,0 $\pm$ 1,7 A
2	-9,4 $\pm$ 0,5 B	-2,4 $\pm$ 0,6 A
3	-12,2 $\pm$ 1,8 B	-0,8 $\pm$ 0,7 A
4	-9,0 $\pm$ 2,1 B	-1,4 $\pm$ 0,7 A
5	-7,8 $\pm$ 0,6 B	0,0 $\pm$ 0,0 A
6	-12,7 $\pm$ 0,8 B	-3,7 $\pm$ 0,6 A
7	-9,3 $\pm$ 1,4 B	-2,6 $\pm$ 0,6 A
8	-8,4 $\pm$ 0,6 B	-2,0 $\pm$ 0,9 A

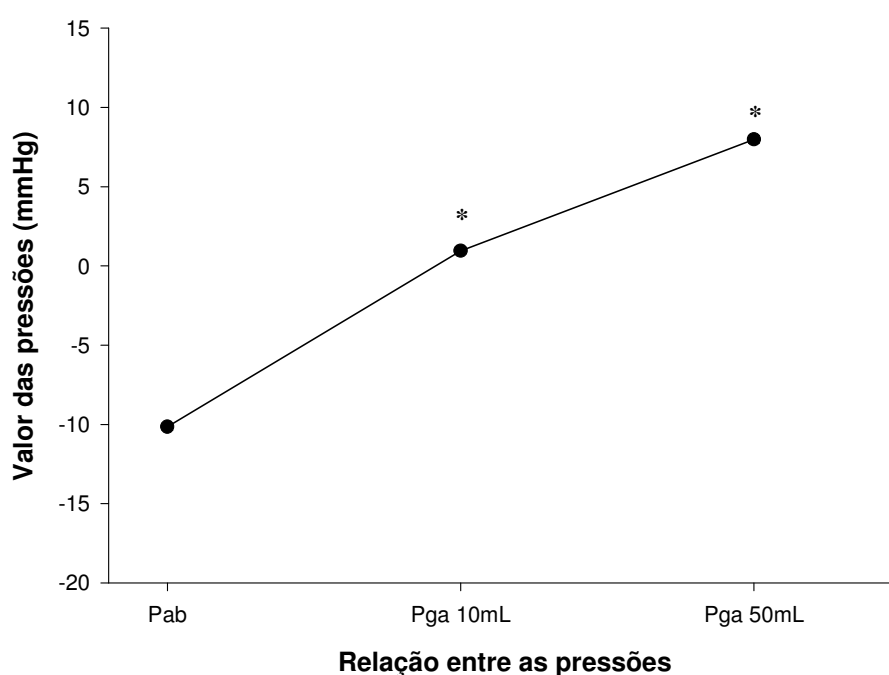
- Letras maiúsculas diferentes nas linhas diferem entre si (teste-t, $p \leq 0,05$).



- Letras diferentes diferem entre si (teste-t, $p \leq 0,05$).

Figura 12 - Médias individuais ($\bar{X} \pm EPM$) da pressão abdominal em oito eqüinos antes (Paba) e depois (Pabd) da indução do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Na Figura 13 está representada a comparação das médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da pressão abdominal adquirida diretamente com os valores basais obtidos por mensuração indireta com o balão gástrico insuflado com 10 e 50mL. Quanto maior o volume presente no interior do balão, maior foi o erro de leitura dos valores da pressão.



(*) Diferentes de BASAL (Pab) (teste de Dunnett $p \leq 0,05$).

Figura 13 - Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) dos valores basais da pressão gástrica com o balão gástrico insuflado com 10mL (Pga 10mL) e 50mL (Pga 50mL) em comparação com a pressão abdominal (Pab) em oito eqüinos antes da indução do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.9 – Pressões arteriais sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM)

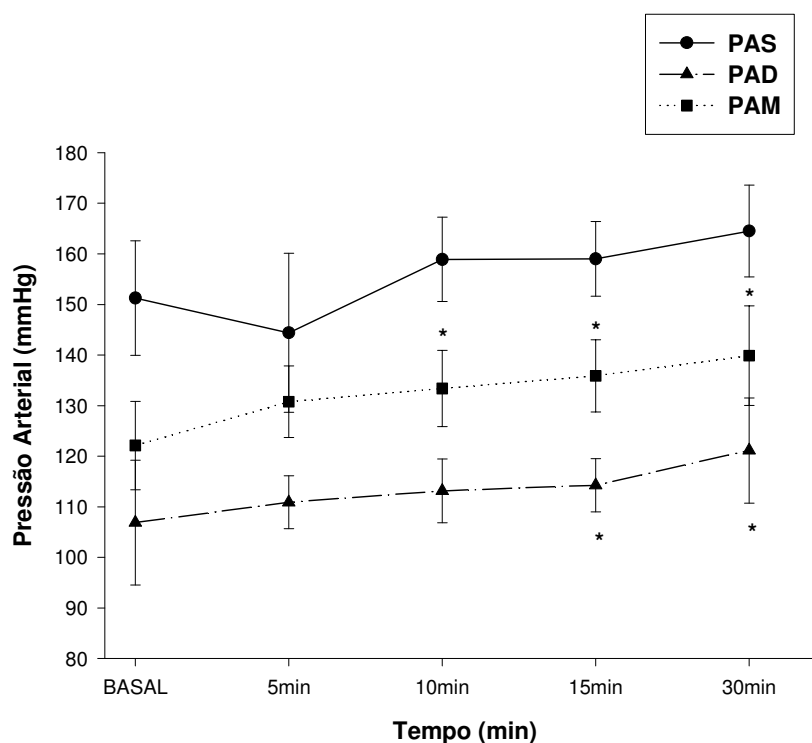
Os valores médios ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) destas variáveis estão expressos na Tabela 17 e representadas graficamente na Figura 14 ($\bar{X} \pm \text{EPM}$).

Não houve diferença ($p > 0,05$) entre as médias da PAS ao longo do tempo. A PAD e a PAM apresentaram aumento constante dos valores, com variação ($p \leq 0,05$) da PAD a partir dos 15 minutos e da PAM ($p \leq 0,05$), dos 10 minutos até os 30 minutos.

Tabela 17 – Valores médios ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) das pressões arteriais sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM) em oito eqüinos, antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Momento (Minutos)	$\bar{X} \pm DP$		
	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	PAM (mmHg)
BASAL	151 $\pm$ 32	106 $\pm$ 35	122 $\pm$ 25
5	144 $\pm$ 44	110 $\pm$ 15	130 $\pm$ 20
10	158 $\pm$ 23	113 $\pm$ 18	133 $\pm$ 21*
15	159 $\pm$ 21	114 $\pm$ 15*	136 $\pm$ 20*
30	164 $\pm$ 25	121 $\pm$ 30*	140 $\pm$ 28*

(*) Diferem do BASAL (teste de Dunnett, $p \leq 0,05$).



(*) Diferentes de BASAL (teste de Dunnett $p \leq 0,05$).

Figura 14 – Médias ($\bar{X} \pm EPM$) da pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.10 – Pressão venosa central (PVC)

Os valores médios ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) da PVC estão expressos na Tabela 18 e representados graficamente na Figura 15 ($\bar{X} \pm \text{EPM}$). Não houve diferença ($p>0,05$) dos valores da pressão ao longo do período de avaliação.

Tabela 18 - Valores médios ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) da pressão venosa central (PVC) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Momento (minutos)	$\bar{X} \pm \text{DP}$
	PVC (mmHg)
BASAL	0,1 $\pm$ 2,4
5	0,0 $\pm$ 1,7
10	0,3 $\pm$ 1,5
15	0,2 $\pm$ 1,5
30	0,4 $\pm$ 1,7

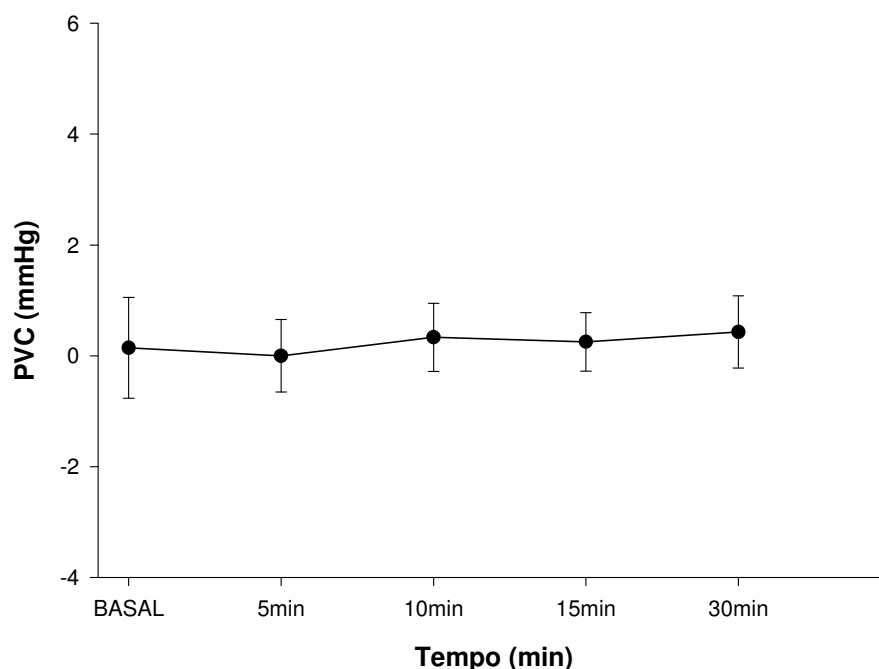


Figura 15 - Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da pressão venosa central (PVC) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.11 - pH venoso (pHv) e arterial (pHa)

Os valores médios ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) destas variáveis estão expressos na Tabela 19 e as médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) representadas graficamente na Figura 16. O pHv e o pHa não variaram ($p > 0,05$) ao longo do período de avaliação.

Tabela 19 - Valores médios ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) do pH venoso (pHv) e pH arterial (pHa) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Momento (minutos)	$\bar{X} \pm \text{DP}$	
	pHv	pHa
BASAL	7,37 $\pm$ 0,02	7,40 $\pm$ 0,01
5	7,36 $\pm$ 0,02	7,40 $\pm$ 0,03
10	7,37 $\pm$ 0,02	7,39 $\pm$ 0,01
15	7,36 $\pm$ 0,01	7,39 $\pm$ 0,01
30	7,36 $\pm$ 0,02	7,38 $\pm$ 0,01

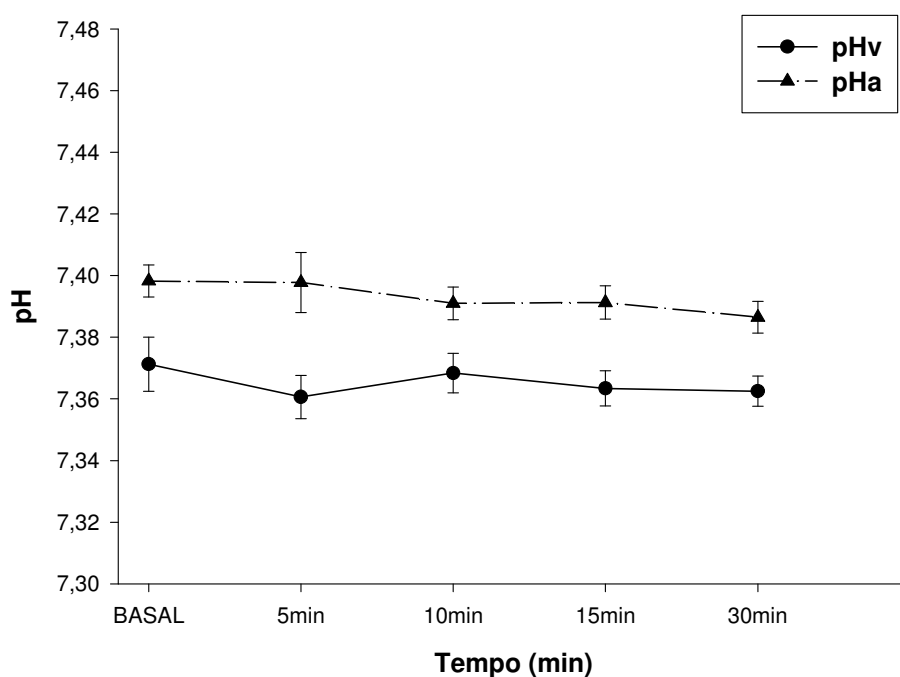


Figura 16 - Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) do pH venoso (pHv) e do pH arterial (pHa) de oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.12 – PO₂ venoso (PvO₂) e arterial (PaO₂)

As médias ($\bar{X} \pm DP$) destas variáveis estão expressas na Tabela 20 e representadas graficamente na Figura 17 ($\bar{X} \pm EPM$). Não houve diferença ($p>0,05$) ao longo do período de avaliação em relação aos valores obtidos para a PvO₂ e PaO₂.

Tabela 20 - Valores médios ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) do PO₂ venoso (PvO₂) e PO₂ arterial (PaO₂) de oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Momento (minutos)	$\bar{X} \pm DP$	
	PvO ₂ (mmHg)	PaO ₂ (mmHg)
BASAL	37,36 $\pm$ 5,8	104,35 $\pm$ 18,0
5	37,60 $\pm$ 3,0	107,18 $\pm$ 30,0
10	36,47 $\pm$ 3,4	97,30 $\pm$ 7,4
15	37,81 $\pm$ 4,4	95,03 $\pm$ 5,4
30	38,57 $\pm$ 4,0	95,00 $\pm$ 8,1

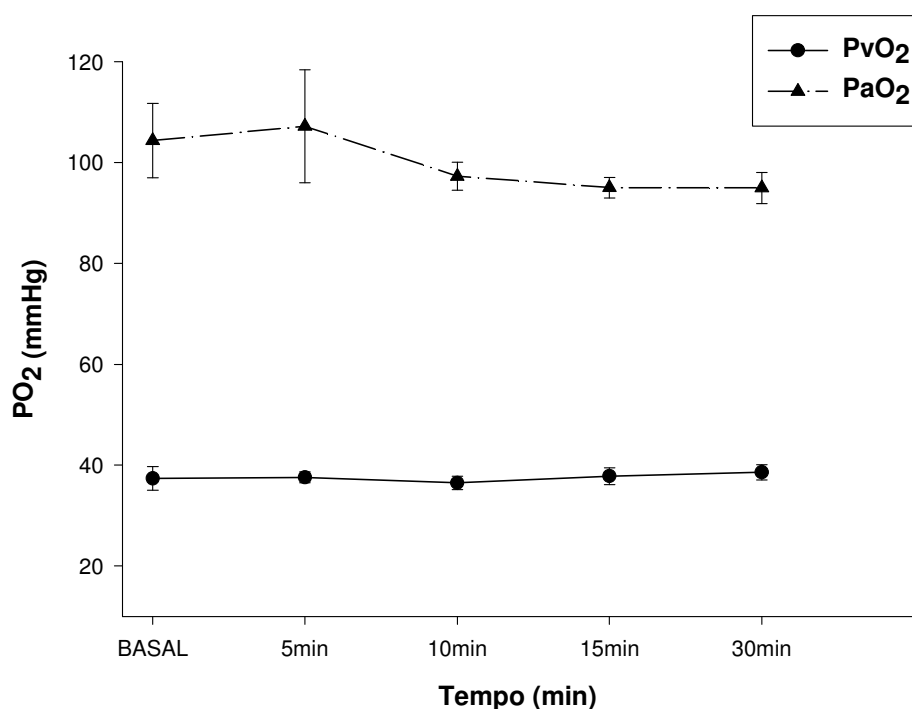


Figura 17 - Médias ($\bar{X} \pm EPM$) do PO₂ venoso (PvO₂) e PO₂ arterial (PaO₂) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.13 - PCO₂ venoso (PvCO₂) e arterial (PaCO₂)

As médias ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) destas variáveis estão expressos na Tabela 21 e representados graficamente na Figura 18 ($\bar{X} \pm \text{EPM}$). Não houve variação ($p>0,05$) dos valores da PvCO₂ durante o período de avaliação (30 minutos). Os valores da PaCO₂ também não apresentaram variação ($p>0,05$) ao longo do tempo.

Tabela 21 - Valores médios ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) do PCO₂ venoso (PvCO₂) e PCO₂ arterial (PaCO₂) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Momento (minutos)	$\bar{X} \pm \text{DP}$	
	PvCO ₂ (mmHg)	PaCO ₂ (mmHg)
BASAL	43,1 $\pm$ 5,0	39,2 $\pm$ 4,0
5	41,2 $\pm$ 8,5	39,2 $\pm$ 4,8
10	42,0 $\pm$ 5,7	39,7 $\pm$ 5,4
15	44,0 $\pm$ 5,6	41,7 $\pm$ 3,0
30	45,1 $\pm$ 4,1	41,0 $\pm$ 4,7

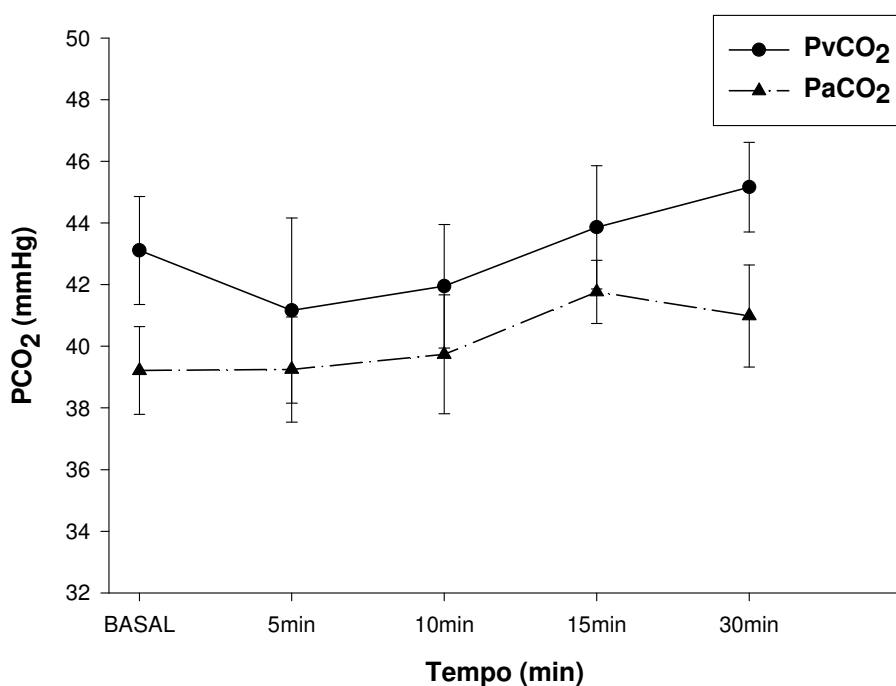


Figura 18 - Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) do PCO₂ venoso (PvCO₂) e PCO₂ arterial (PaCO₂) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.14 – HCO_3^- venoso ($\text{HCO}_3^- \text{v}$) e arterial ($\text{HCO}_3^- \text{a}$)

As médias ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) destas variáveis estão expressos na Tabela 22 e as médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) representadas graficamente na Figura 19. Não ocorreram alterações ($p > 0,05$) dos valores do $\text{HCO}_3^- \text{v}$ durante o período de avaliação. Observou-se quadro semelhante ao ocorrido para o $\text{HCO}_3^- \text{a}$.

Tabela 22 - Valores médios ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) do HCO_3^- venoso ($\text{HCO}_3^- \text{v}$) e HCO_3^- arterial ($\text{HCO}_3^- \text{a}$) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Momento (minutos)	$\bar{X} \pm \text{DP}$	
	$\text{HCO}_3^- \text{v}$ (mmol/L)	$\text{HCO}_3^- \text{a}$ (mmol/L)
BASAL	$24,5 \pm 2,3$	$23,6 \pm 3,0$
5	$23,9 \pm 6,7$	$23,4 \pm 2,4$
10	$23,6 \pm 3,6$	$23,4 \pm 3,0$
15	$24,3 \pm 3,5$	$24,7 \pm 1,9$
30	$25,0 \pm 2,4$	$23,9 \pm 2,9$

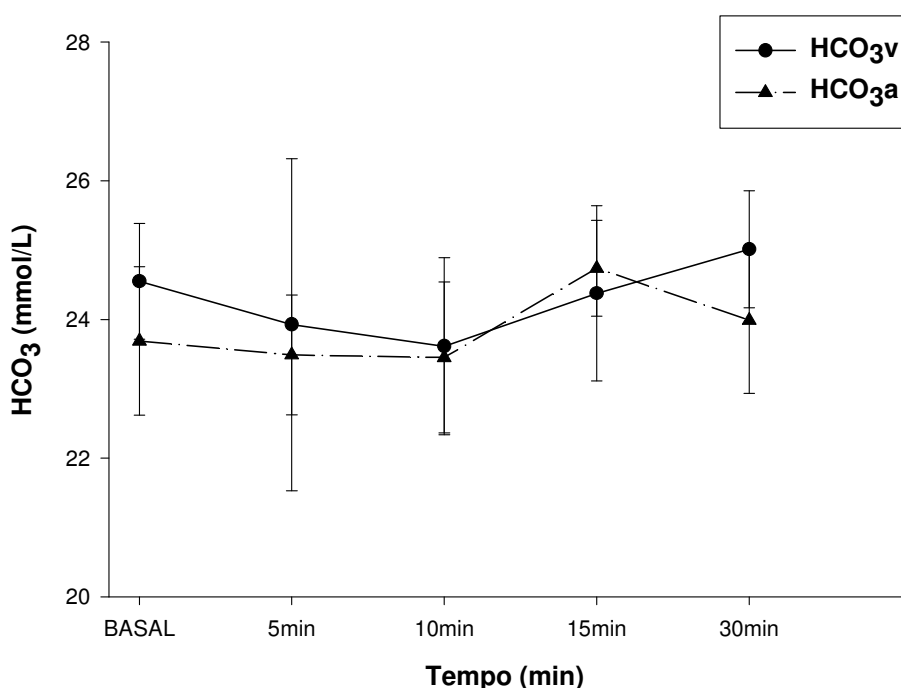


Figura 19 - Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) do HCO_3^- venoso ($\text{HCO}_3^- \text{v}$) e HCO_3^- arterial ($\text{HCO}_3^- \text{a}$) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.15 – Balanço de base venoso (BBv) e arterial (BBa)

As médias ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) destas variáveis estão expressas na Tabela 23 e representadas graficamente na Figura 20 ($\bar{X} \pm \text{EPM}$). Os valores tanto do BBv, quanto do BBa não apresentam diferenças ($p > 0,05$) ao longo do período de avaliação.

Tabela 23 - Valores médios ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) do balanço de base venoso (BBv) e balanço de base arterial (BBa) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Momento (minutos)	$\bar{X} \pm \text{DP}$	
	BBv (mmol/L)	BBa (mmol/L)
BASAL	-0,7 $\pm$ 2,0	-0,9 $\pm$ 2,7
5	-2,4 $\pm$ 4,3	-1,1 $\pm$ 2,1
10	-1,5 $\pm$ 3,4	-1,2 $\pm$ 2,7
15	0,5 $\pm$ 3,4	-0,1 $\pm$ 1,7
30	-0,1 $\pm$ 2,2	-0,8 $\pm$ 2,7

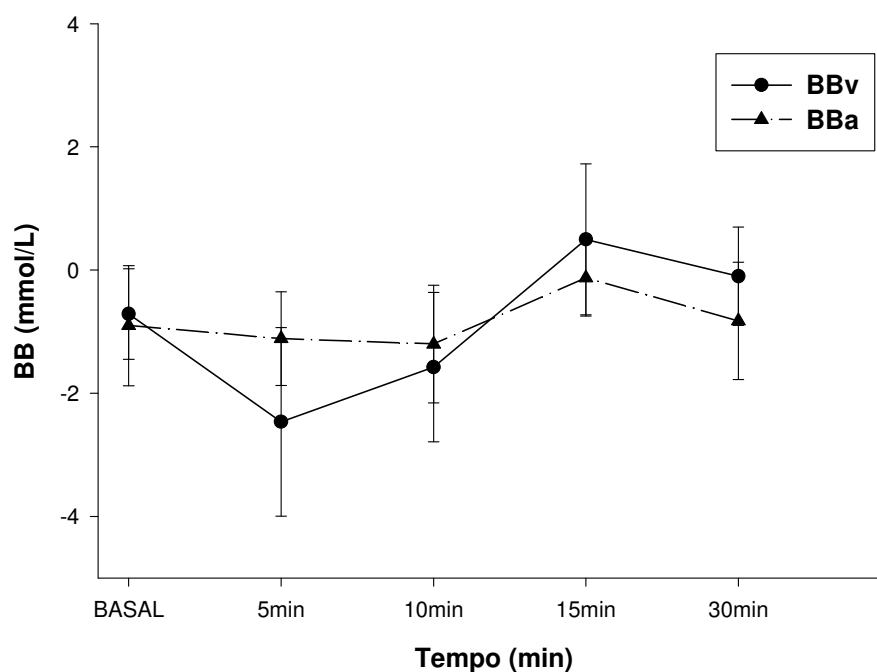


Figura 20 - Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) do balanço de base venoso (BBv) e balanço de base arterial (BBa) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.16 – Frequência cardíaca (FC)

As médias ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) desta variável estão expressos na Tabela 24 e representados graficamente na Figura 21 ($\bar{X} \pm \text{EPM}$). Em relação ao valor médio basal a FC não apresentou variações ($p>0,05$) durante o período de avaliação.

Tabela 24 - Valores médios ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) da frequência cardíaca (FC) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Momento (minutos)	$\bar{X} \pm \text{DP}$
	FC (bat/min)
BASAL	$40 \pm 5,0$
5	$43 \pm 4,0$
10	$40 \pm 4,0$
15	$40 \pm 3,0$
30	$43 \pm 4,0$

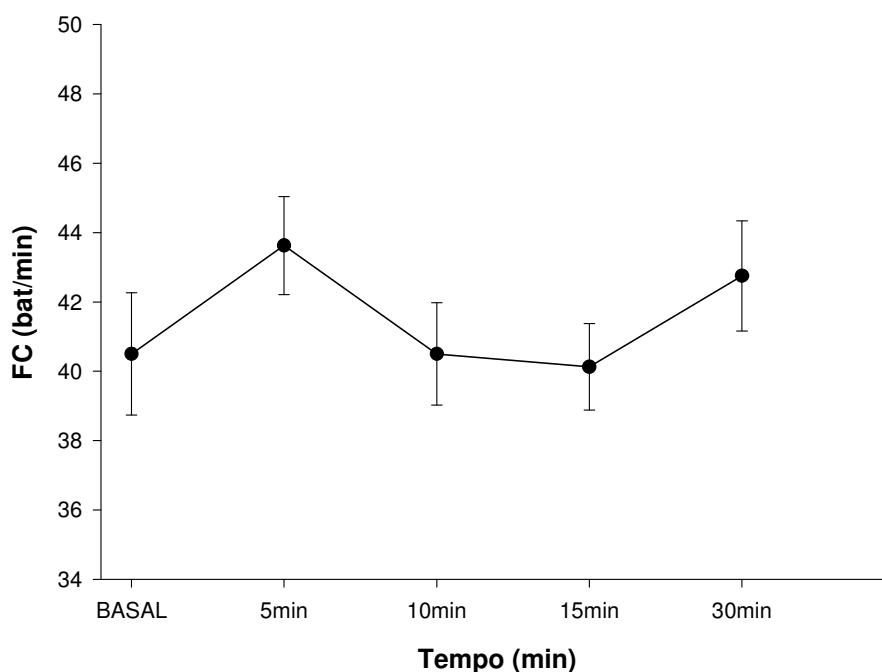


Figura 21 - Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da frequência cardíaca (FC) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.17 – Frequência respiratória (FR)

Os valores médios ($\bar{X}$) e desvios padrão (DP) destas variáveis estão expressos na Tabela 25 e representados graficamente na Figura 22 ($\bar{X} \pm \text{EPM}$). Não houve alterações deste parâmetro clínico ($p > 0,05$) no decorrer do período de avaliação.

Tabela 25 - Valores médios ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) da frequência respiratória (FR) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Momento (minutos)	$\bar{X} \pm \text{DP}$
	FR (mov/min)
BASAL	$14 \pm 4,0$
5	$16 \pm 7,0$
10	$17 \pm 6,0$
15	$17 \pm 7,0$
30	$15 \pm 4,0$

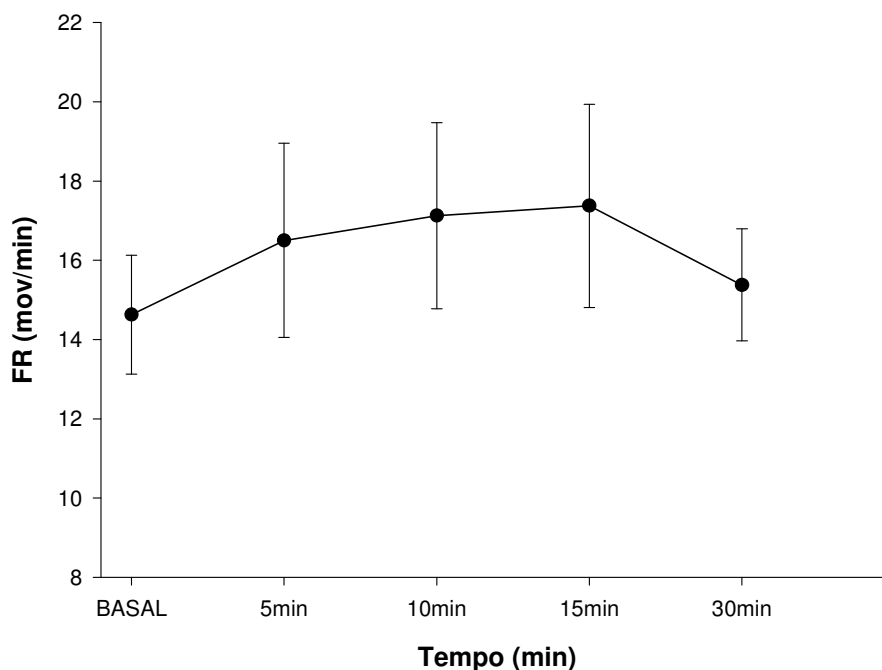


Figura 22 - Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da frequência respiratória (FR) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Em dois animais houve alteração padrão respiratório posteriormente à instauração do pneumoperitônio, passando de torácico-abdominal para abdominocostal.

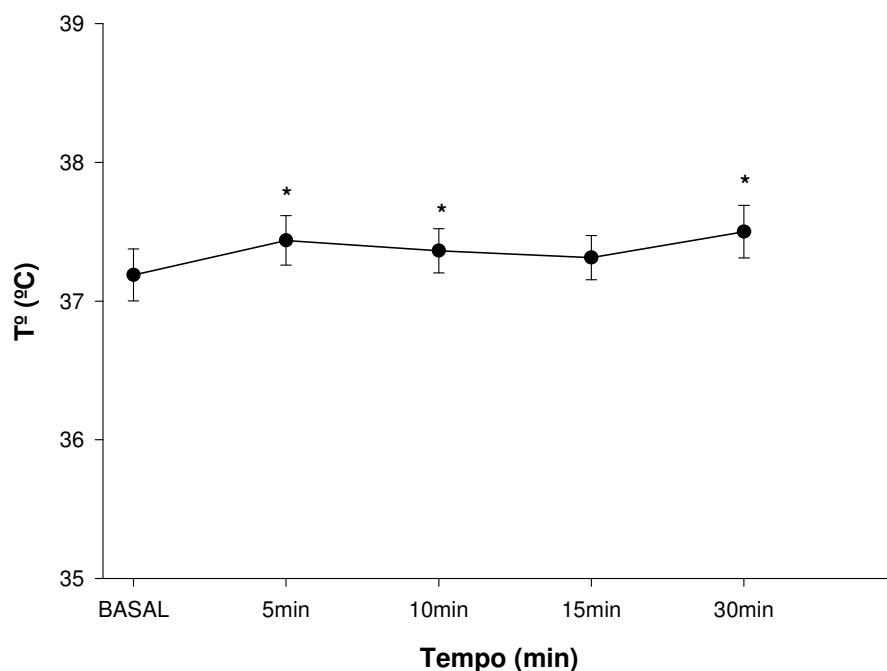
4.18 – Temperatura retal (T°)

As médias ($\bar{X} \pm DP$) deste parâmetro estão expressas na Tabela 26 e representadas graficamente na Figura 23 ($\bar{X} \pm EPM$). Houve aumento ($p \leq 0,05$) da temperatura retal em relação ao basal aos 5, 10 e 30 minutos.

Tabela 26 - Médias ($\bar{X}$) e desvio padrão (DP) da temperatura (T°) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Momento (minutos)	$\bar{X} \pm DP$
	$T^{\circ} (^{\circ}C)$
BASAL	$37,2 \pm 0,5$
5	$37,4 \pm 0,5^{*}$
10	$37,4 \pm 0,4^{*}$
15	$37,3 \pm 0,4$
30	$37,5 \pm 0,5^{*}$

(*) Diferem do BASAL (teste de Dunnett, $p \leq 0,05$).



(*) Diferentes de BASAL (teste de Dunnett $p \leq 0,05$).

Figura 23 - Médias ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) da temperatura (T°) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 10, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

4.19 – Pressão transdiafragmática (PTr)

As médias ($\bar{X}$) individuais da pressão transdiafragmática (PTr), obtidas pela diferença entre os valores da Pab e da Ppl basais de cada animal estão expressas na Tabela 27 e representadas graficamente na Figura 24.

Tabela 27 – Valores médios ($\bar{X}$) individuais das pressões transdiafragmáticas (PTr) basais em oito eqüinos. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Animais	$\bar{X}$
	PTr (mmHg)
1	-12,2
2	-9,2
3	-11,4
4	-9,2
5	-7,4
6	-12,4
7	-9,1
8	-7,9

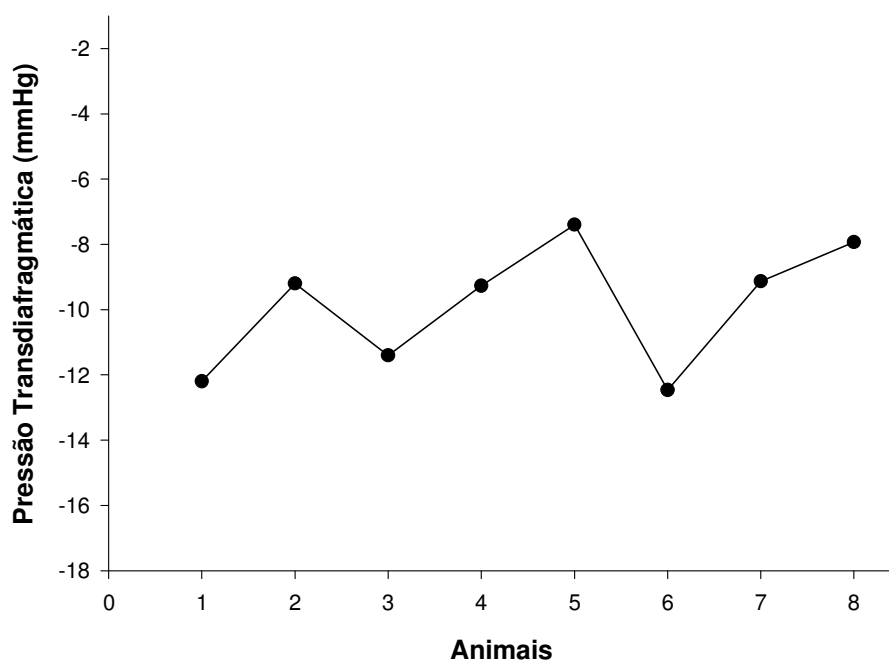


Figura 24 - Médias ($\bar{X}$) individuais da pressão transdiafragmática (PTr) basal em oito eqüinos. UNESP – Jaboticabal, 2008.

As médias ($\bar{X}$) individuais, a média geral ($\bar{X}$) e os desvios padrão (DP) da pressão transdiafragmática, ao longo do período de avaliação, estão expressas nas

Tabelas 28 e 29 respectivamente. A média ($\bar{X} \pm \text{EPM}$) está representada graficamente na Figura 25. Houve aumento ($p \leq 0,05$) dos valores da pressão transdiafragmática em relação à PTr média basal em todo o período de avaliação.

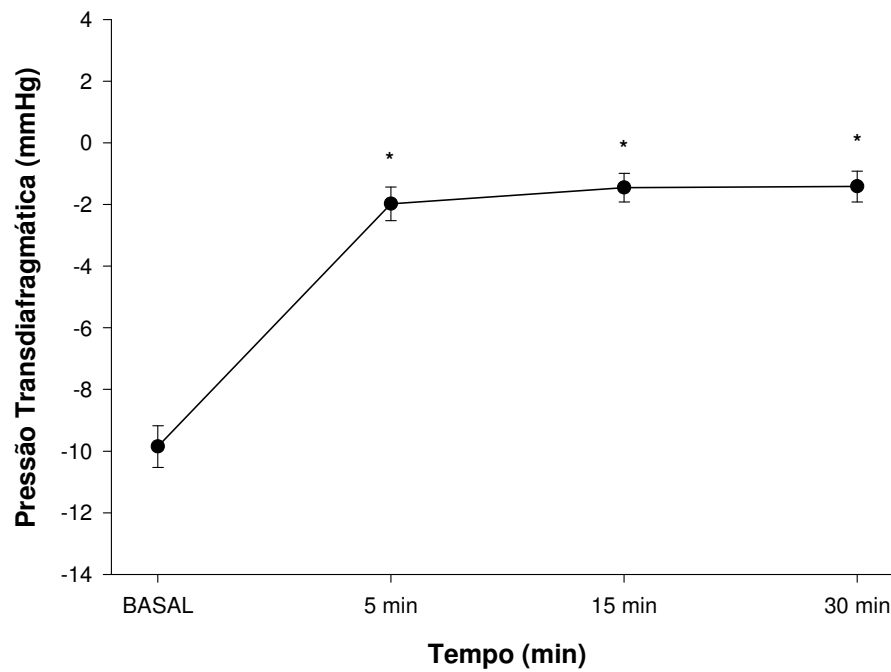
Tabela 28 – Valores médios ($\bar{X}$) individuais das pressões transdiafragmáticas (PTr) em oito eqüinos antes (BASAL) e 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.

Animais	$\bar{X} \pm s$ PTr (mmHg)			
	BASAL	5 min	15 min	30 min
1	-12,2	-3,7	-2,6	-2,4
2	-9,2	-0,9	-1,9	-0,7
3	-11,4	-0,4	-0,9	0,2
4	-9,2	-1,7	-1,2	-0,9
5	-7,4	0,3	1,4	0,0
6	-12,4	-3,9	-2,5	-4,1
7	-9,1	-2,8	-2,3	-2,0
8	-7,9	-2,7	-1,6	-1,4

Tabela 29 – Valores médios ($\bar{X}$) e desvio padrão (s) gerais das pressões transdiafragmáticas (PTr) em oito eqüinos antes (BASAL) e 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitôneo. UNESP – Jaboticabal, 2008.

$\bar{X} \pm s$			
BASAL	5 min	15 min	30 min
$-9,8 \pm 1,9$	$-1,9 \pm 1,5^*$	$-1,4 \pm 1,3^*$	$-1,4 \pm 1,4^*$

(*) Diferem do BASAL (teste de Dunnett, $p \leq 0,05$).



(*) Diferem do BASAL (teste de Dunnett, $p \leq 0,05$).

Figura 25 - Médias ($\pm$ se) da pressão transdiafragmática (PT_r) em oito eqüinos antes (BASAL) e aos 5, 15 e 30 minutos após a instauração do pneumoperitônio. UNESP – Jaboticabal, 2008.

V - DISCUSSÃO

A obtenção de valores fidedignos das pressões pleural e abdominal, por aferição indireta com cateter e balão (Figuras 1 e 2), é dependente da quantidade de ar insuflado. O volume de ar nos balões esofágico (Tabelas 1 e 2) e gástrico (Tabelas 3 e 4) influenciou diretamente nos valores das pressões e foi observado *in vitro* e *in vivo*, como mencionado por MILIC-EMILI et al. (1964a).

Os volumes ideais de ar para o balão esofágico (Tabelas 1 e 2) e gástrico (Tabelas 3 e 4) obtidos em eqüinos pela curva complacência no estudo *in vitro*, como mencionado por BEARDSMORE et al. (1980), foram 2,0 mL e 10 mL, respectivamente.

O volume de ar para o balão esofágico está entre os volumes determinados por BROWN et al. (1985), ZIN et al. (1989) e BENDITT (2005), que encontraram volumes considerados ideais para seres humanos entre 0,2 mL e 5,0 mL. Estudos *in vitro* para se determinar o volume de ar para o balão gástrico em eqüinos não foram encontrados na literatura compilada. Neste modelo experimental, o volume determinado no estudo piloto *in vitro* (Figuras 3 e 4) para o balão gástrico foi cinco vezes superior ao utilizado por BENDITT (2005) em estudo da mecânica respiratória em seres humanos. A diferença entre os volumes pode ser explicada, talvez devido às possíveis desigualdades em relação aos materiais e metodologias utilizados para a obtenção da curva de complacência neste estudo, em comparação com o referido autor, já que o mesmo não os refere em seu estudo.

Devido ao fato de que, durante a construção da curva de complacência para o balão gástrico, no estudo piloto *in vitro*, não ter sido observado um resultado consistente como ocorreu para o balão esofágico, optou-se pela confecção de outra curva, porém, *in vivo* (Tabela 11 e Figura 10), para comparação entre os valores obtidos nos dois estudos (Tabelas 12, 13, 14 e 15 e Figura 11) e, ainda com o valor real da pressão abdominal (Tabela 16 e Figura 12), obtido por punção abdominal. Os valores obtidos para a pressão gástrica foram muito diferentes da pressão abdominal (Figura 13),

sendo esta relação mais discrepante quando o balão foi insuflado com o maior volume de ar.

In vivo, a curva de complacência quantificou como sendo de 50 mL o volume ideal de ar para o balão gástrico (Tabela 11 e Figura 10). Este representou aproximadamente os valores encontrados por SANCHEZ et al. (2001) e DE WAELE et al. (2007) ao determinarem a pressão abdominal em pessoas adultas. Entretanto, o volume obtido nos testes *in vivo* foi muito diferente do observado no estudo piloto *in vitro* e nenhum dos dois foi capaz de representar os valores reais da pressão abdominal da espécie estudada.

Além da realização dos testes *in vitro* para a obtenção do volume de ar ideal a ser introduzido nos balões (esofágico e gástrico), outro fator a ser levado em consideração para a obtenção de valores confiáveis das pressões é o tamanho e o material o qual é confeccionado. Neste modelo experimental foram utilizados balões de látex (Figura 1), como sugerido por HOFFMAN (2002), os quais possuem parede fina (0,05 – 0,1 mm) e são altamente complacentes. O comprimento e o diâmetro (Figura 1), considerados suficientes, foram selecionados de acordo com as especificações estabelecidas para uso em seres humanos (MEAD et al., 1955; PETIT & MILIC-EMILI, 1958), e cavalos (DERKSEN & ROBINSON, 1980; HOFFMAN, 2002). A integridade e a vedação dos balões foram testadas inflando-os dentro de um recipiente com água, como sugerido por (HOFFMAN, 2002), além disso, os balões eram substituídos por novos após a aferição dos valores da pressão de dois animais em todas as fases do estudo.

A pressão no interior do esôfago, em diferentes espécies animais e no ser humano, varia de acordo com a localização do balão ao longo de sua extensão (PETIT & MILIC-EMILI, 1958; BROWN et al., 1985; ART & LEKEUX, 1988), sendo mais fidedigna quando obtida no terço distal do órgão (FRY et al., 1952; PETIT & MILIC-EMILI, 1958; DECHMAN et al., 1992). Nesta porção do esôfago o balão foi menos susceptível a oscilações cardiogênicas, como relatado por DERKSEN & ROBINSON (1980). O local para o posicionamento considerado ideal do balão foi determinado por meio do “teste de oclusão”, durante a realização da fase experimental (Tabela 8 e

Figura 5), como estabelecido por BAYDUR et al. (1982). O cateter com balão de látex em sua extremidade, posicionado na da laringe, como descreveram ART et al. (1988), permitiram aferir com facilidade a pressão das vias aéreas superiores durante a realização do “teste de oclusão”.

A distância do CB, da narina até o centro do balão no interior do esôfago, variou de 135 cm a 145 cm (Tabela 8 e Figura 5), medidas semelhantes às utilizadas por HACKETT et al. (1999). Essa distância, em eqüinos, corresponde à porção média do tórax, entre o 8º e 10º espaços intercostais (HOFFMAN, 2002).

Quando comparados os valores das pressões pleurais, dos sete animais pertencentes às duas etapas do experimento, obtidos no estudo piloto *in vivo* e na fase experimental, em apenas um deles houve diferença ($p \leq 0,05$) entre os valores obtidos para a pressão pleural (Tabela 10 e Figura 9). A diferença pode ser atribuída ao posicionamento do balão, pois no estudo *in vivo* ele foi posicionado a 145cm da narina ao centro do balão localizado no interior do esôfago. Já na fase experimental, a distância ideal de aferição para o mesmo animal, após a realização do “teste de oclusão”, foi de 135cm.

A média basal da pressão pleural (Ppl), ao final da inspiração, aferida durante a fase experimental, foi de $-0,3 \pm 1,0$ mmHg (Tabelas 8 e 9 e Figura 8), valor superior aos referidos por DERKSEN & ROBINSON (2002) e VAN ERCK et al. (2005) citando valores de referencia para pôneis e eqüinos em repouso, não mencionando as metodologias utilizadas. Por outro lado, o valor da pressão pleural em eqüinos em repouso é dependente da frequência respiratória espontânea e oscila durante a aferição (HOFFMAN, 2002). A diferença entre os valores obtidos e os da literatura compilada pode estar, em parte, relacionada ao tipo de equipamento utilizado na medida da pressão. O uso do pneumatógrafo (DERKSEN & ROBINSON, 1980; LAVOIE et al., 1995; BENDITT, 2005) permite visibilizar a curva das pressões durante a fase inspiratória e expiratória do ciclo respiratório, o que não foi possível com os equipamentos utilizados.

Os valores da pressão esofágica representam com mais fidelidade a pressão pleural em eqüinos (HOFFMAN, 2002) e cães (DECHMAN et al., 1992) quando estes

são submetidos à anestesia geral com ventilação controlada, o que não foi realizada neste modelo experimental. Para padronizar o momento da mensuração da pressão esofágica, esta foi realizada durante a fase inspiratória a qual reflete com mais precisão a pressão pleural (DECHMAN et al., 1992). O mesmo procedimento foi adotado para a mensuração da pressão gástrica.

O posicionamento do sensor de pressão, na altura da articulação do cotovelo, pode ter colaborado para a ocorrência na diferença dos valores da pressão pleural obtida em relação aos citados na literatura. Anatomicamente, a região distal do esôfago, onde foi posicionado o balão esofágico, fica 20cm acima da articulação do cotovelo (DERKSEN & ROBINSON, 1980). Apesar da diferença de peso e idade dos animais, eles apresentavam estatura semelhante, portanto, provavelmente, não houve interferência da altura do posicionamento do sensor nos valores das pressões entre o grupo de animais estudados. Semelhantemente, o posicionamento do sensor para aferição da pressão gástrica foi o mesmo utilizado para o balão esofágico, pois não foram encontradas na literatura referências sobre esta metodologia para a espécie eqüina.

Outro fator que poderia ter influenciado nos valores da pressão pleural foi o número de orifícios confeccionado no CB (Figuras 1 e 2), embora a pressão, mensurada com um único orifício para o interior do balão esofágico, ter apresentado valores semelhantes nos oito eqüinos. LAVOIE et al. (1995) e BENDITT (2005) recomendam o uso de mais de um orifício, de preferência posicionados em espiral em volta do cateter, para evitar possível obstrução no fluxo de ar. Em vista dos valores obtidos para a Ppl terem sido semelhantes para os oito animais, pode-se aventar a possibilidade de que tal fato não tenha ocorrido. Todavia este procedimento foi realizado no CB para o balão gástrico (Figuras 1 e 2).

Fármacos como xilazina e acepromazina diminuem e aumentam, respectivamente, a motilidade do terço distal do esôfago (LAVOIE et al., 1992; WOOLDRIDGE et al., 2002) e, devido a esse fato, optou-se pela não sedação dos animais, pois estes fármacos poderiam interferir na obtenção de valores fidedignos da pressão pleural devido à probabilidade de causarem alterações na motilidade do

esôfago. Semelhantemente, com o intuito de ser evitada a interferência sobre a aferição da pressão gástrica pela presença de alimento no estômago, optou-se pela realização de jejum hídrico e alimentar de 12 horas. Com exceção de potros jovens, o jejum de 12 horas é suficiente para assegurar o esvaziamento do estômago. Quando ocorrem problemas no esvaziamento gástrico, é necessário período maior de jejum (SPEIRS, 1999).

Uma série de mensurações da mecânica respiratória pode ser realizada com o conhecimento das pressões pleural e abdominal (BENDITT, 2005). Além da pressão pleural (Tabelas 8 e 9 e Figura 8), a pressão abdominal também foi mensurada, por meio da aferição da pressão gástrica, com a introdução do CB no interior do estômago (Tabelas 12, 13, 14 e 15 e Figura 11), como descrito para seres humanos (TZELEPIS et al., 1996; BENDITT, 2005; TURNBULL et al., 2007). Todavia, em eqüinos não foi observada relação confiável entre os valores da pressão gástrica e a pressão abdominal (Figura 13), como verificado em seres humanos (ENGUM et al. 2002; DE WAELE et al., 2007).

Portanto, a estreita relação dos valores da pressão abdominal e gástrica para seres humanos não foi observada em eqüinos, como descrita por TURNBULL et al. (2007). A pressão gástrica é sempre positiva mediante o funcionamento do diafragma em eqüinos (HOFFMAN, 2002) e seres humanos (MALBRAIN, 2004; BENDITT, 2005). Este fato permite correlacionar a pressão abdominal com a gástrica em seres humanos, pois a pressão abdominal também apresenta valores positivos (SANCHEZ et al., 2001; DE WAELE et al., 2007). Todavia esta relação não pôde ser estabelecida na espécie eqüina, já que a aferição da pressão abdominal apresentou valores negativos para esta espécie, com média de $-10,16 \pm 2,2\text{mmHg}$ (Tabela 16 e Figura 12).

Não foram encontrados na literatura consultada relatos sobre a correlação entre os valores da pressão abdominal e gástrica, tanto em seres humanos quanto em eqüinos, após a produção de pneumoperitônio. Esta correlação não foi estabelecida em nenhuma fase deste experimento.

Os valores da pressão pleural obtidos após a produção do pneumoperitônio não variaram em relação ao momento basal (Tabelas 8 e 9 e Figura 8). Entretanto, em

seres humanos (MUTOH et al., 1991; BENDITT, 2005) e em suínos anestesiados (DUPERRET et al., 2006) foi observado aumento significativo da pressão pleural, causado pela elevação do diafragma em consequência do acréscimo da pressão intra-abdominal. Porém, nos referidos estudos houve produção de pneumoperitônio intenso, por insuflação de CO₂, diferentemente da metodologia utilizada neste estudo, a qual houve aumento passivo da pressão abdominal por entrada de ar atmosférico no interior da cavidade.

O aumento da pressão pleural ocorre, devido à redução da complacência pulmonar, causada pelo deslocamento do diafragma (ALEXANDER et al., 1969; BROWN et al., 1976; ZIN et al., 1989; SHA et al., 1991; MUTOH et al., 1991; OBEID, 1995; CITERO, 2001), para que haja manutenção do volume tidal durante a fase de elevação da pressão abdominal (GUDMUNDSSON & HELTNE, 2004).

Com o pneumoperitônio, assim como para a pressão pleural, não houve aumento da pressão sistólica (Tabela 17 e Figura 14). Segundo alguns autores (DUPERRET et al., 2006; DUPERRET et al., 2007), há alta correlação entre a variação da pressão sistólica e a pressão pleural, pois a elevação desta, ao final da inspiração, é transmitida ao ventrículo esquerdo e, posteriormente, à artéria aorta provocando o aumento concomitante da pressão sistólica. Provavelmente não foram constatadas alterações tanto nos valores da Ppl quanto da PAS, devido ao discreto pneumopertitônio produzido neste estudo. A não alteração da Ppl, aparentemente foi a responsável pela não variação da PAS, pois existe alta relação entre os valores dessas variáveis (DUPERRET et al., 2006).

Na literatura não foram encontrados dados referentes à pressão arterial diastólica. Nossos resultados demonstraram haver aumento da pressão diastólica, assim como da pressão arterial média após a instauração do pneumoperitônio (Tabela 17 e Figura 14). RAUH et al. (2001) também verificaram aumento significativo da pressão arterial média 10 minutos após a instauração do pneumoperitônio em pacientes humanos anestesiados. Todavia, esta alteração não foi observada por GUDMUNDSSON & HELTNE (2004) durante a realização de laparoscopia prolongada (três horas) em suínos.

A elevação ($p \leq 0,05$) da PAM e PAD pode estar relacionada com os mecanismos propostos por DUPERRET et al. (2006) e o aumento da PAM se deveu ao acréscimo dos valores da PAD. Segundo OBEID et al. (1995) e RAUH et al. (2001), o grau de alteração destas variáveis depende da intensidade do pneumoperitônio produzido.

A produção de pneumoperitônio com CO_2 promove aumento da PAM independentemente da espécie estudada e da metodologia utilizada. A elevação da pressão abdominal promove ampliação da resistência vascular periférica devido à compressão dos leitos vasculares abdominais o que, conseqüentemente, promove o acréscimo dos valores da pressão do átrio direito, a qual culmina com a elevação dos valores da PAM (DONALDSON et al., 1998). O aumento dos valores da PAM também pode ter sido provocado pela elevação das catecolaminas circulantes, decorrente da distensão abdominal, a qual causa a constrição dos leitos vasculares periféricos ou, ainda, devido ao efeito da elevação da pressão abdominal sobre o tônus simpático ou mesmo devido à compressão da vascularização visceral (LATIMER et al., 2003).

Além da pressão arterial, foi realizada aferição da pressão venosa central (Tabela 18 e Figura 15), segundo metodologias estabelecidas por HALL & NIGAM (1975) e FIELDING et al. (2004). A média basal ($\pm s$) da pressão venosa central, obtida com cateter posicionado na veia cava cranial, foi de $0,14 \pm 2,4 \text{ mmHg}$, valor superior ($-4,4 \text{ mmHg}$) aos descritos por HALL & NIGMAN (1975) em eqüinos em decúbito dorsal, com o sensor de pressão localizado na altura correspondente ao manúbrio do esterno. Segundo estes autores, ocorrem diferenças nos valores da pressão venosa central em relação à postura e ao peso corporal em eqüinos.

Não pôde ser observado aumento da PVC ao longo do tempo de avaliação, (Tabela 18 e Figura 15). Estes achados não estão de acordo com as observações de MEININGER et al. (2005) e KOIVUSALO et al. (2008) em seres humanos. Segundo KOIVUSALO et al. (2008), a elevação da PCV após a insuflação do pneumoperitônio ocorre devido ao esvaziamento das vísceras abdominais e redução dos valores de CO , decorrentes do aumento da pressão pleural.

A quantidade discreta de ar transferido para o interior da cavidade abdominal não foi suficiente para provocar alterações nos valores do pH (Tabela 19 e Figura 16), PO_2 (Tabela 20 e Figura 17) e PCO_2 (Tabela 21 e Figura 18) arterial e venoso. Entretanto, foi observada redução dos valores do pH e PO_2 e aumento da PCO_2 arteriais em suínos (RIDINGS et al., 1995; GUDMUNDSSON & HELTNE, 2004) e em seres humanos (DUPERRET et al., 2006), porém com pneumoperitônio mais expressivo do que o produzido neste experimento. A elevação da $PaCO_2$ e da PAM e diminuição da PaO_2 e do pH foram observados em eqüinos anestesiados com halotano, mantidos sob ventilação mecânica, posicionados em decúbito dorsal e após a insuflação da cavidade abdominal com CO_2 para realização de laparoscopia, devido ao aumento aparente do trabalho cardíaco e o decréscimo da eficiência pulmonar que acompanham o pneumoperitônio produzido com CO_2 (DONALDSON et al., 1998).

O pneumoperitônio intenso (15 a 20mmHg) pode causar hipóxia em seres humanos mantidos em ventilação espontânea devido à elevação do volume e da pressão abdominal, a qual comprime os campos pulmonares caudais e interfere com a excursão diafragmática, provocando limitação da capacidade pulmonar residual, decréscimo da complacência pulmonar e acréscimo do espaço morto alveolar (SAFRAN & ORLANDO, 1994). Este fato, além de alterações nos valores da PCO_2 e pH, não foram observados neste estudo, provavelmente devido à intensidade discreta do pneumoperitônio produzido e também devido ao fato deste ter sido instaurado pela entrada passiva de ar atmosférico no interior da cavidade abdominal dos animais, ao invés da instilação de CO_2 puro utilizado em procedimentos de laparoscopia.

O acréscimo dos valores da $PaCO_2$ se deve à absorção do CO_2 exógeno insuflado durante o procedimento de laparoscopia. A insuflação da cavidade abdominal com pressões abaixo de 25mmHg não obstrui o fluxo sanguíneo dos capilares peritôneais e esplênicos, o que permite que o CO_2 , altamente solúvel seja absorvido (DONALDSON et al., 1998). Segundo DUKE (2001), a taxa de absorção do CO_2 independe da taxa de insuflação e sim da alta solubilidade do gás, o qual é rapidamente absorvido pelas cavidades corporais, atingindo a circulação, especialmente nos primeiros 15 minutos. A rápida absorção de CO_2 provoca alterações no pH levando a

acidose. Adicionalmente promove efeitos hemodinâmicos e respiratórios adversos, resultantes do aumento da pressão abdominal (BASHIROV et al., 2007).

Neste experimento, o sangue venoso misto utilizado para a realização dos estudos hemogasomáticos do sangue venoso, foi colhido da veia cava cranial. Conforme concluíram REINHART et al. (2004), em seres humanos, os valores para a concentração de O_2 nesse sítio de colheita são confiáveis em pacientes enfermos. Contudo, o local ideal para a sua colheita é na artéria pulmonar (DICKENS, 2004).

À semelhança do que ocorreu com a PaO_2 , não houve alteração ($p>0,05$) dos valores da PvO_2 (Tabela 20 e Figura 17), diferentemente das observações feitas por WINDBERGER et al. (1994) que concluíram que a elevação da PvO_2 se deve à redução do débito cardíaco ou diminuição da utilização de O_2 provocados pelo aumento da pressão da cavidade abdominal.

O HCO_3^- arterial e venoso não variaram ($p>0,05$) ao longo do tempo (Tabela 22 e Figura 19). Ao contrário do observado em seres humanos (STEINBERG et al., 1999) e em suínos (GUDMUNDSSON & HELTNE, 2004), a concentração de HCO_3^- arterial não reduziu. Não foram encontradas referências em relação ao HCO_3^- venoso.

Da mesma forma, não há relatos sobre a variação na concentração do BB venoso (Tabela 23 e Figura 20). Há um trabalho que sinaliza a elevação do BB arterial em suínos, porém ocorrendo entre 90 a 180 minutos após a cavidade abdominal ser submetida a pressões de 20mmHg e 30mmHg (GUDMUNDSSON & HELTNE, 2004). LATIMER et al. (2003) também não observaram alterações significativas nos valores de HCO_3^- e BB arteriais após a produção de pneumoperitônio com CO_2 à pressão de 15mmHg em eqüinos mantidos em posição quadrupedal e sedados.

A FC (Tabela 24 e Figura 21) e a FR (Tabela 25 e Figura 22) se mantiveram constantes ao longo do tempo. Observações semelhantes foram feitas por LORENZO et al. (2007) em crianças. RAUH et al. (2001) e GUDMUNDSSON & HELTNE (2004) também não observaram alteração na frequência cardíaca após a realização do pneumoperitônio em pacientes humanos e suínos, respectivamente, anestesiados e submetidos à laparoscopia.

A absorção do CO₂ insuflado pode provocar ainda, além da acidose e hipóxia, hipercapnia, porém, foi observado que em seres humanos (SAFRAN & ORLANDO, 1994) e em eqüinos não sedados (DUKE, 2001) mantidos em respiração espontânea, não ocorrem alterações significativas nestes parâmetros. Em seres humanos foi demonstrado que o CO₂ é rapidamente removido da circulação devido ao aumento da ventilação e da produção de CO₂ “*end-tidal*”. (SAFRAN & ORLANDO, 1994). A hipercapnia, quando presente, produz efeito estimulante no sistema nervoso simpático, resultando em aumento da pressão sanguínea, taquicardia e arritmia (BASHIROV et al., 2007). A hipercapnia aguda promove aumento do débito cardíaco e dos níveis de catecolaminas circulantes em suínos, seres humanos e eqüinos anestesiados, associado ao quadro de hipóxia aguda devido ao aumento da atividade cardíaca (DONALDSON et al., 1998).

Os eqüinos mantidos alertas e respirando espontaneamente e o pneumoperitônio discreto produzido nesse estudo, contribuíram para que não ocorressem alterações decorrentes devido à absorção do CO₂, como presença de acidez, hipóxia, o desenvolvimento da hipercapnia, taquicardia ou taquipnéia, corroborando com os achados de SAFRAN & ORLANDO (1994) em seres humanos e DUKE (2001), que também trabalhou com eqüinos sob as mesmas condições desse experimento. Segundo LATIMER et al. (2003), em eqüinos saudáveis e mantidos em posição quadrupedal o pneumoperitônio com CO₂ não promove efeitos adversos na oxigenação arterial e na ventilação espontânea. Fato também verificado por DUKE (2001) e constatado nesse modelo experimental. Por outro lado, GUDMUNDSSON & HELTNE (2004) e BASHIROV et al. (2007) constataram alterações na FC decorrentes da hipercapnia após geração de pneumoperitônio intenso em suínos mantidos sob anestesia geral.

Outro fator a ser levado em consideração pode estar relacionado ao período curto de avaliação, após a produção do pneumoperitônio, aos quais os animais foram submetidos. Nestas condições, segundo GUDMUNDSSON & HELTNE (2004), este tempo é insuficiente para propiciar e serem observadas alterações nas funções pulmonares decorrentes do aumento da pressão abdominal.

Não foi observada interferência da presença do CB sobre a frequência respiratória e padrão respiratório dos animais durante o estudo piloto *in vivo* (Tabela 6 e Figura 6), portanto as alterações no padrão respiratório observadas na fase experimental em dois animais ocorreram em decorrência do pneumoperitônio produzido. Os dois animais provavelmente apresentaram uma sensibilidade maior à alteração da pressão abdominal em relação aos outros, mesmo apesar do discreto pneumoperitônio produzido com agulha e instilação passiva de ar atmosférico no interior da cavidade abdominal dos animais, considerado insuficiente para provocar alterações respiratórias como a observada por vários autores (JOHANNSEN et al., 1989; MUTOH et al., 1991; PURI & SINGH, 1992; OBEID et al., 1995; RAUH et al., 2001; GUDMUNDSSON & HELTNE, 2004).

Fica evidente, como descreveram RAUH et al. (2001) ao trabalharem com seres humanos, que o tipo de procedimento cirúrgico e a extensão do pneumoperitônio influenciam diretamente a função respiratória. Todavia, esta observação não foi verificada em porquinhos da Índia (SANTOS et al., 1996) e sim em ratos (MOREIRA et al., 1997) e em cães (SILVA et al., 2006).

O pneumoperitônio produzido, provocou o aumento da média da pressão abdominal ($p \leq 0,05$) de $-10,12 \pm 2,0$ mmHg para $-2,0 \pm 1,2$ mmHg (Tabela 16 e Figura 12). Este valor foi inferior aos relatados mediante a realização de laparoscopias (GUDMUNDSSON & HELTNE, 2004; DUPERRET et al., 2006; LORENZO et al., 2006) e laparotomia (SILVA et al., 2006), quando a pressão abdominal torna-se igual à ambiente.

Não foram encontrados dados referentes ao aumento da temperatura corpórea em seres humanos (LORENZO et al., 2007) e em animais (BASHIROV et al., 2007), após a produção de pneumoperitônio, como foi observado ($p \leq 0,05$) neste experimento aos 5 minutos, 10 minutos e 30 minutos (Tabela 26 e Figura 23). Normalmente, em procedimentos cirúrgicos com abertura da cavidade abdominal (LUCK et al., 1999) nota-se redução da temperatura corpórea, assim como na indução de pneumoperitônio com CO₂ (KARAYAN et al., 1996; LUCK et al., 1999; BASHIROV et al., 2007). A elevação da temperatura corpórea nesse experimento pode ser atribuída à hipertermia

induzida pelo estresse, fato configurado em experimento com animais. A exposição a um fator estressante ativa o hipotálamo, seguido por ativação da pituitária e das adrenais, as quais promovem a liberação de ACTH e corticosteróides. Fontes de energia, como a glicose, são liberadas enquanto, paralelamente, ocorre elevação da frequência cardíaca e aumento da temperatura corporal (BOUWKNECHT et al., 2007).

Além das variáveis que podem ser obtidas por meio das análises da pressão pleural e abdominal, pode-se determinar a pressão transdiafragmática (Tabela 27 e Figura 25), unidade comumente determinada em seres humanos e raramente em eqüinos. Indiretamente esta pressão dá indícios sobre o funcionamento do diafragma. A média basal da pressão transdiafragmática em eqüinos foi de $-9,8 \pm 1,9$ mmHg. Para o cálculo da pressão transdiafragmática foi utilizada uma variação da fórmula e das metodologias descritas por BENDITT (2005). De acordo com o autor, o cálculo dos valores dessa pressão, para seres humanos, é realizado pela subtração dos valores da Pga pela Ppl. Como não foi observada relação entre os valores da Pga e Pab para os eqüinos, o cálculo da pressão transdiafragmática neste estudo, foi feito mediante a subtração da Pab pela Ppl, portanto a fórmula utilizada foi: $P_{Tr} = P_{ab} - P_{pl}$. Houve variação ($p \leq 0,05$) dos valores da P_{Tr} ao longo do período de avaliação em relação ao basal (Tabelas 28 e 29 e Figura 25), porém devido ao discreto pneumoperitônio produzido, parece não ter havido paralisia diafragmática nos animais. Segundo BENDITT (2005) quando ocorre isso ocorre em seres humanos, a P_{Tr} assume valores negativos. Para a espécie eqüina, esta pressão é fisiologicamente negativa, como foi demonstrado, porém não há como afirmar, com base nos dados obtidos, se ocorre inversão dos valores em caso de paralisia diafragmática como é descrito para os seres humanos.

VI - CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste experimento, conclui-se que:

A variação discreta da pressão abdominal, após a produção de pneumoperitônio passivo com ar atmosférico, não é suficiente para promover alteração dos valores da Ppl, dos parâmetros cardiovasculares e hemogasométricos em eqüinos.

O não é possível correlacionar os valores da Pga com os valores reais da Pab para a espécie eqüina, portanto o método de aferição indireta da pressão abdominal é ineficaz para estimar os valores reais da Pab para esta espécie animal.

Como os valores da Pga não representam os valores reais da Pab, a pressão transdiafragmática, calculada com a fórmula $P_{tr} = P_{ab} - P_{pl}$, apresenta valores negativos em eqüinos.

VII - REFERÊNCIAS*

ALEXANDER, G. D.; NOE, F. E.; BROWN, E. M. Anaesthesia for pelvic laparoscopy. **Anesth. Anal.**, Paris, v.48, p.14-18, 1969.

ART, T.; LEKEUX, P. A critical assessment of pulmonary function testing in exercising ponies. **Vet. Res. Commun.**, Dordrecht, v.12, n.1, p.25-39, 1988.

ART, T.; SERTEYN, D.; LEKEUX, P. Effect of exercise on the partitioning of equine respiratory resistance. **Equine Vet. J.**, Fordham, v.20, n.4, p.268-273, 1988.

ATTINGER, E. O.; MONROE, R. G.; SEGAL, M. S. The mechanics of breathing in different body positions. I. In normal Subjects. **J. Clin. Invest.**, Philadelphia, v.35, p.904-911, 1956.

BASHIROV, E.; CETINER, S.; EMRE, M.; SEYDALIYEVA, T.; ALIC, V.; DAGLIOGLU, K.; OZALEVLI, M.; SAN, M.; TOPCUOGLU, M. S. A randomized controlled study evaluating the effects of the temperature of insufflated CO₂ on core body temperature and blood gases (an experimental study). **Surg. Endosc.**, New York, v.21, p.1820-1825, 2007.

BAYDUR, A.; BEHRAKIS, P. K.; ZIN, W. A.; JAEGER, M.; MILIC-EMILI, J. A simple method for assessing the validity of the esophageal balloon technique. **Am. Rev. Respir. Dis.**, Okland, v.126, p.788-791, 1982.

BEARDSMORE, C. S.; HELMS, P.; STOCKS, J.; HATCH, D. J.; SILVERMAN, M. Improved esophageal balloon technique for use in infants. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.49, p.735-742, 1980.

* ABNT – NR 6023:2002

BENDITT, J. O. Esophageal and gastric pressure measurements. **Respir. Care.**, Irving, v.50, n.1, p.68-77, 2005.

BOUWKNECHT, J. A.; OLIVIER, B. R.; PAYLOR, E. The stress-induced hyperthermia paradigm as a physiological animal model for anxiety: a review of pharmacological and genetic studies in the mouse, **Neurosci. Biobehav. Rev.**, London, v.31, p.41–59, 2007.

BROWN, D. R., FISHBURNE, J. I.; ROBERSON, V. O.; HULKA, J. F.; Ventilatory and blood gas changes during laparoscopy with local anesthesia. **Am. J. Obstet. Gynecol.**, New York, v.124, p.741-745, 1976.

BROWN, I. G.; CLEAN, P. A.; WEBSTER, P. M., HOFFSTEIN, V.; ZAMEL, N. Lung volume dependence of esophageal pressure in the neck. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v. 59, p.1849-1854, 1985.

BURCHARD, K. W.; CIOMBOR, D. M.; MCLEOD, M. K. SLOTHMAN, G. J.; GANN, D. S. Positive end expiratory pressure with increased intra-abdominal pressure. **Surg. Gynecol. Obstet.**, Sturat, v.161, p.313-318, 1985.

BUYTENDIJK, H. J. **Oesophagusdruk en longelastiteit**. 1949. Ph.D. thesis. University of Groningen. Groningen, The Netherlands,

CHAPIN, J. C.; DOWNS, J. B.; DOUGLAS, M. E.; MURPHY, E. J.; RUIZ, B. C. Lung expansion, airway pressure transmission, and positive end-expiratory pressure. **Arch. Surg.**, Chicago, v.114, p.1193-1197, 1979.

CHERNIACK, R. M.; FARHI, L. E.; ARMSTRONG, B. W.; PROCTOR, D. F. A comparison of esophageal and intrapleural pressure in man. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.8, p.203-211, 1955.

CHEATHAM, M. L.; SAFCSAK, K. Intraabdominal pressure: a revised method for measurement. **J. Am. Coll. Surg.**, Orlando, v.86, n.5, p.594–595, 1998.

CITERO, G.; VASCOTTO, E.; VILLA, F.; CELOTTI, S.; PESENTI, A. Induced abdominal compartment syndrome increases intracranial pressure in neurotrauma patients: A prospective study. **Crit. Care Med.**, Des Plaines, v.29, n.7, p.1466-1471, 2001.

COLLEE, G. G.; LOMAX, D. M.; FERGUSON, C.; HANSON, G. C. Bedside measurement of intra-abdominal pressure (IAP) via an indwelling naso-gastric tube: clinical validation of the technique. **Intensive Care Med.**, Thousand Oaks, v.19, n.8, p.478-80, 1993.

DALY, W. J.; BONDURANT, S. Direct measurement of respiratory pleural pressure changes in normal man. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.18, p.513-518, 1963.

DECHMAN, G.; SATO, J.; BATES, J. H. Factors affecting the accuracy of esophageal balloon measurement of pleural pressure in dogs. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.72, p.383-388, 1992.

DERKSEN, F. J.; ROBINSON, N. E. Esophageal and intrapleural pressures in the healthy conscious pony. **Am. J. Vet. Res.**, Lenexa, v.41, p.1756-1761, 1980.

DERKSEN, F. J.; ROBINSON, N. E. Overview of the Equine Respiratory System. In: LEKEUX, P. **Equine Respiratory Diseases**. Ithaca: International Veterinary Information Service (www.ivis.org), 2002.

DE WAELE, J. J.; BERREVOET, F.; REYNTJENS, K.; PLETINCKX, P.; De LAET, I.; HOSTE, E. Semicontinuous intra-abdominal pressure measurement using an intragastric compliance catheter. **Intensive Care Med.**, Thousand Oaks, v.33, n.7, p.1297-1300, 2007.

DICKENS, J. J. Central venous oxygenation saturation monitoring: A role for critical care? **Curr. Anaesth. Crit. Care**, Oxford, v.15, n.1, p.378-382, 2004.

DONALDSON, L. L.; TROSTLE, S. S.; WHITE, N. A. Cardiopulmonary changes associated with abdominal insufflation of carbon dioxide in mechanically ventilated, dorsally recumbent, halotane anaesthetized horses. **Equine Vet. J.**, Fordham, v.30, n.2, p.144-151, 1998.

DORNHORST, A.C.; LEATHART, G. L. A method of assessing the mechanical properties of lungs and air-passages. **Lancet**, Oxford, v.19, p.109-111, 1952.

DOWNS, J. B. A technique for direct measurement of intrapleural pressure. **Crit. Care Med.**, Des Plaines, v.4, p.207-210, 1976.

DUPERRET, S.; LHUILLIER, F.; PIRIOU, V.; VIVIER, E.; METTON, O.; BRANCHE, P.; ANNAT, G.; BENDJELID, K.; VIALE, J. P. Increased intra-abdominal pressure affects respiratory variations in arterial pressure in normovolaemic and hypovolaemic mechanically ventilated healthy pigs. . **Intensive Care Med.**, Thousand Oaks, v.33, n.1, p.163-171, 2007.

DUKE, T. Anesthesia and Restraint of the Horse during Laparoscopy and Thoracoscopy. In: WILSON, D. G. **Recent Advances in Laparoscopy and Thoracoscopy**. Ithaca: International Veterinary Information Service, (www.ivis.org), 2001.

ENGUM, S. A.; KOGON, B.; JENSEN, E.; ISCH, J.; BALANOFF, C.; GROSFELD, J. L. Gastric tonometry and direct intraabdominal pressure monitoring in abdominal compartment syndrome. **J. Pediatr. Surg.**, New York, v.37, p.214-218, 2002.

FAIRBAIRN, S. M.; PAGE, C. P.; LEES, P.; CUNNINGHAM, F. M. Early neutrophil but not eosinophil or platelet recruitment to the lungs of allergic horses following antigen exposure. **Clin. Exp. Allergy**, Oxford, v.23, p. 821–828, 1993.

FERNANDES, C. R.; AULER Jr, J. O. Study between esophageal and pleural pressure in anesthetized humans at different levels of PEEP ASA Annual Meeting. **Respiration**, Basel, 2001, v.95, Suppl. A1345.

FERNANDES, C. R. A importância da pressão pleural na avaliação da mecânica respiratória. **Rev. Bras. Anesthesiol.**, Rio de Janeiro, v.56, n.3, p.287-303, 2006.

FIELDING, C. L.; BALAAM, J. L.; SPRAYBERRY, K. A. How to measure central venous pressure in standing adult horses. **Annual convention of the american association of equine practionares**, v.50, 2004, Denver. Proceedings...Denver. International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaca. 2004.

FRY, D. L.; STEAD, W. W.; EBERT, R. V.; LUBIN, R. I.; WELLS, H. S. The measurement of intraesophageal pressure and its relationship to intrathoracic pressure. **J. Lab. Clin. Med.**, New York, v.40, p.664-673, 1952.

FUSCO, M. A.; MARTIN, R. S.; CHANG, M. C. Estimation of intra-abdominal pressure by bladder pressure measurement: validity and methodology. **J. Trauma**, San Antonio, v.50, n.2, p.297–302, 2001.

GAPPA, M.; JACKSON, E.; PILGRIM, L.; COSTELOE, K.; J. STOCKS. A new microtransducer catheter for measuring esophageal pressure in infants. **Pediatr. Pulmonol.**, Hoboken, v.22, p.117-124, 1996.

GILLESPIE, J. R.; TYLER, W. S.; EBERLY, V. E. Pulmonary ventilation and resistance in emphysematous and control horses. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.21, p.416-422, 1966.

GILLESPIE, D. J.; LAI, Y.; HYATT, R. E. Comparison of esophageal and pleural pressures in the anesthetized dog. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.35, p.709-713, 1973.

GUDMUNDSSON, F. F.; HELTNE, J. K. Respiratory changes during prolonged increased intra-abdominal pressure in pigs. **Acta Anaesthesiol. Scand.**, Oxford, v. 48, p.463-468, 2004.

HALL, L. W.; NIGAM, J. M. Measurement of central venous pressure in horses. **Vet. Rec.**, London, v. 97, p.66-69, 1975.

HACKETT, R. P.; DUCHARME, N. G.; AINSWORTH, D. M.; ERICKSON, B. K.; ERB, H. N.; SODERHOLM, L. V.; THORSON, L. M. Effects of extrathoracic airway obstruction on intrathoracic pressure and pulmonary artery pressure in exercising horses. **Am. J. Vet. Res.**, Lenexa, v. 60, n.4, p.485-494, 1999.

HIGGS, B. D.; BEHRAKIS, P. K.; BEVAN, D. R.; MILIC-EMILI, J. Measurement of pleural pressure with esophageal balloon in anesthetized humans. **Anesthesiology**, Philadelphia, v.59, n.4, p.340-343, 1983.

HOFFMAN, A. M. Clinical application of pulmonary function testing in horses. In: LEKEUX, P. **Equine Respiratory Diseases**. Ithaca: International Veterinary Information Service (www.ivis.org), 2002.

JOHANNSEN, G.; NIDERSEN, M.; JUHL, B. The effect of generalanesthesia on the haemodynamic events during laparoscopy with CO₂ insufflation. **Acta Anaesthesiol. Scand.**, Oxford, v.33, p.132-136, 1989.

KARAYAN, J.; THOMAS, D.; LACOSTE, L.; DHOSTE, K.; RICCO, J. B.; FUSCIARDI, J. Delayed forced air warming prevents hypothermia during abdominal aortic surgery. **Br. J. Anaesth.**, Oxford, v.76, n.3, p.459-460, 1996.

KOIVUSALO, A. M.; PERE, P.; VALJUS, M.; SCHEININ, T. Laparoscopic cholecystectomy with carbon dioxide pneumoperitoneum is safe even for high-risk patients. **Surg. Endosc.**, New York, v.22, n.1, p.61-67, 2008.

KRON, I. L.; HARMAN, P. K.; NOLAN, S. P. The measurement of intra-abdominal pressure as a criterion for abdominal re-exploration. **Ann. Surg.**, Philadelphia, v.199, p.28-30, 1984.

LANTERI, C. J.; KANO, S.; SLY, P. D. Validation of esophageal pressure occlusion test after paralysis. **Pediatr. Pulmonol.**, Hoboken, v.17, p.56-62, 1994.

LATIMER, F. G.; EADES, S. C.; PETTIFER, G.; TETENS, J.; HOSGOOD, G. MOORE, R. M. Cardiopulmonary, blood and peritoneal fluid alterations associated with abdominal insufflation of carbon dioxide in standing horses. **Equine Vet. J.**, Fordham, v.35, n.3, p.283-290, 2003.

LAVOIE, J. P.; PASCOE, J. R.; KURPERSHOEK, C. J. Effects of xylazine on ventilation in horses. **Am. J. Vet. Res.**, Lenexa, v.53, p.916-920, 1992.

LAVOIE, J. P.; PASCOE, J. R.; KUPERSHOEK, C. J. Partitioning of total pulmonary resistance in horses. **Am. J. Vet. Res.**, Lenexa, v.56, p.924-929, 1995.

LORENZO, A. J.; KARSLI, C.; HALACHMI, S.; DOLCI, M.; LUGINBUEHL, I.; BISSONNETTE, B.; FARHAT, W. A. Hemodynamic and respiratory effects of pediatric urological retroperitoneal laparoscopic surgery: a prospective study. **J. Urol.**, New York, v.175, n.4, p.1461-1465, 2006.

LUCK, A. J.; MOYES, D.; MADDERN, G. J.; HEWETT, P. J. Core temperature changes during open and laparoscopic colorectal surgery. **Surg. Endosc.**, New York, v.13, p.480-483, 1999.

MALBRAIN, M. L. N. G. Different techniques to measure intra-abdominal pressure (IAP): time for a critical re-appraisal. **Intensive Care Med.**, Thousand Oaks, v.30, n.3, p.357-371, 2004.

MEAD, J.; WHITTENBERG, J. Physical properties of human lungs measured during spontaneous respiration. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.5, p.779-796, 1953.

MEAD, J.; MCILROY, M. B.; SELVERSTONE, N. J.; KRIETE, B. C. Measurement of intraesophageal pressure. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.7, p.491-495, 1955.

MEAD, J.; GAENSLER, E. A. Esophageal and pleural pressures in man, upright and supine. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.14, p.81-83, 1959.

MEININGER, D.; BYHAHN, C.; MIERDL, S.; WESTPHAL, K.; ZWISSLER, B. Positive end-expiratory pressure improves arterial oxygenation during prolonged pneumoperitoneum. **Acta Anaesthesiol. Scand.**, Oxford, v.49, p.778-783, 2005.

MILIC-EMILI, J.; MEAD, J.; TURNER, J. M.; GLAUSER, E. M. Improved technique for estimating pleural pressure from esophageal balloons. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.19, p.207-211, 1964a.

MILIC-EMILI, J.; MEAD, J.; TURNER, J. M. Topography of esophageal pressure as a function of posture in man. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.19, p.212-216, 1964b.

MOREIRA, L. F. P.; GOBBI, C. F.; FEIJÓO, M.; ROCCO, P. R. M.; ZIN, W. A. Respiratory mechanics and morphometric changes during pneumoperitoneum in normal rats. **Eur. Respir. J.**, Sheffield, v.10, p.1321-1326, 1997.

MUTOH, T.; LAMM, W. J.; EMBREE, L. J.; HILDEBRANDT, J.; ALBERT, R. K. Abdominal distension alters regional pleural pressures and chest mechanics in pigs in vivo. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.70, p.2611-2618, 1991.

OBEID, F.; SABA, A.; FATH, J.; GUSLITS, B.; CHUNG, R.; SORENSEN, V.; BUCK, J.; HORST, M. Increases in intra-abdominal pressure affect pulmonary compliance. **Arch. Surg.**, Chicago, v.130, n.5, p.544–548, 1995.

PELOSI, P.; GOLDNER, M.; MCKIBBEN, A., Adams A, ECCHER, G.; CAIRONI, P.; LOSAPPIO, S.; GATTINONI, L.; MARINI, J. J. Recruitment and derecruitment during acute respiratory failure: an experimental study. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, New York, v.164, p.122-130, 2001.

PETIT, J.; MILIC-EMILI, G. Measurement of endoesophageal pressure. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.13, p.481-485, 1958.

PURI, G. D.; SINGH, H. Ventilatory effects of laparoscopy under general anesthesia. **Br. J. Anaesth.**, Oxford,, v.68, p.211-213, 1992.

RAUH, R.; HEMMERLING, T. M.; RIST, M.; JACOBI, K. E. Influence of pneumoperitoneum and patient positioning on respiratory system compliance. **J. Clin. Anesth.**, New York, v.13, n.5, p.361-365, 2001.

REINHART, K.; KUHN, H. J.; HARTOG, C.; BREDLE, D. L. Continuous central venous and pulmonary artery oxygen saturation monitoring in the critically ill. **Intensive Care Med.**, Thousand Oaks, v.30, n.8, p.1572-1578, 2004.

RICKARDS, K. J.; PAGE C. P.; CUNNINGHAM, F. M. Allergen challenge alters lymphocyte phosphodiesterase activity in horses with heaves. **Pulm. Pharmacol. Ther.**, New York, v.17, n.3, p.163-172, 2004.

RIDINGS, P. C.; BLOOMFIELD, G. L.; BLOCHER, C. R.; SUGERMAN, H. J. Cardiopulmonary effects of raised intra-abdominal pressure before and after intravascular volume expansion. **J. Trauma**, San Antonio, v.39, p.1071-1075, 1995.

SÁENZ, J.; ASUERO, M. S.; CORREA, C.; GARCÍA, J.; VILLAFRUELA, J. J.; CUEVAS, B.; PÁEZ, A.; LINARES, A.; GALINDO, J.; PASCUAL, J.; MARCÉN, R.; BURGOS, F. J. Comparative analysis of the hemodynamic and respiratory parameters during laparoscopic versus open living donor nephrectomy: an experimental model. **Transplant. Proc.**, New York, v.39, p.2105-2108, 2007.

SAFRAN, D. B.; ORLANDO, R. Physiologic effects of pneumoperitoneum. **Am. J. Surg.**, New York, v.167, p.281-286, 1994.

SANCHEZ, N. C.; TENOFSHY, P. L.; DORT, J. M.; SHEN, L. Y.; HELMER, S. D.; SMITH, R. S. What is normal intra-abdominal pressure? **Am. Surg.**, Atlanta, v.67, p.243-248, 2001.

SANTOS, M. A.; SANTOS, R. L.; SAKAE, R. S.; SALDIVA, P. H.; ZIN, W. A. Lower transversal laparotomy has no appreciable effect on respiratory mechanics in guinea pigs. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, Ribeirão Preto, v.29, n.1, p.53-59, 1996.

SHA, M.; OHMURA, A.; YAMADA, M. Diaphragm function and pulmonary complications after laparoscopic cholecystectomy. **Anesthesiology**, New York, v.75, p.A254, 1991.

SILVA, C. A. M.; RIBEIRO, F. A.; ROZA, M. R.; ELIAS, A. S. N. T. Mecânica respiratória durante a laparotomia em cães. **Cienc. Anim. Bras.**, Goiânia, supl.1, p.178-180, 2006.

SPEIRS, V. C. **Exame clínico de equinos**. ed.1. Artmed, Porto Alegre, cap.11, p. 269-306, 1999.

STEINBERG, H. S.; EUCHNER-WAMSER, I.; ZALUNARDO, M. P. Anästhesie für laparoskopische Eingriffe. **Anaesthesist.**, Heidelberg, v.48, p.755-768, 1999.

TAVERNOR, W. D. Technique for the subcutaneous relocation of the common carotid artery in the horse. **Am. J. Vet. Res.**, Lenexa, v.30, n.10, p.1881-1883, 1969.

TURNBULL, D.; WEBBER, S.; HAMNEGARD C. H.; MILLS, G. H. Intra-abdominal pressure measurement: validation of intragastric pressure as a measure of intra-abdominal pressure. **Br. J. Anaesth.**, Oxford, v.98, n.5, p.628-634, 2007.

TZELEPIS, G. E.; NASIFF, L.; McCOOL, D.; Hammond, J. Transmission of pressure within the abdomen. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.81, p.1111-1114, 1996.

VAN ERCK, E.; T. ART, T.; LEKEUX, P. Normal Respiratory Values. In: LEKEUX, P. **Equine Respiratory Diseases**. Ithaca: International Veterinary Information Service (www.ivis.org), 2005.

WILLOUGHBY, R. A.; McDONELL, W. N. Pulmonary function testing in horses. **Vet. Clin. North Am. Large Anim. Pract.**, Oxford, v.1, p.171-196, 1979.

WINDBERGER, U.; SIEGL, H.; WOISETSCHLÄGER, R.; SCHRENK, P.; PODESSER, B.; LOSERT, U. Hemodynamic changes during prolonged laparoscopic surgery. **Eur. Surg. Res.**, Basel, v 26, n.1, p.1-9, 1994.

WOOLDRIDGE, A. A.; EADES, S. C.; HOSGOOD, G. L.; MOORE, R. M. Effects of treatment with oxitocin, xylazine, butorphanol, guaifenesin, acepromazine, and detomidine on esophageal manometric pressure in conscious horses. **Am. J. Vet. Res.**, Lenexa, v.63, n.12, p.1738-1744, 2002.

ZIN, W. A.; CALDEIRA, M. P. R.; CARDOSO, W. V., AULER JR, J. O.; SALDIVA, P. H. Expiratory mechanics before and after uncomplicated heart surgery. **Chest**, Northbrook, v.95, p.21-28, 1989.

ZIN, W. A.; MILIC-EMILI, J. Esophageal Pressure Measurement. In: TOBIN, M. J. **Principles and Practice of Intensive Care Monitoring**. The McGraw-Hill Co., NewYork, p.545-552, 1998.