

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

Gabriela Pesamosca Coradini

**HEMODINÂMICA, HEMOGASOMETRIA E TEMPERATURA DE  
CADELAS SUBMETIDAS A OVARIECTOMIA  
VIDEOLAPAROSCÓPICA SOB PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO**

Santa Maria, RS  
2019

**Gabriela Pesamosca Coradini**

**HEMODINÂMICA, HEMOGASOMETRIA E TEMPERATURA DE CADELAS  
SUBMETIDAS A OVARIECTOMIA VIDEOLAPAROSCÓPICA SOB  
PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Medicina Veterinária**.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Veloso Brun

Santa Maria, RS  
2019

Coradini, Gabriela Pesamosca  
Hemodinâmica, hemogasometria e temperatura de cadelas  
submetidas a ovariectomia videolaparoscópica sob  
pneumoperitônio aquecido / Gabriela Pesamosca Coradini.-  
2019.

72 p.; 30 cm

Orientador: Mauricio Veloso Brun  
Coorientador: André Vasconcelos Soares  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Medicina Veterinária, RS, 2019

1. Videocirurgia 2. Ovariectomia 3. Anestesia 4.  
Pneumoperitônio 5. Cadelas I. Veloso Brun, Mauricio II.  
Vasconcelos Soares, André III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(s). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

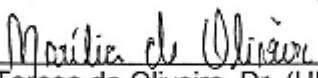
**Gabriela Pesamosca Coradini**

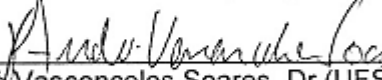
**HEMODINÂMICA, HEMOGASOMETRIA E TEMPERATURA DE CADELAS  
SUBMETIDAS A OVARIECTOMIA VIDEOLAPAROSCÓPICA SOB  
PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Medicina Veterinária**.

**Aprovado em 05 de agosto de 2019:**

  
Mauricio Veloso Brun, Dr (UFSM)  
(Presidente/ Orientador)

  
Marília Teresa de Oliveira, Dr. (UNIPAMPA)

  
André Vasconcelos Soares, Dr (UFSM)

  
Daniel Curvello de Mendonça Müller, Dr (UFSM)

  
Carlos Afonso de Castro Beck, Dr (UFRGS)

Santa Maria, RS

2019

## **DEDICATÓRIA**

*A minha família e aos meus animais, por todo apoio e amor.*

## AGRADECIMENTOS

O encerramento desta etapa teve o auxílio de diversas pessoas. Muito obrigado a todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta conquista, em especial:

- ao meu orientador, professor Maurício Veloso Brun, pela orientação e ensino durante todo esse período, muito obrigado por acreditar no meu trabalho;

- a minha mãe e meu irmão, que sempre acreditaram e apoiaram minhas decisões. Obrigada pela confiança que sempre depositaram em mim, por serem minha base e por terem escolhido ser minha família;

- a todos os meus familiares, por sempre acreditarem e confiarem no meu trabalho;

- ao meu pai e minha avó. Vocês são meus eternos anjos da guarda.

- ao “Serafim”, “Sushi”, “Nina”, “Ozzi”, “Geléia” e “Florinda”, vocês são meus amores, companheiros e amigos. Obrigada pelo amor incondicional;

- a todos os funcionários do Hospital Veterinário, por toda ajuda na realização, não só desse, como de todos os projetos e cirurgias;

- a Mairi e a Liandra, por terem sido amigas, companheiras e “mães” durante todo o meu período no Hospital Veterinário.

- a todos os professores, que me ajudaram nessa caminhada;

- aos amigos de pós-graduação e em especial aos amigos que fiz na família SOMIV. Foi uma honra anestésiar para vocês;

- aos estagiários, que com dedicação, compromisso e paciência me ajudaram muito durante toda a realização do projeto;

- a Maria, por todo o auxílio durante toda a pós-graduação, CAPES e Hospital Veterinário da UFSM pelo suporte financeiro para execução do projeto.

- a RZ equipamentos veterinários, pelo empréstimo do monitor sem o qual não teria conseguido realizar esse projeto.

## RESUMO

### HEMODYNÂMICA, HEMOGASOMETRIA E TEMPERATURA DE CADELAS SUBMETIDAS A OVARIECTOMIA VIDEOLAPAROSCÓPICA SOB PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO

AUTOR: Gabriela Pesamosca Coradini

ORIENTADOR: Maurício Veloso Brun

Os objetivos do estudo foram verificar as alterações causadas na hemodinâmica, hemogasometria, temperatura e possíveis lesões renais em cadelas submetidas a ovariectomia videolaparoscópica utilizando pneumoperitônio aquecido ou não. Foram incluídas 40 cadelas, com peso entre 15 Kg e 20 Kg, idade de um a três anos, híginas, divididos em dois grupos de acordo com o pneumoperitônio utilizado: grupo não aquecido (GNA) e grupo aquecido (GN). A ovariectomia foi realizada com a técnica dos dois portais, mantida em um pneumoperitônio com pressão de 12 mmHg. Os pacientes foram mantidos em anestesia inalatória e ventilação controlada. Foram mensurados parâmetros como: frequência cardíaca (FC), respiratória ( $f$ ), pressão parcial de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO<sub>2</sub>), pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO<sub>2</sub>), pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial (PaCO<sub>2</sub>), saturação periférica da oxihemoglobina (SpO<sub>2</sub>), bicarbonato de sódio (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), pressões sistólica (PAS), média (PAM) e diastólica (PAD), débito cardíaco (DC) e temperaturas. Foram coletadas amostras de sangue arterial e urina para avaliações. A FC aumentou no início do pneumoperitônio em GNA, no entanto DC e as pressões não apresentaram diferença entre os grupos. Houve aumento em ETCO<sub>2</sub> em ambos os grupos no entanto a  $f$  se manteve constante. PaO<sub>2</sub> e PaCO<sub>2</sub> tiveram um aumento em dois tempos nos dois grupos. O pH teve diminuição ao mesmo tempo que PaCO<sub>2</sub> aumentou, caracterizando acidose respiratória aguda. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> apresentou diferença em T7 em GNA. Nas temperaturas não houve diferença assim como em parâmetros renais. O presente estudo traz informações importantes quanto a utilização das duas modalidades de pneumoperitônio empregadas demonstrando que não houve diferenças importantes entre os grupos utilizando pneumoperitônio seco não aquecido ou aquecido, para a cirurgia estudada nas condições anestésicas relatadas. Os pacientes demonstraram estabilidade anestésica, não houve hipotermia ou alterações hemodinâmicas além das esperadas de acordo com os parâmetros avaliados e nas condições do estudo. No entanto, é necessário continuar a linha de estudos comparando estas modalidades avaliadas com outros modos de pneumoperitônio, como o umidificado, em cães.

**Palavras-chave:** Cães. Anestesia. Videocirurgia. CO<sub>2</sub>.

## ABSTRACT

### HEMODYNAMICS, HEMOGASOMETRY AND TEMPERATURE IN BITCHES SUBMITTED TO VIDEOLAPAROSCOPIC OVARIECTOMY UNDER HEATED PNEUMOPERITONE

AUTHOR: Gabriela Pesamosca Coradini  
Doctoral Supervisor: Maurício Veloso Brun

The objectives of the study were to verify the changes caused by hemodynamics, hemogasometry, temperature and possible renal lesions in bitches submitted to videolaparoscopic ovariectomy using heated and unheated pneumoperitoneum. They were analyzed 40 bitches, weighing between 15 kg and 20 kg, aged between one and three years, healthy, divided into two groups according to the pneumoperitoneum used: unheated group (GNA) and heated group (GN). The ovariectomy was performed using the two portals technique and maintained in a pneumoperitoneum with a pressure of 12 mmHg. The patients were maintained under inhalational anesthesia and controlled ventilation. The following parameters were measured: heart rate (HR), respiratory rate ( $f$ ), partial carbon dioxide pressure at end of expiration (EtCO<sub>2</sub>), arterial oxygen partial pressure (PaO<sub>2</sub>), partial arterial carbon dioxide pressure (PCO<sub>2</sub>), peripheral saturation of oxyhemoglobin (SpO<sub>2</sub>), sodium bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), systolic (SBP), mean (MAP) and diastolic (DBP) pressures, cardiac output (CO) and temperatures. They were collected samples of arterial blood and urine for evaluations. The HR increased at the beginning of the pneumoperitoneum in GNA, however DC and the pressures did not present any relevant difference between the two groups. There was an increase in ETCO<sub>2</sub> in both groups, but  $f$  remained constant. PaO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub> had a two-fold increase in both groups. The pH presented a decrease at the same time that PaCO<sub>2</sub> increased, characterizing acute respiratory acidosis. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> presented difference in T7 in GNA. At the temperatures there was no difference as well as in renal parameters. The present study provides important information regarding the use of the two modalities of pneumoperitoneum used, demonstrating that there were no significant differences between groups using heated and unheated pneumoperitoneum, both dry for the surgery studied under the reported anesthetic conditions. The patients demonstrated anesthesia stability, no hypothermia or hemodynamic changes beyond those expected according to the parameters evaluated and conditions under study. Despite the results obtained, it is necessary to continue the study line comparing these modalities evaluated with other modes of pneumoperitoneum, such as humidified, in dogs.

**Key words:** Dogs. Anesthesia. Video surgery. CO<sub>2</sub>.



## LISTA DE FIGURAS

### **1 ARTIGO 2 – INFLUÊNCIA DO PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO OU NÃO SOBRE A HEMODINÂMICA, HEMOGASOMETRIA E TEMPERATURA EM CADELAS SUBMETIDAS A OVERIECTOMIA VIDEOLAPAROSCÓPICA**

Figura 1 - Gráficos dos valores médios de Frequência Cardíaca (FC) (A), pressão parcial de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO<sub>2</sub>) (B), pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO<sub>2</sub>) (C), bicarbonato de sódio (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (D), temperatura interna (E).....64

## LISTA DE TABELAS

### **1 ARTIGO 1 - AVALIAÇÃO DE TEMPERATURA DURANTE OVARIOHISTERECTOMIA VIDEOASSISTIDA EM CADELAS COM PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO OU NÃO AQUECIDO**

Tabela 1 - Resultado do teste de Tukey (comparação entre momentos: todos x todos) para o grupo não aquecido (GNA).....71

Tabela 2 - Resultado do teste de Tukey (comparação entre momentos: todos x todos) para o grupo aquecido (GAQ).....73

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
1.2	PROPOSIÇÃO .....	16
1.3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
1.3.1	Animais e procedimentos peri operatórios.....	16
1.3.2	Procedimento cirúrgico .....	19
1.3.3	Procedimentos pós-operatórios .....	20
<b>2</b>	<b>ARTIGO 1 – AVALIAÇÃO DE TEMPERATURA DURANTE OVARIOHISTERECTOMIA VIDEOASSISTIDA EM CADELAS COM PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO OU NÃO AQUECIDO. .....</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>ARTIGO 2 – INFLUÊNCIA DO PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO OU NÃO AQUECIDO SOBRE A HEMODINÂMICA, HEMOGASOMETRIA E TEMPERATURA EM CADELAS SUBMETIDAS A OVARIECTOMIA VIDEOLAPAROSCÓPICA.....</b>	<b>43</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>60</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>64</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>70</b>

## **1 APRESENTAÇÃO**

Esta tese demonstrará na forma de dois artigos os resultados obtidos a partir de uma pesquisa sobre as alterações hemodinâmicas, hemogasométricas, de temperatura e possíveis alterações renais causadas pela utilização do pneumoperitônio com CO<sub>2</sub> aquecido ou não em ovariectomias videolaparoscópicas em cadelas e determinar se a utilização do aquecimento traz vantagens em relação ao não aquecimento, nesse tipo de cirurgia e categoria de pacientes.

Para sua confecção, foi utilizado o manual de dissertações e teses da Universidade Federal de Santa Maria 2015.

No final da tese encontra-se o item DISCUSSÃO, o qual estabelece uma conexão entre os artigos apresentados integrando e discutindo a temática e os resultados dos artigos como um todo. As REFERÊNCIAS reportam o conteúdo bibliográfico utilizado para confeccionar os itens REFERENCIAL TEÓRICO e DISCUSSÃO.

Os artigos estão estruturados conforme as normas das revistas para as quais foram submetidos ou publicados. Portanto, o ARTIGO 1 encontra-se de acordo com as normas da revista *The Veterinary Journal*, enquanto o ARTIGO 2, está descrito conforme as normas da revista *Acta Scandinavica Veterinaria*.

O presente projeto foi desenvolvido no Bloco 5 do Hospital Veterinário Universitário da Universidade Federal de Santa Maria, com auxílio da equipe SOMIV (Soluções Minimamente Invasivas Veterinárias), sob coordenação do professor Maurício Veloso Brun.

O financiamento desse doutorado foi obtido junto à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## 1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

A esterilização cirúrgica de cães e gatos consiste em uma prática que pode aumentar a longevidade e a qualidade de vida desses animais, contribuindo ainda para o controle das taxas de natalidade. Atualmente, a ovariohisterectomia e ovariectomia laparoscópicas estão entre os procedimentos mais realizados na rotina videocirúrgica de pequenos animais. Apresentam vantagens quando comparadas as técnicas convencionais, sendo aplicadas em castrações eletivas e quando há alterações ovarianas e uterinas nessas espécies (TAVARES et al., 2016; FERREIRA et al., 2013, BRUN, 2015).

A ovariectomia (OVE) é a remoção cirúrgica dos ovários, sendo também conhecida como ooforectomia. A sua principal indicação é a esterilização de fêmeas saudáveis (SLATTER, 2007). A remoção laparoscópica do ovário e conseqüentemente, da tuba uterina, não é realizada em larga escala no Brasil, ao contrário do constatado em diferentes países da Europa e na América do Norte. Se aplicados nos pacientes indicados, incluindo animais não adutos, é bastante segura, além de ser mais rápida que determinadas técnicas de OVH laparoscópicas (BRUN, 2015).

A literatura indica que a OVE, em curto prazo, exibe um menor risco de complicações como hemorragia abdominal e vaginal, granuloma no coto, ligação do ureter e síndrome de ovário remanescente em comparação com a OVH. Em longo prazo, complicações como aumento de peso ou incontinência urinária, são semelhantes para os dois tipos de cirurgia (WHITEHEAD, 2006).

Neste contexto, destaca-se o emprego da videocirurgia para OVE, sendo que as diferentes pesquisas visam o aperfeiçoamento desses procedimentos por acessos minimamente invasivos, os quais estão associados aos menores riscos de contaminação e sangramentos, redução de dor no pós-operatório, rápida recuperação, maior conforto e melhor apresentação estética. (DAVIDSON et al., 2004; MALM et al., 2004; DEVITT et al., 2005; SOUZA et al., 2014).

Pela sua diminuta invasão tecidual, a laparoscopia é mais aceita pelos proprietários como método cirúrgico para seus animais (MAYHEW & BROWN, 2007). Contudo, para que haja visualização das estruturas anatômicas, é necessária a infusão de gás dentro da cavidade, separando a parede abdominal dos órgãos

internos com conseqüente formação de espaço de trabalho (BRULL, 1995; CUNNINGHAM, 1993).

O pneumoperitônio, componente do método laparoscópico, está associado à condições especiais para a condução da anestesia, visto que a pressão intra-abdominal (PIA) positiva resulta em alteração de diversos parâmetros fisiológicos (BRULL, 1995; CUNNINGHAM, 1993). O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é o gás mais empregado em laparoscopias por ser inodoro, incolor, não comburente e apresentar alta solubilidade no plasma, minimizando os riscos de embolia gasosa (COELHO et al., 1995).

A absorção de CO<sub>2</sub>, através da membrana peritoneal, os efeitos mecânicos de distensão da cavidade abdominal e alterações no fluxo sanguíneo sistêmico compõe um conjunto de alterações próprias desta modalidade de operação (FAGUNDES et al., 2001). Uma vez estabelecido, o pneumoperitônio pode causar alterações cardiovasculares significativas, que acarretarão maior ou menor repercussão para o paciente em função da pressão utilizada, duração do procedimento, estado funcional cardiocirculatório do paciente antes da cirurgia, posicionamento e volume intravascular (JORRIS, 1993; LENS, 1976).

As alterações sistêmicas relacionadas ao sistema respiratório ocorrem pelo aumento da pressão intra-abdominal, resultando em atelectasia, hipercapnia e hipóxia, alterações que podem ser exacerbadas em pacientes cardiopatas, obesos e na posição de Trendelenburg. O pneumoperitônio promove redução da complacência pulmonar (OBEID et al., 1995), elevação do diafragma gerando uma diminuição da capacidade vital, do volume corrente e conseqüente aumento das pressões necessárias para ventilação mecânica (SCHAUER, 2000). No entanto, estas disfunções têm repercussões mínimas quando a anestesia é controlada pela ventilação mecânica (CAMPOS et al., 2003).

Os órgãos abdominais também podem sofrer prejuízo, como hipoperfusão tecidual em função do hipofluxo esplâncnico e portal (ROSENTHAL et al., 1998; GUTT & SCHMANDRA, 1999 ). LEONARD & CUNNINGHAM (2002) relataram que o aumento da pressão intra-abdominal em função do pneumoperitônio promove redução da perfusão renal, da taxa de filtração glomerular e do débito urinário, porém, KOIVUSALO et al. (1998) relataram que o desenvolvimento de insuficiência renal

aguda após laparoscopias está relacionado com animais que apresentam doença renal pré-existente.

Quanto à função renal, a oligúria é comum durante as laparoscopias. Ocorre pela diminuição do fluxo sanguíneo renal e na perfusão das regiões nodular e cortical dos rins, levando a redução no ritmo de filtração glomerular, no débito urinário e na excreção de sódio. A causa das alterações no fluxo sanguíneo e na função renal é a compressão mecânica do parênquima, das artérias e das veias renais secundária ao aumento da PIA (RAZVI et al, 1996). A diminuição do débito urinário também pode ocorrer pela compressão da veia cava ou secundariamente as concentrações elevadas de hormônio antidiurético (PUNNONEM, 1982).

O CO<sub>2</sub> padrão utilizado atualmente na prática laparoscópica em humanos, é frio e seco (20- 21°C e 0,0002% de umidade relativa), não sendo fisiológico para a condição normal da cavidade peritoneal (36°C e 100% de umidade relativa), segundo YU et al. (2013).

O CO<sub>2</sub> é armazenado em cilindros sob alta pressão e baixa temperatura. Os insufladores reduzem essa pressão, mas ainda mantém a temperatura do gás muito abaixo da intra-abdominal. Esse fator associado ao tempo de manutenção deste gás dentro da cavidade pode acarretar em um quadro de hipotermia (DESAI, 1982).

O aumento da pressão intra-abdominal (PIA) pode ser responsável por diminuição do fluxo arterial pela compressão de estruturas vasculares que, juntamente com a vasoconstrição desencadeada pelas catecolaminas em resposta metabólica ao trauma, resfriam os membros inferiores (NISHI Y., 1977). Isto resulta de um menor aporte de sangue aquecido das regiões centrais do corpo para os membros, além de alterações hemodinâmicas nos músculos, que são também responsáveis pela termogênese.

TORRES et al, 1995, refere a hipotermia como complicação da cirurgia laparoscópica, ressaltando a recomendação de se monitorar a temperatura central relacionando-se com o gradiente de temperatura intra-abdominal, de modo a acompanhar o processo de equilíbrio térmico.

Existem muitos relatos que descrevem a hipotermia intraoperatória secundária ao pneumoperitônio. Alguns autores detectaram que o gás insuflado não aquecido,

em oposição ao gás aquecido, provocam perda maior na temperatura corporal, enquanto outros não tem demonstrado diferenças entre as duas técnicas (CONSTANTINE E MARK, 2009). Além disso, de acordo com HERRMANN E WILDE (2015) e BALAYSSAC et al. (2016), o resfriamento da cavidade, ainda pode levar a hipotermia transoperatória, aumento do tempo de recuperação e complicações como dor pós-operatória. Objetivando limitar os efeitos adversos apresentados pelo uso do CO<sub>2</sub> frio e seco, técnicas de insuflação de gás aquecido e umidificado tem sido desenvolvidas.

Prevenir a hipotermia durante a cirurgia é um fator importante que limita as complicações operatórias e pós-operatórias como hipocalemia e distúrbios de coagulação (ELLIS et al., 1957, BOELHOUWER et al., 1987). Além disso, parece reduzir o número de infecções e tempo de internação pós-operatória. No entanto, são necessárias mais evidências de estudos de boa qualidade para avaliar o papel do aquecimento na melhoria da morbidade e mortalidade (DAVEY et al., 2013).

Estudos realizados por PENG et al. (2009), utilizando como modelo experimental ratos Wistar em diferentes grupos submetidos a insuflação com CO<sub>2</sub> frio e seco (21°C, <1% umidade relativa) e CO<sub>2</sub> quente e úmido (37°C, 98% umidade relativa), concluiu que a insuflação com o CO<sub>2</sub> aquecido e umidificado resulta significativamente em menor hipotermia, menor dano peritoneal e redução na formação de aderências, em comparação com CO<sub>2</sub> frio. Em contrapartida, estudos em humanos e leitões, realizados respectivamente por BAYLASSAC et al., 2016; GLEW et al., 2004, não demonstraram alterações na superfície mesotelial em ambos os grupos, CO<sub>2</sub> aquecido e umidificado (37°C, 98-100%) e CO<sub>2</sub> frio e seco (19-20°C, 0%).

Desta forma, é importante a escolha adequada do protocolo anestésico e a monitoração constante e minuciosa dos pacientes submetidos a procedimentos laparoscópicos (SHIH et al., 2015) em função das alterações fisiológicas associadas ao pneumoperitônio.

## 1.2 PROPOSIÇÃO

O objetivo desse trabalho foi observar os efeitos da insuflação de CO<sub>2</sub> aquecido quando comparado à do CO<sub>2</sub> não aquecido na instituição do pneumoperitônio para realização de OVE videolaparoscópicos em cadelas jovens, considerando as



alterações nos parâmetros hemodinâmicos (frequência cardíaca, análises hemogasométricas, pressões arteriais sistólica (PAS), média (PAM) e diastólica (PAD) e débito cardíaco) durante o transoperatório;

### 1.3 MATERIAL E MÉTODOS

A descrição que segue envolve a metodologia empregada nos pacientes referentes ao Artigo 2. O artigo 1 foi desenvolvido a partir de dados coletados de outro projeto em andamento (MILECH, 2018), que serviu de base para a execução do presente trabalho.

#### 1.3.1 Animais e procedimentos peri-operatórios

Os animais foram selecionados na cidade de Santa Maria e arredores, as quais os tutores tiveram interesse em realizar a esterilização cirúrgica. O experimento proposto foi executado após aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul (RS), Brasil, o qual foi realizado no laboratório de cirurgia experimental (LACE) e desenvolvido por uma equipe previamente capacitada na execução de diferentes técnicas de castrações videocirúrgicas em pequenos animais. Os tutores/responsáveis pelas pacientes aptas ao estudo assinaram uma declaração, por escrito, autorizando sua inclusão ao protocolo experimental, ciente dos riscos e implicações. Para tanto, foram selecionadas 40 cadelas de médio porte (entre 1 e 3 anos, pesando entre 15 e 20 kg) e com escore corporal entre 2 e 3. Foram incluídos pacientes considerados hígidos por meio de exame clínico, sendo aferidos: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória ( $f$ ), temperatura corporal ( $T^{\circ}\text{C}$ ), grau de hidratação, tempo de preenchimento capilar (TPC), ainda seguido de exames laboratoriais (hemograma, contagem plaquetária, proteínas totais, ALT, FA, albumina, ureia, creatinina e glicemia). Também foi realizada ultrassonografia abdominal para certificação da higidez do trato reprodutivo. Foram excluídos do estudo os animais que apresentaram alteração em qualquer uma das etapas de avaliação pré-operatória ou que apresentaram comportamento agressivo impossibilitando o manejo. Ocorreu uma

intercorrência com um animal devido ao rompimento da sonda vesical dentro da bexiga, o que necessitou de nova intervenção e retirada do paciente do projeto. Os animais selecionados chegaram ao hospital veterinário 48 horas antecedentes ao início do procedimento, para adaptação ambiental e contato com a equipe. As cadelas foram instaladas em gaiolas individuais, com acesso a uma área aberta comum para passeio. A alimentação fornecida foi ração comercial dividida em duas porções diárias e água à vontade.

Os pacientes foram distribuídos de forma aleatória (sorteio) em dois grupos: GA (grupo pneumoperitônio aquecido) e GNA (grupo pneumoperitônio não aquecido). Os animais de ambos os grupos receberam o mesmo protocolo anestésico e foram submetidos ao mesmo procedimento cirúrgico. Um dia após a internação dos pacientes (24 horas), foram mensurados os parâmetros fisiológicos e realizada a colheita de sangue arterial para hemogasometria e sangue venoso para a mensuração de glicemia e realização de novos exames laboratoriais, os quais corresponderam aos valores basais do paciente (T<sub>0</sub>). Foi instituído jejum alimentar sólido de oito horas. Como medicação pré-anestésica (MPA), os animais receberam meperidina (4mg/kg IM) - (Dolosal, Cristália, Brasil). Após, procedeu-se a tricotomia, antisepsia e canulação da veia cefálica direita para instituição de fluidoterapia com Ringer lactato, 10 ml/kg/hora (Sanobiol, Pouso Alegre, Minas Gerais, Brasil), em bomba de infusão peristáltica. Decorridos 15 minutos da MPA, realizou-se a indução anestésica com administração de propofol (4 mg/kg, intravenosa (IV) ou dose necessária para permitir a intubação) - (Diprivan1%<sup>®</sup>, Cristália, São Paulo, São Paulo, Brasil), sendo então os pacientes intubados com sonda orotraqueal e mantidos com isoflurano a uma concentração alveolar mínima (CAM) de 1,5 a 1,8 (Isoforine<sup>®</sup>, Cristália, São Paulo, São Paulo, Brasil), vaporizado em oxigênio a 100% com ventilação mecânica, ciclada a volume (10 mL/kg) a uma relação de inspiração:expiração (I:E) de 1:2. Para instalação de ventilação controlada foi administrado atracúrio (0,2 mg/kg, IV) – (Tracur, Cristália, São Paulo, São Paulo, Brasil) após a indução de anestesia. A *f* foi ajustada durante o período transoperatório para que a pressão parcial de dióxido de carbono ao final da expiração (ETCO<sub>2</sub>) permanecesse entre 35 e 45 mmHg, obtida através da capnometria. Os animais foram mantidos em plano anestésico moderado.

Para a análise de gases expirados, foi utilizado o sistema *sidestream*, acoplado na extremidade distal da sonda traqueal e no monitor multiparamétrico (Monitor

Multiparamétrico RM1000, RZ Equipamentos Veterinários, São Paulo, Brasil). Posteriormente, foi realizado o acesso da artéria auricular média, para aferição da pressão arterial média (PAM), da pressão arterial sistólica (PAS) e da pressão arterial diastólica (PAD), conectado a um transdutor de pressão, posicionado na altura do manúbrio e integrado ao monitor multiparamétrico. Nesse momento, também foi procedido o acesso percutâneo da veia jugular direita, para passagem do cateter de swan-ganz para mensuração do débito cardíaco pelo método da termodiluição. Imediatamente após a instalação dos acessos, foram aferidos: FC,  $f$ , PAS, PAM, PAD, débito cardíaco, temperatura retal através de termômetro clínico, temperatura esofágica através de termômetro esofágico conectado ao monitor e temperatura interna, mensurada através de termo-higrômetro digital (Termo-higrômetro Digital Incoterm 7663.02.0.00, São Paulo, Brasil ) posicionado dentro do portal, sem contato direto com a cavidade (figura 1 e 2). Os pacientes foram mantidos em colchão térmico infra-vermelho ajustados a temperatura de 35° C e a sala cirúrgica foi mantida em temperatura constante de 27° C.

Ao final do procedimento cirúrgico, todos os animais foram medicados com dipirona (25 mg/kg, IV) - (Finador, Ourofino, Cravinhos, São Paulo, Brasil). Foram colocados em sala de recuperação mantida com temperatura regulada entre 25° C e 27° C até total recuperação anestésica (adotarem posição esternal). Após, todos os cães receberam meloxicam (0,2 mg/kg, SC, SID ainda no bloco cirúrgico) - (Maxicam 0,2%®, Ourofino, Cravinhos, São Paulo, Brasil).

Os dados de interesse do estudo (Fc,  $f$ , CAM, PAS, PAM, PAD, DC, dados hemogasométricos -  $\text{ETCO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{SPO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), temperatura retal, temperatura esofágica e temperatura intra-abdominal foram coletados em diferentes tempos cirúrgicos: T0: 24 horas antes do procedimento cirúrgico, valores basais do paciente; T1: paciente estabilizado em plano anestésico; T2: após a instituição da ventilação controlada; T3: início da cirurgia; T4: após 5 minutos de pneumoperitônio em 12 mmHg; T5: antes de retirar os portais; T6: ao final da última sutura; T7: uma hora do final da cirurgia; T8: 24 horas do final da cirurgia. Todas as cirurgias foram executadas pelo mesmo cirurgião, proficiente na técnica. Os animais de ambos os grupos, ficaram posicionados em decúbito dorsal, sendo então procedida a antisepsia ampla da região abdominal e colocação dos campos cirúrgicos.

### 1.3.2 Procedimento cirúrgico

Todos os pacientes foram colocados em decúbito dorsal e submetidos a sondagem uretral (sonda uretral 10Fr) para esvaziamento vesical, sendo essa mantida no transoperatório e pós-operatório até a última coleta de urina, 24 horas após o procedimento. Foi feita a introdução de um trocarte de 10 mm de diâmetro ( $\emptyset$ ) por meio da técnica aberta, realizando-se incisão com bisturi de aproximadamente 1,1 cm na pele, tecido subcutâneo e músculos abdominais na região de cicatriz umbilical. Após confirmação de entrada na cavidade, foi iniciado o pneumoperitônio, a uma velocidade de 1,5 L/min., com CO<sub>2</sub> medicinal não aquecido ou aquecido na temperatura de 37° C, com a utilização do insuflador Thermoflator (Karl Storz Endoskope- Alemanha) dependendo do grupo, até atingir 12 mmHg, para posterior exploração da cavidade. A umidificação do gás não foi realizada, devido à indisponibilidade de tal ferramenta pelo aparelho utilizado.

Sob visualização direta, foi realizada outra incisão na linha média ventral pré-púbica para introdução de um novo trocarte de 10 mm $\emptyset$ , por onde foram utilizados os instrumentais operatórios. Após a localização do ovário esquerdo foi promovida a lateralização das pacientes pela rotação do tronco, mantendo-se os dois membros anteriores fixados conjuntamente na mesa operatória. Na sequência, o corno uterino foi elevado, por meio do pinçamento do ligamento próprio do ovário e fixado à parede muscular com sutura transparietal. A hemostasia dos vasos uterinos e pequeno segmento de útero junto ao ovário foi obtida por meio de cauterização bipolar, seguindo-se a secção dessa estrutura com tesoura de Metzenbaum. Na sequência, o complexo arteriovenoso ovariano (CAVO) foi manejado de forma similar. Por fim, foi cauterizado e seccionado o mesovário próximo ao ligamento suspensor do ovário, permitindo a remoção do órgão através do portal caudal. O mesmo procedimento foi realizado na sequência para o ovário direito. A síntese das feridas de acesso foi obtida com poliglactina 910 2-0 (Poliglactina 910 2-0, Shalon, Brasil), em padrão colchoeiro em cruz na musculatura abdominal e no tecido subcutâneo. Já na pele, foram realizadas suturas interrompidas simples com náilon monofilamentar 4-0 (Nylon 4-0, Technofio, Brasil).

### 1.3.3 Procedimentos pós-operatórios

Para analgesia pós-operatória, todos os animais receberam dipirona ( $25 \text{ mg.Kg}^{-1}$ , VO, TID) até a alta domiciliar que ocorreu 24 horas após o término do procedimento. As cadelas permaneceram com sonda vesical para coleta de urina. Como prescrição domiciliar, os animais receberam terapia anti-inflamatória com meloxicam ( $0,1 \text{ mg.Kg}^{-1}$ , VO, SID) por três dias e dipirona ( $25 \text{ mg.Kg}^{-1}$ , VO, TID.) por três dias. Imediatamente após os procedimentos cirúrgicos, os animais permaneceram em observação, recebendo fluidoterapia até a plena recuperação anestésica, em gaiolas individuais em ambiente climatizado.

**2 ARTIGO 1 - AVALIAÇÃO DE TEMPERATURA DURANTE  
OVARIOHISTERECTOMIA VIDEOASSISTIDA EM CADELAS COM  
PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO OU NÃO AQUECIDO.**

**Artigo a ser enviado para o periódico:**

The Veterinary Journal

## Original Article

### **Avaliação de temperatura durante ovariohisterectomia videoassistida em cadelas com pneumoperitônio aquecido ou não aquecido.**

G.P Coradini <sup>a, \*</sup>, V. Miech <sup>a</sup>, B. A. Nascimento <sup>a</sup>, H. F. Hartmann<sup>a</sup>, M. T. Linhares<sup>a</sup>, L. G. Teixeira <sup>a</sup>, A. Faria <sup>a</sup>, B. Bertoletti <sup>a</sup>, F. A. Filho<sup>a</sup>, R. Seligman<sup>a</sup>, P. I.Ferreira<sup>a</sup>, M. V Brun <sup>a#</sup>

<sup>a</sup> *Departamento de Clínica de Pequenos Animais, Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima 1000, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 97105900, Brasil.* # Bolsista do CNPq-Brasil (305876/2018-0)

\* Corresponding author. Tel.: (55) 55 991294120.  
*E-mail address:* Gabi\_coradini@hotmail.com (G. P. Coradini).

## **Resumo**

A ovariectomia videocirúrgica (laparoscópica ou videoassistida) está sendo cada vez mais realizada na rotina de pequenos animais. Para tanto, é necessário o uso do pneumoperitônio com CO<sub>2</sub>. O pneumoperitônio causa várias alterações, sendo a hipotermia uma das mais importantes, com possíveis consequências no pós-operatório. Entretanto, tem-se estudado novas modalidades de uso do CO<sub>2</sub>, tais como o aquecimento e a umidificação desse gás.

O presente estudo teve como objetivo avaliar as diferenças de temperatura esofágica e retal de dois grupos, um deles utilizando pneumoperitônio com gás não aquecido (GNA), e outro com CO<sub>2</sub> aquecido (GAQ), ambos não umidificados. Nos dois grupos foi demonstrado decréscimo de temperatura durante o período transoperatório, mas sem hipotermia, a qual foi recuperada no final da cirurgia e manteve-se constante até a recuperação.

*Keywords:* cães, pneumoperitônio aquecido, temperatura, videocirurgia.



## Introdução

A esterilização cirúrgica de cães e gatos consiste em uma prática que pode aumentar a longevidade e qualidade de vida desses animais, contribuindo para o controle das taxas de natalidade. Atualmente, a ovariosterectomia (OVH) está entre os procedimentos mais realizados na rotina videocirúrgica de pequenos animais. Apresentam vantagens quando comparadas as técnicas convencionais, sendo aplicadas em castrações eletivas e quando há alterações ovarianas e uterinas nessas espécies (Ferreira et al., 2013; Brun, 2015; Tavares et al., 2016;)

Neste contexto, destaca-se o emprego da videocirurgia para OVE, sendo que diferentes pesquisas visam o aperfeiçoamento desses procedimentos por acessos minimamente invasivos, os quais estão associados aos menores riscos de contaminação e sangramentos, redução de dor no pós-operatório, rápida recuperação, maior conforto e melhor apresentação estética (Davidson et al., 2004; Malm et al., 2004; Devitt et al., 2005; Souza et al., 2014).

O pneumoperitônio, componente do método laparoscópico, está associado às condições especiais para a condução da anestesia, visto que a pressão intra-abdominal (PIA) positiva resulta em alteração de diversos parâmetros fisiológicos (Brull, 1995; Cunningham, 1993). O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é o gás mais empregado em laparoscopias por ser inodoro, incolor, não comburente e apresentar alta solubilidade no plasma, minimizando os riscos de embolia gasosa (Coelho et al., 1995).

A absorção de dióxido de carbono, através da membrana peritoneal, os efeitos mecânicos de distensão da cavidade abdominal e alterações no fluxo sanguíneo sistêmico compõe um conjunto de alterações próprias desta modalidade de operação (Fagundes et al., 2001). O CO<sub>2</sub> padrão utilizado atualmente na prática laparoscópica em humanos, é frio e seco (20- 21° C e 0,0002% de umidade relativa), não sendo fisiológico para a condição normal da cavidade peritoneal (36° C e 100% de umidade relativa), segundo Yu et al. (2013).

O CO<sub>2</sub> é armazenado em cilindros sob alta pressão e baixa temperatura. Os insufladores reduzem essa pressão, mas ainda mantém a temperatura do gás muito abaixo da intra-abdominal. Esse fator associado ao tempo de manutenção deste gás dentro da cavidade pode acarretar em um quadro de hipotermia (Desai, 1982).

O aumento da pressão intra-abdominal (PIA) pode ser responsável por diminuição do fluxo arterial pela compressão de estruturas vasculares que, juntamente com a vasoconstrição desencadeada pelas catecolaminas em resposta metabólica ao trauma, resfriam os membros inferiores (Nishi Y., 1977). Isto resulta de um menor aporte de sangue aquecido das regiões centrais do corpo para os membros, além de alterações hemodinâmicas nos músculos, que são também responsáveis pela termogênese.

Torres et al, 1995, refere a hipotermia como complicação da cirurgia laparoscópica, ressaltando a recomendação de se monitorar a temperatura central relacionando-se com o gradiente de temperatura intra-abdominal, de modo a acompanhar o processo de equilíbrio térmico.

Existem muitos relatos que descrevem a hipotermia intraoperatória secundária ao pneumoperitônio. Alguns autores detectaram que o gás insuflado não aquecido, em oposição ao gás insuflado aquecido, provocam perda maior na temperatura corporal, enquanto outros não tem demonstrado diferenças entre as duas técnicas (Constantine e Mark, 2009). Além disso, de acordo com Herrmann e Wilde (2015) e Balayssac et al. (2016), o resfriamento da cavidade, ainda pode levar a hipotermia transoperatória, aumento do tempo de recuperação e complicações como dor pós-operatória. Objetivando limitar os efeitos adversos apresentados pelo uso do CO<sub>2</sub> frio e seco, técnicas de insuflação de gás aquecido e umidificado tem sido desenvolvidas.

Prevenir a hipotermia durante a cirurgia é um fator importante que limita as complicações operatórias e pós-operatórias como hipocalemia e distúrbios de coagulação (Ellis et al., 1957, Boelhouwer et.al., 1987). Além disso, parece reduzir o número de infecções e tempo de internação pós-operatória. No entanto, são necessárias mais evidências de estudos para avaliar o papel do aquecimento na melhoria da morbidade e mortalidade (Davey et al., 2013).

Devido a isso, esse estudo teve por objetivo observar comportamento das temperaturas corpóreas em cães durante diferentes momentos da OVH por videocirurgia com pneumoperitônio sem umidificação, aquecido e não aquecido, considerando as alterações causadas.

## **Material e métodos**

### ***Animais:***

Este estudo teve a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais em Ensino e Pesquisa (CEUA), sob o protocolo nº 3883261216. Foram incluídas 20 fêmeas da espécie canina, sem raça definida (SRD), adultas de até oito anos de idade, com massa corporal média de  $18,99 \pm 3,87$  Kg, encaminhadas por seus tutores ao Hospital Veterinário Universitário da Universidade Federal de Santa Maria (HVU-UFSM), para realização de OVH eletiva. Os animais participaram simultaneamente de outro estudo envolvendo a avaliação de radicais livres em diferentes modalidades de insuflação (Milech, 2018). Todas as pacientes incluídas no estudo foram consideradas híginas ao exame clínico geral, exames laboratoriais (hemograma, contagem plaquetária e bioquímica sérica hepática e renal) e ultrassonografia abdominal (US), para avaliação do trato genital. As pacientes foram internadas no dia do procedimento cirúrgico, sob jejum alimentar pré-operatório de 12 horas para sólidos e seis para líquidos.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos (10 fêmeas cada); o primeiro submetido ao pneumoperitônio com CO<sub>2</sub> regular não aquecido (GNA) e o segundo grupo submetido ao pneumoperitônio com CO<sub>2</sub> aquecido (GAQ), a temperatura de 37°C. Ambos sem umidificação.

***Procedimento Anestésico:***

Para medicação pré-anestésica (MPA) utilizou-se cloridrato de tramadol (4 mg/kg, via intramuscular) - (Cloridrato de Tramadol 100 mg/2mL<sup>®</sup>, Teuto, Brasil). Quinze minutos após a MPA, foi realizada a tricotomia do campo operatório e do local do acesso venoso para manutenção da fluidoterapia com Ringer lactato (Sanobiol, Brasil). A indução anestésica foi feita com propofol (4mg/kg, via endovenosa) - (Diprivan 1%<sup>®</sup>, Cristália, Brasil) e a manutenção anestésica com isoflurano (1,5 CAM) - (Isoforine<sup>®</sup>, Cristália, Brasil), vaporizado em oxigênio a 100%. Previamente ao início da cirurgia, administrou-se quimioprofilaxia antimicrobiana com cefalotina (30mg/kg, via endovenosa) - (Cefalotina sódica 1g<sup>®</sup>, ABL, Brasil). A temperatura dos animais era monitorada constantemente, e durante todo o procedimento cirúrgico a temperatura da sala cirúrgica foi mantida entre 25-27°C.

***Procedimento Cirúrgico:***

A OVH foi realizada pela técnica videoassistida com dois portais. O primeiro portal (11mm) foi inserido na região da cicatriz umbilical pela técnica aberta, e o segundo portal (11mm), sob visibilização da óptica, foi introduzido na região pré-púbica, em ponto estratégico para a exteriorização do trato reprodutor. Foi mantida a pressão de 10 mmHg no pneumoperitônio e velocidade de insuflação constante de 2 L/min., usando o gás não aquecido (GNA) através do insuflador Electronic endoflator (Karl Storz Endoskope- Alemanha), a temperatura ambiente, ou gás aquecido (GAQ) com a utilização do insuflador Thermoflator (Karl Storz Endoskope- Alemanha), com o seu sistema programado ao aquecimento do gás a

uma temperatura de 37°C. Nos dois grupos a umidificação do gás não foi realizada devido à indisponibilidade de tal ferramenta pelo aparelho utilizado.

Posteriormente ao início da insuflação, as pacientes foram posicionadas em decúbito lateral direito, possibilitando assim a visibilização do ligamento suspensor ovariano e ovário esquerdo. Estes eram suspensos por meio de pinça Kelly, sendo o ovário fixado na parede abdominal temporariamente através de uma sutura transparietal com agulha triangular curva de 4cm. A hemostasia e secção do complexo arteriovenoso ovariano (CAVO) era realizada com pinça bipolar munida de lâmina de corte. Obtida secção do mesovário e ligamento suspensor, a sutura transparietal era removida da parede abdominal liberando o ovário, sendo essas mesmas manobras repetidas do lado direito, com as cadelas em decúbito lateral esquerdo. Os ovários e o útero eram expostos pela ferida do segundo portal, permitindo a aplicação da técnica das três pinças imediatamente cranial à cérvix, sendo realizada a secção entre a primeira e a segunda pinça, aplicando-se na sequência, duas suturas transfixantes com fio 2-0 (Poliglactina 910 2-0, Shalon, Brasil) junto à cérvix. O coto uterino era devolvido à cavidade abdominal sob visibilização direta, e mantia-se a insuflação até o tempo de 60 minutos as coletas finais. As feridas de acesso foram suturadas em três planos, mediante sutura de colchoeiro em cruz com fio poliglactina 910 2-0 (Poliglactina 910 2-0, Shalon, Brasil) na camada muscular, seguido da aplicação de mesmo padrão de sutura com fio 3-0 (Poliglactina 910 3-0, Shalon, Brasil) no tecido subcutâneo. A pele foi ocluída em padrão colchoeiro horizontal interrompido, com náilon monofilamentar 4-0 (Nylon 4-0, Technofio, Brasil).

#### ***Pós-operatório:***

A analgesia pós-operatória foi composta por meloxicam (0,1mg/kg) - (Maxicam 0,2%<sup>®</sup>, Ourofino, Brasil), e uma associação de dipirona sódica (25mg/kg) e N-butilescolamina (0,2mg/kg) - (Buscofin Composto<sup>®</sup>, Agener União, Brasil), estendendo-se por três dias,

obedecendo os intervalos de 24 horas e oito horas, respectivamente. As pacientes recebiam alta hospitalar no mesmo dia do procedimento cirúrgico, sendo encaminhados aos seus tutores com recomendações de cuidados pós-cirúrgicos.

### ***Coleta das Amostras:***

Foram coletados dados de temperatura esofágica com sonda de temperatura do aparelho de monitoração, posicionada no terço inicial do esôfago, bem como temperatura retal, com termômetro clínico.

Os dados de temperatura esofágica foram coletados basal (estabelecimento do plano anestésico) (T0) e a cada 5 minutos desde o início da cirurgia, até o final do procedimento, que teve como duração máxima 75 minutos, com descrição a cada 5 minutos. Os tempos de coleta da temperatura retal corresponderam a Tempo 0 (T0), imediatamente após o início do procedimento cirúrgico, antes da insuflação com CO<sub>2</sub>; Tempo 1 (T1), após 30 minutos de exposição ao CO<sub>2</sub>, contados a partir do momento em que foi atingida pressão de 10 mmHg; Tempo 2 (T2), 60 minutos após o início da aplicação de CO<sub>2</sub>, independentemente da finalização do procedimento cirúrgico.

As variáveis foram submetidas ao teste de normalidade de D'Agostino & Pearson, tendo apresentado distribuição gaussiana. Dessa forma, para comparação entre momentos dentro do grupo, utilizou-se ANOVA para medidas repetidas e teste post-hoc de Tukey, para comparação entre momentos aos pares, considerando as diferenças significativas quando  $p < 0,05$ .

## **Resultados**

A amplitude da temperatura no decorrer do procedimento foi considerada apenas dentro de cada grupo separadamente para analisar a influência do aquecimento do gás no transoperatório.

No grupo pneumoperitônio não aquecido, quando se avaliou a temperatura esofágica houve diferença significativa ( $p < 0,0001$ ) entre os tempos do grupo. A diferença não foi significativa ( $p > 0,05$ ) apenas entre os momentos T0, T5, T10, T15 e T20 (a cada 5 minutos de comparação). Houve diferença significativa quando se comparou T0, T5, T10, T15 e T20 com os demais tempos, por exemplo, T0 e T30 ( $p < 0,0001$ ) (Tabela 1).

No que diz respeito à temperatura retal no grupo GNA, houve diferença significativa entre momentos ( $p < 0,0001$ ). A temperatura retal basal ( $38,3 \pm 0,6^\circ\text{C}$ ) foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) que T1 ( $37,8 \pm 0,6^\circ\text{C}$ ) e que T2 ( $p > 0,0001$ ), ( $37,5 \pm 0,6^\circ\text{C}$ ). O momento T1 foi significativamente maior ( $p < 0,0001$ ) que T2.

Quando se observa o grupo aquecido nota-se que houve diferença significativa ( $p < 0,0001$ ) em relação aos tempos dentro do grupo. Assim como no GNA, a diferença não foi significativa ( $p > 0,05$ ) apenas entre os momentos T0, T5, T10, T15 e T20. (Tabela 2).

No que diz respeito à temperatura retal no GAQ houve diferença significativa ( $p < 0,0001$ ). A temperatura retal basal ( $38,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ) foi significativamente maior ( $p < 0,001$ ) que t1 ( $37,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ) e que t2 ( $p > 0,0001$ ), ( $37,0 \pm 0,4^\circ\text{C}$ ). O momento t1 foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) que t2.

## **Discussão**

Ao avaliar o grupo não aquecido, percebeu-se que os pacientes demonstraram temperatura esofágica com variações entre os momentos a partir do T20, que equivalia aos 20 minutos do início da cirurgia e exposição ao pneumoperitônio. Até então, observou-se tendências de maior temperatura nas avaliações basais, pois ainda não havia iniciado o pneumoperitônio. Sabe-se que a insuflação com  $\text{CO}_2$  não aquecido para laparoscopia é realizada a uma temperatura de  $22^\circ\text{C}$  e 0% de umidade relativa (Ott, 1991; Ott et. al., 1998).

A temperatura corporal de cães varia entre  $37,5^\circ\text{C}$  a  $39,2^\circ\text{C}$  (Beal et al., 2000), a qual é em torno de  $15^\circ\text{C}$  mais elevada que a do  $\text{CO}_2$  insuflado. Devido a isso, acredita-se que a partir

dos 20 minutos iniciais de pneumoperitônio, o organismo começou a perder temperatura. Notou-se diferenças em alguns tempos como T20 ao T35. Após o T35, as temperaturas se mantiveram e não demonstraram diferenças entre os tempos.

O fato de as temperaturas apresentarem uma leve queda até o tempo de 35 minutos de pneumoperitônio não aquecido pode ser justificado de acordo com Bessell et al. (1995) e Bessell et al. (1999), que afirmam que quando o gás seco e não aquecido é insuflado no abdômen quente, o gás é umidificado e aquecido até chegar a um equilíbrio de umidade e temperatura no interior do abdômen. Ambos os processos afetam as condições do paciente e, mais especificamente a do peritônio. Como consequência a superfície peritoneal perderá mais temperatura e líquido para atingir este equilíbrio, o que ocorreu até os 35 minutos de avaliação com o gás não aquecido e seco. Este processo consome energia e conseqüentemente induz a redução da temperatura. No presente estudo nenhum dos animais atingiu essa temperatura em nenhum dos momentos avaliados, mesmo submetidos ao pneumoperitônio não aquecido.

A temperatura retal dos pacientes do GNA no período basal foi maior que as demais avaliações, sendo estatisticamente diferente em algumas as avaliações ( $p < 0,05$ ) que t1 ( $37,8 \pm 0,6^\circ\text{C}$ ) e que t2 ( $p > 0,0001$ ) ( $37,5 \pm 0,6^\circ\text{C}$ ). De acordo com Noll et al. (2018), Monagle et al. (1993) e Schlotterbeck et al. (2009), procedimentos laparoscópicos prolongados tem sido identificados como potencial fator de risco para hipotermia, devido a insuflação contínua do  $\text{CO}_2$  frio e seco.

Considerando os motivos previamente colocados, é esperada uma pequena queda na temperatura quando se compara ao basal. Entretanto, a maior diferença observada foi entre T1 (30 minutos de pneumoperitônio) e T2 (60 minutos de exposição) e por mais que a temperatura em T1 tenha sido maior, nota-se que o pacientes perderam calor do início do pneumoperitônio até os 30 minutos de exposição, o que se justifica pela tentativa de equilibrar o organismo a diferença de temperatura e umidade. Após, em 60 minutos de exposição a perda foi



significativamente menor, demonstrando maior estabilidade térmica e ao final do procedimento, tanto temperatura retal como esofágica se mantiveram estáveis e foram mantidas dentro dos parâmetros esperados.

Já no GAQ a temperatura basal se manteve até T20, havendo diferença a partir desse tempo em relação aos demais. Notou-se que a maior variação ocorreu no terço médio do procedimento, com melhor manutenção da temperatura no final da cirurgia. As principais alterações ocorreram do T5, T10, T15 e T20, sendo justificado pelas razões descritas no GNA, no entanto, como a temperatura do gás desse grupo foi maior (37°C), o organismo não necessitou tanto tempo para ajustar a temperatura. De outra forma, em condição similar ao GNA, houve necessidade de equilibrar a umidade do peritônio. Após esse período quase não foram observadas diferenças significativas entre os tempos, evidenciando que houve equilíbrio térmico.

Em relação as temperaturas retais, observou-se o mesmo comportamento que o GNA, com uma queda quando observado T2 em relação ao T3 (dos 30 aos 60 minutos). Em ambos os grupos, a temperatura da sala cirúrgica foi mantida entre 25°C e 27°C, o que pode ter contribuído para que ocorresse menor perda de temperatura. Conforme Bessler et al. (1997), a temperatura da sala de operações e umidade contribuem para hipotermia perioperatória. As temperaturas de operação são tipicamente mantidas abaixo de 23°C para o conforto do pessoal envolvido, mas este ajuste de temperatura contribui para a hipotermia. Poucos estudos relataram ajustes transoperatórios de temperatura da sala cirúrgica, e nenhum estudo incluiu dados sobre quanto esta condição afeta as temperaturas retal e esofágica em cães.

Quando observamos clinicamente os grupos estudados notamos que não houve perda de temperatura importante. Ambos mantiveram suas temperaturas, tiveram queda durante o procedimento mas conseguiram estabilizar a partir dos 30 minutos de pneumoperitônio. Scott et al. (2018), em seu estudo envolvendo laparoscopia em cães, quando comparou o

pneumoperitônio umidificado aquecido com frio, a perda na temperatura corporal central dos animais foi menor ao longo do tempo no grupo aquecido úmido.

Os cães não foram considerados hipotérmicos ( $<36,5^{\circ}\text{C}$ ) durante os primeiros 60 minutos dos procedimentos laparoscópicos; no entanto, a temperatura corporal aumentou em todos os cães após os primeiros 30 minutos de pneumoperitônio, comparando com o valor basal. Isso vai ao encontro de Bessel et al. (1995), que em modelo experimental com suínos, mostraram que a mudança de temperatura em animais que receberam  $\text{CO}_2$  aquecido e umidificado foi semelhante a mudança observada nos suínos submetidos apenas a anestesia. No entanto, a administração de três horas de qualquer gás não aquecido e seco ou aquecido resultou em queda de temperatura de 1 até  $1,7^{\circ}\text{C}$ .

### **Conclusões**

As temperaturas se comportaram de forma parecida, evidenciando que não houve maior proteção térmica ao utilizar o pneumoperitônio aquecido seco para o procedimento proposto na categoria de paciente estudada. Também não foi observada hipotermia transoperatória em ambas modalidades, o que nos permite dizer que é possível utilizar as duas formas de pneumoperitônio com segurança em cirurgias e pacientes de categoria similares a do presente estudo. Entretanto, é necessário que se façam mais pesquisas sobre outras diferenças entre as duas modalidades, relacionadas a hemodinâmica, hemogasometria, alterações peritoniais, também como mais estudos utilizando outros modos de pneumoperitônio incluindo os umidificados.

### **Conflito de interesses**

Não há conflito de interesses de nenhum dos autores deste artigo.

### **Agradecimentos**

Gostaríamos de agradecer a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio nesse estudo.

### **Material suplementar**

Não há material suplementar disponível.

### **Referências**

- Balayssac, D. et al. Warmed and humidified carbon dioxide for abdominal laparoscopic surgery: meta-analysis of the current literature. *Surg Endosc*, 2016.
- Beal MW, Brown DC, Shofer FS. The effects of perioperative hypothermia and the duration of anesthesia on postoperative wound infection rate in clean wounds: a retrospective study. *Vet Surg* 2000;29:123–127
- Bessell JR, Karatassas A, Patterson JR, Jamieson GG, Maddern GJ (1995) Hypothermia induced by laparoscopic insufflation. A randomized study in a pig model. *Surg Endosc* 9:791–796
- Bessell JR, Ludbrook G, Millard SH, Baxter PS, Ubhi SS, Maddern GJ (1999) Humidified gas prevents hypothermia induced by laparoscopic insufflation: a randomized controlled study in a pig model. *Surg Endosc* 13:101–105
- Boelhouwer RU, Bruining HA, Ong GL (1987) Correlations of serum potassium fluctuations with body temperature after major surgery. *Crit Care Med* 15:310–312
- Brull JS. Anesthetic considerations for laparoscopic procedures. *ASA Refresher Course* 1995;23:15-28.
- Brun, M. V. Videocirurgia em pequenos animais. 1º ed. Rio de Janeiro: Editora Roca, 2015.
- Coelho, J.C.U. et al. Complicações gerais em videocirurgia. In: Coelho, J.C.U.; Marchesini, J.B.; Malafaia, O. *Complicações da videocirurgia, da profilaxia ao tratamento*. Rio de Janeiro: Medsi, 1995. p.27-47.
- Constantine T. F.; Mark A.C. *Atlas de cirurgia minimamente invasiva*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier Ltda, 2009.
- Cunningham AJ, Brull S. Laparoscopic cholecystectomy: anesthetic implications. *Anesth analg* 1993; 76:1120-1133.
- Davey AK, Hzyward J, Marshall JK et al. The effects of insufflation conditions on rat

- Mmesothelium. *Int J Inflamm* 2013. in dogs. *Vet Surg*, v.33, p.62-69, 2004.
- Davidson, E.B. et al. Comparison of laparoscopic ovariohysterectomy and ovariohysterectomy in dogs. *Vet Surg*, v.33, p.62-69, 2004.
- Desai S, ROAF E, LIU P. Acute pulmonary edema during laparoscopy. *Anesth Analg* 1982;61:699-700.
- Devitt, C.M. et al. Duration, complications, stress, and pain of open ovariohysterectomy versus a simple method of laparoscopic-assisted ovariohysterectomy in dogs. *J Am Vet Med Assoc*, v.227, n.6, p.921-927, 2005
- Ellis PR, Kleinsasser LJ, Speer RJ (1957) Changes in coagulation occurring in dogs during hypothermia and cardiac surgery. *Surgery* 41:198–210
- Fagundes, M. A. V. et. al., Efeitos do Pneumoperitônio em ratos. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.3, p.703-707, 2001
- Ferreira, G. S, Franco CAD, Santos CL, et al. Ovariectomia laparoscópica em cadela e gatas. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*. 35(1): 55-60. 2013.
- Herrmann, A.; De Wilde, R. L. Insufflation with humidified and heated carbon dioxide in short-term laparoscopy: a double-blinded randomized controlled trial. *Biomed Res Int*, v. 2015, p. 412618, 2015.
- Malm, C. et. al. Ovário-histerectomia: estudo experimental comparativo entre as abordagens laparoscópica e aberta na espécie canina. Intra-operatório I. *Arq Bras Med Vet Zootec*, v.56, n.4, p.457-466, 2004.
- Milech V. Estresse oxidativo e resposta inflamatória em cadelas submetidas à pneumoperitônio aquecido ou não em ovariohisterectomia. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2018.
- Monagle J, Bradfield S, Nottle P. Carbon dioxide, temperature and laparoscopic cholecystectomy. *Aust N Z J Surg*. 1993; 63(3):186–9. Epub 1993/03/01. PMID: 8311792.
- Nishi Y, Gagge AP, Effective temperature scale useful for hypo and hyperbaric environments. *Aviat Space Environ Med*, 1977;48:97-107.
- Ott DE. Laparoscopic hypothermia. *J Laparoendosc Surg* 1991;1:127–131.
- Ott DE, Reich H, Love B, et al. Reduction of laparoscopic-induced hypothermia,

postoperative pain and recovery room length of stay by pre-conditioning gas with the Insuflow device: a prospective randomized controlled multi-center study. *JSLS* 1998;2:321–329

Redondo JI, Suesta P, Serra I, et al. Retrospective study of the prevalence of postanesthetic hypothermia in dogs. *Vet Rec* 2012;171:374–379

Schlotterbeck H, Schaeffer R, Dow WA, Diemunsch P. Cold nebulization used to prevent heat loss during laparoscopic surgery: an experimental study in pigs. *Surg Endosc.* 2008; 22(12):2616–20. Epub 2008/03/19. <https://doi.org/10.1007/s00464-008-9841-z> PMID: 18347861

Scott, J.E. et al. Effect of pneumoperitoneum with warmed humidified or standard-temperature carbon dioxide during laparoscopy on core body temperature, cardiorespiratory and thromboelastography variables, systemic inflammation, peritoneal response, and signs of postoperative pain in healthy mature dogs. *AJVR* • Vol 79 • No. 12 • December 2018.

Sessler DI Mild perioperative hypothermia. *N Engl J Med* 1997; 336: 1730–1737

Souza, F W. et al. Ovariohisterectomia por videocirurgia (via NOTES vaginal híbrida), celiotomia ou miniceliotomia em cadelas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.3, p.510-516, mar, 2014.

Tavares, D.C. et al. Video-assisted ovariohisterectomy in domestic cats (*Felis catus*, Linnaeus, 1758) using two access portals. *Acta Cirúrgica Brasileira* - Vol. 31 (2) 2016.

Torres H.O.; Nunes C.E.C.; Araújo Neto J.P. Anestesia em vídeolaparoscopia. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, Rio de Janeiro, vol. 45, n.1, p.21-32, 1995

Whitehead M. Ovariohisterectomy versus ovariectomy. *The Veterinary Record*, 159, 723-724, 2006.

Yu T-C, Hamill JK, Liley A, Hill AG (2013) Warm, humidified carbon dioxide gas insufflation for laparoscopic appendectomy in children: a double-blinded randomized controlled trial. *Ann Surg* 257:44–53doi:10.1097/SLA.0b013e31825f0721

**3 ARTIGO 2 – INFLUÊNCIA DO PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO OU NÃO AQUECIDO SOBRE A HEMODINÂMICA, HEMOGASOMETRIA E TEMPERATURA EM CADELAS SUBMETIDAS A OVARIECTOMIA VIDEOLAPAROSCÓPICA**

**Artigo a ser submetido para publicação no periódico:**

*Acta Scandinavica Veterinaria*

**Influência do pneumoperitônio aquecido ou não aquecido sobre a hemodinâmica, hemogasometria e temperatura em cadelas submetidas a ovariectomia videolaparoscópica.**

**Gabriela Pesamosca Coradini<sup>1\*</sup>, Vanessa Milech<sup>1</sup>, Bernardo Antunes do Nascimento<sup>1</sup>, Marcella Teixeira Linhares<sup>1</sup>, Hellen Fialho Hartmann<sup>1</sup>, Álvaro José Chaves Siva<sup>2</sup>, Luciana Gonçalves Teixeira<sup>1</sup>, Stephanie Lanzarini Abati<sup>1</sup>, Aline da Silva Faria<sup>1</sup>, Maurício Veloso Brun<sup>1#</sup>.**

<sup>1</sup>Departamento de Clínica de Pequenos Animais, Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima 1000, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 97105900, Brasil. # Bolsista do CNPq-Brasil (305876/2018-0)

<sup>2</sup>Department of Animal Welfare, National Autonomous University of Nicaragua (UNAN), León, Nicaragua.

\*Corresponding author

**Gabriela Pesamosca Coradini - [gabi\\_coradini@hotmail.com](mailto:gabi_coradini@hotmail.com); Vanessa Milech - [vanessamilech@gmail.com](mailto:vanessamilech@gmail.com); Bernardo Antunes do Nascimento - [berantunes@hotmail.com](mailto:berantunes@hotmail.com); Marcella Teixeira Linhares - [marcellatl.vet@gmail.com](mailto:marcellatl.vet@gmail.com); Hellen Fialho Hartmann - [hellenhartmann@gmail.com](mailto:hellenhartmann@gmail.com); Álvaro José Chavez Silva - [alchasi\\_91@hotmail.com](mailto:alchasi_91@hotmail.com); Luciana Gonçalves Teixeira - [lucianateixeira@gmail.com](mailto:lucianateixeira@gmail.com); Stephanie Abati - [slabati.vet@gmail.com](mailto:slabati.vet@gmail.com); Aline da Silva Faria - [aline.libervet@gmail.com](mailto:aline.libervet@gmail.com); Maurício veloso Brun - [mauriciovelosobrun@hotmail.com](mailto:mauriciovelosobrun@hotmail.com)**

## **Resumo**

### **Background**

A ovariectomia laparoscópica está cada vez mais presente na rotina videocirúrgica de pequenos animais. No entanto, o pneumoperitônio, componente da técnica, engloba alterações no organismo que merecem atenção. Para tanto, existem diferentes modalidades de utilização do gás com ou sem aquecimento, umidificado ou seco. Objetivou-se comparar dois grupos quanto

a alterações hemodinâmicas, hemogasométricas, de temperatura e renais quando submetidos à insuflação aquecida ou não, sem umidificação. Foram selecionados 40 cães, fêmeas, de 15 a 20 quilogramas, de um a três anos, hípidas. Os animais foram alocados em dois grupos: Grupo não aquecido (GNA) ou grupo aquecido (GN). A ovariectomia foi realizada com a técnica dos dois portais, mantida em um pneumoperitônio com pressão de 12 mmHg. Os pacientes foram mantidos em anestesia inalatória e ventilação controlada. Foram mensurados parâmetros como: frequência cardíaca (FC), respiratória ( $f$ ), pressão parcial de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO<sub>2</sub>), pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO<sub>2</sub>), pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial (PaCO<sub>2</sub>), saturação periférica da oxihemoglobina (SpO<sub>2</sub>), bicarbonato de sódio (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), pressões sistólica (PAS), média (PAM) e diastólica (PAD), débito cardíaco (DC) e temperaturas. Também foram coletadas amostras de sangue arterial e urina para avaliações. Após as cirurgias, os animais foram recuperados, mantidos em observação durante 24 horas e liberados com prescrição domiciliar.

### **Resultados:**

A FC aumentou no início do pneumoperitônio em GNA, no entanto débito cardíaco e as pressões não apresentaram diferença entre os grupos e nem individualmente. Quanto a valores de ETCO<sub>2</sub>, houve aumento em ambos os grupos, no entanto a  $f$  se manteve constante. PaO<sub>2</sub> e PaCO<sub>2</sub> se mantiveram dentro da referência, porém tiveram um aumento em dois tempos nos dois grupos. O pH teve uma diminuição ao mesmo tempo que o PaCO<sub>2</sub> aumentou, caracterizando acidose respiratória aguda. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> apresentou diferença em T7 em GNA. Nas temperaturas não houve diferença. Na avaliação renal os parâmetros não demonstraram alteração significativa.

### **Conclusões:**



Quando comparados os grupos avaliados com a metodologia empregada não foram evidenciadas alterações e diferenças significativas entre eles. No entanto torna-se necessário que sejam estudadas e comparadas mais modalidades de pneumoperitônio para os mesmos parâmetros avaliados.

**Palavras-chave:**

Cães, ovariectomia, laparoscopia, pneumoperitônio.

**Background**

A esterilização cirúrgica de cães e gatos consiste em uma prática que pode aumentar a longevidade e a qualidade de vida desses animais, contribuindo ainda para o controle das taxas de natalidade. Atualmente, a ovariohisterectomia e ovariectomia laparoscópicas estão entre os procedimentos mais realizados na rotina videocirúrgica de pequenos animais. Apresentam vantagens quando comparadas as técnicas convencionais, sendo aplicadas em castrações eletivas e quando há alterações ovarianas e uterinas nessas espécies [1,2].

A ovariectomia (OVE) é a remoção cirúrgica dos ovários. A sua principal indicação é a esterilização de fêmeas saudáveis [3]. Se aplicados nos pacientes indicados é bastante segura, além de ser mais rápida que determinadas técnicas de OVH laparoscópicas [4]. Neste contexto, destaca-se o emprego da videocirurgia para OVE, sendo que as diferentes pesquisas visam o aperfeiçoamento desses procedimentos por acessos minimamente invasivos, os quais estão associados aos menores riscos de contaminação e sangramentos, redução de dor no pós-operatório, rápida recuperação, maior conforto e melhor apresentação estética [5, 6,7,8].

O pneumoperitônio, componente do método laparoscópico, dá as características especiais para a condução da anestesia, visto que a pressão intra-abdominal (PIA) positiva resulta em alteração de diversos parâmetros fisiológicos [9,10]. O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é o gás mais empregado

em laparoscopias por ser inodoro, incolor, não comburentes e apresentar alta solubilidade no plasma, minimizando os riscos de embolia gasosa [11]. O CO<sub>2</sub> padrão utilizado atualmente na prática laparoscópica em humanos é frio e seco (20- 21°C e 0,0002% de umidade relativa), não sendo fisiológico para a condição normal da cavidade peritoneal (36°C e 100% de umidade relativa), [12]. Uma vez estabelecido, o pneumoperitônio pode causar alterações cardiovasculares significativas, que acarretarão maior ou menor repercussão para o paciente em função da pressão utilizada, duração do procedimento, estado funcional cardiocirculatório do paciente antes da cirurgia, posicionamento e volume intravascular [13, 14].

Devido a essas mudanças serem causadas pelo emprego do gás CO<sub>2</sub> utilizado para a instituição do pneumoperitônio, rotineiramente sem aquecimento e umidificação, objetivou-se observar e comparar a ocorrência destas alterações quando se utiliza a insuflação com o CO<sub>2</sub> aquecido.

## **Métodos**

### **Animais**

O experimento proposto foi executado após aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul (RS), Brasil, o qual foi realizado no laboratório de cirurgia experimental (LACE) e desenvolvido por uma equipe previamente capacitada na execução de diferentes técnicas de castrações videocirúrgicas em pequenos animais. Os tutores/responsáveis pelas pacientes aptas ao estudo assinaram uma declaração, por escrito, autorizando sua inclusão ao protocolo experimental, ciente dos riscos e implicações.

Para tanto, foram selecionadas 40 cadelas de médio porte (entre 1 e 3 anos, pesando entre 15 e 20 kg) e com escore corporal entre 2 e 3. Foram incluídos pacientes considerados hígidos por meio de exame clínico, sendo aferidos: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (*f*), temperatura corporal (T°C), grau de hidratação, tempo de preenchimento capilar (TPC), ainda seguido de exames laboratoriais (hemograma, contagem plaquetária, proteínas totais, ALT, FA,

albumina, ureia, creatinina glicemia e cortisol). Também foi realizada ultrassonografia abdominal para certificação da higidez do trato reprodutivo.

### **Protocolo Experimental**

Os animais selecionados chegaram ao hospital veterinário 48 horas antecedentes ao início do procedimento, para adaptação ambiental e contato com a equipe. As cadelas foram instaladas em gaiolas individuais, com acesso a uma área aberta comum para passeio. A alimentação fornecida foi ração comercial dividida em duas porções diárias e água à vontade. Os pacientes foram distribuídos de forma aleatória (sorteio) em dois grupos: GA (grupo pneumoperitônio aquecido) e GNA (grupo pneumoperitônio não aquecido). Os animais de ambos os grupos receberam o mesmo protocolo anestésico e foram submetidos ao mesmo procedimento cirúrgico. Um dia após a internação dos pacientes (24 horas), foram mensurados os parâmetros fisiológicos e realizada a colheita de sangue arterial para hemogasometria e sangue venoso para a mensuração de glicemia e realização de novos exames laboratoriais, os quais corresponderam aos valores basais do paciente (T0). Foi instituído jejum alimentar sólido de 8 horas. Como medicação pré-anestésica (MPA), os animais receberam meperidina (4mg/kg IM) - (Dolosal, Cristália, Brasil). Após, ocorreu o preparo prévio dos pacientes com tricotomia, antissepsia e canulação da veia cefálica direita para instituição de fluidoterapia com Ringer lactato, 10 ml/kg/hora (Sanobiol, Pouso Alegre, Minas Gerais, Brasil), em bomba de infusão peristáltica. Decorridos 15 minutos da MPA, realizou-se a indução anestésica com administração de propofol (4 mg/kg, intravenosa (IV) ou dose necessária para permitir a intubação) - (Diprivan1%<sup>®</sup>, Cristália, São Paulo, São Paulo, Brasil), sendo então os pacientes intubados com sonda orotraqueal e mantidos com isoflurano a uma concentração alveolar mínima (CAM) de 1,5 a 1,8 - (Isoforine<sup>®</sup>, Cristália, São Paulo, São Paulo, Brasil) vaporizado em oxigênio a 100% com ventilação mecânica, ciclada a volume (10 mL/kg) a uma relação de inspiração:expiração (I:E) de 1:2. Para instalação de ventilação controlada foi administrado atracúrio (0,2 mg/kg, IV)

– (Tracur, Cristália, São Paulo, São Paulo, Brasil) após a indução de anestesia. A  $f$  foi ajustada durante o período transoperatório para que a pressão parcial de dióxido de carbono ao final da expiração (ETCO<sub>2</sub>) permanecesse entre 35 e 45 mmHg, obtida através da capnometria. Os animais foram mantidos em plano anestésico moderado. Para a análise de gases expirados, foi utilizado o sistema *sidestream*, acoplado na extremidade distal da sonda traqueal e no monitor multiparamétrico (Monitor Multiparamétrico RM1000, RZ Equipamentos Veterinários, São Paulo, Brasil). Posteriormente, foi realizado o acesso da artéria auricular média, para aferição da pressão arterial média (PAM), da pressão arterial sistólica (PAS) e da pressão arterial diastólica (PAD), conectado a um transdutor de pressão, posicionado na altura do manúbrio e integrado ao monitor multiparamétrico. Nesse momento, também foi procedido o acesso percutâneo da veia jugular direita, para passagem do cateter de swan-ganz para mensuração do débito cardíaco pelo método da termodiluição descrito por Weisel RD et al., 1975. Imediatamente após a instalação dos acessos, foram aferidos: FC,  $f$ , PAS, PAM, PAD, débito cardíaco, temperatura retal através de termômetro clínico, temperatura esofágica através de termômetro esofágico conectado ao monitor e temperatura intra-abdominal mensurada através de termo-higrômetro digital (Termo-higrômetro Digital Incoterm 7663.02.0.00, São Paulo, Brasil) posicionado dentro do portal, sem contato direto com a cavidade. Os pacientes foram mantidos em colchão térmico infra-vermelho ajustados a temperatura de 35° C e a sala cirúrgica foi mantida em temperatura constante de 27° C. Ao final do procedimento cirúrgico, todos os animais foram medicados com dipirona (25 mg/kg, IV) - (Finador, Ourofino, Cravinhos, São Paulo, Brasil). Foram colocados em sala de recuperação mantida com temperatura regulada entre 25° C e 27° C até adotarem espontaneamente a posição esternal. Após, todos os cães receberam meloxicam (0,2 mg/kg, SC, SID ainda no bloco cirúrgico) - (Maxicam 0,2%®, Ourofino, Cravinhos, São Paulo, Brasil). Como prescrição domiciliar, após 24 h os pacientes receberam meloxicam 0,1 mg/kg, SID e dipirona (25 mg/kg, TID), por via oral, durante 3 dias.

Os dados de interesse do estudo ( $F_c$ ,  $f_r$ , CAM, PAS, PAM, PAD, DC,  $ETCO_2$ ,  $PaCO_2$ ,  $PaO_2$ ,  $SPO_2$ ,  $HCO_3^-$ ), temperatura retal, temperatura esofágica e temperatura interna) foram coletados em diferentes tempos cirúrgicos: T0: 24 horas antes do procedimento cirúrgico, valores basais do paciente; T1: paciente estabilizado em plano anestésico; T2: após a instituição da ventilação controlada; T3: início da cirurgia; T4: após 5 minutos de pneumoperitônio em 12 mmHg; T5: antes de retirar os portais; T6: ao final da última sutura; T7: uma hora do final da cirurgia; T8: 24 horas do final da cirurgia.

Todas as cirurgias foram executadas pelo mesmo cirurgião, proficiente na técnica. Os animais de ambos os grupos, ficaram posicionados em decúbito dorsal, sendo então procedida a antissepsia ampla da região abdominal e colocação dos campos cirúrgicos.

#### **Ovariectomia videolaparoscópica com dois portais.**

Foi feita a introdução de um trocar de 10 mm de diâmetro ( $\emptyset$ ) por meio da técnica aberta, realizando-se incisão com bisturi de aproximadamente 1,1 cm na pele, tecido subcutâneo e músculos abdominais na região de cicatriz umbilical. Após confirmação de entrada na cavidade, foi iniciado o pneumoperitônio, a uma velocidade de 1,5 L/min., com  $CO_2$  medicinal não aquecido ou aquecido na temperatura de  $37^\circ C$ , com a utilização do insuflador Thermoflator (Karl Storz Endoskope- Alemanha) dependendo do grupo, até atingir 12 mmHg, para posterior exploração da cavidade. A umidificação do gás não foi realizada, devido à indisponibilidade de tal ferramenta pelo aparelho utilizado. Sob visualização direta, foi realizada outra incisão na linha média ventral pré-púbica para introdução de um novo trocar de 10 mm $\emptyset$ , por onde serão utilizados os instrumentais operatórios. Após a localização do ovário esquerdo foi promovida a lateralização das pacientes pela rotação do tronco, mantendo-se os dois membros anteriores fixados conjuntamente na mesa operatória. Na sequência, o corno uterino foi elevado, por meio do pinçamento do ligamento próprio do ovário e fixado à parede muscular com sutura transparietal. A hemostasia dos vasos uterinos e pequeno segmento de útero junto ao ovário foi

obtida por meio de cauterização bipolar, seguindo-se a secção dessa estrutura com tesoura de Metzenbaum. Na sequência, o complexo arteriovenoso ovariano (CAVO) foi manejado de forma similar. Por fim, foi cauterizado e seccionado o corno uterino próximo ao ligamento suspensor do ovário, permitindo a remoção do órgão através do portal caudal. O mesmo procedimento foi realizado na sequência para o ovário direito. A síntese das feridas de acesso foi obtida com poliglactina 910 2-0 (Poliglactina 910 2-0, Shalon, Brasil), em padrão colchoeiro em cruz na musculatura abdominal e no tecido subcutâneo. Já na pele, foram realizadas suturas interrompidas simples com náilon monofilamentar 4-0 (Nylon 4-0, Technofio, Brasil).

### **Resultados e Discussão**

Quando ocorre a absorção de dióxido e carbono através da membrana peritoneal, ocorrem efeitos mecânicos de distensão da cavidade abdominal e como consequência, alterações no fluxo sanguíneo. Essas alterações acabam gerando uma série de repercussões fisiológicas no organismo que podem ser divididas em cardíacas, pulmonares, renais e alterações de temperatura [15, 16, 17].

Quando observada a FC, esta demonstrou diferença significativa entre os grupos do estudo ( $p=0,04$ ), onde o GNA demonstrou parâmetros discretamente maiores em suas médias que o GA (figura 1-A), entretanto em nenhum dos dois grupos os valores foram maiores do que os fisiológicos para a espécie estudada. Os valores não aumentaram em nenhum tempo específico durante o procedimento, indo de encontro ao previamente relatado [15] quanto as perturbações hemodinâmicas observadas durante a laparoscopia que ocorreram principalmente no início do procedimento.

Os resultados obtidos também vão de encontro com o que afirmam outros autores [16], que colocam que em humanos e animais as modificações observadas pela a insuflação com CO<sub>2</sub> incluíram: aumento da frequência cardíaca, elevação da pressão arterial, e irregularidade respiratória. Até mesmo pequenos valores de PIA (10 mmHg) originam diminuição no DC,

aumentos na pressão arterial e na resistência vascular sistêmica. A frequência cardíaca pode permanecer inalterada ou aumentar discretamente [17]. Curiosamente, o DC não apresentou diferença significativa nesse mesmo valor de PIA (12 mmHg) em ambos os grupos, bem como as PAD, PAS, PAM, quando analisados entre os grupos e individualmente entre os tempos e permaneceu sem alteração durante todo o procedimento em todos grupos.

Quanto a alterações respiratórias e metabólicas, sabe-se que as maiores mudanças são causadas pelo aumento da pressão intra-abdominal, o que acaba elevando o diafragma e causando uma restrição na expansibilidade pulmonar, reduzindo a complacência gerando atelectasia e hipercapnia [21]. No presente estudo, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos nos seguintes parâmetros avaliados:  $f$ ,  $SPO_2$ ,  $PaO_2$ ,  $PaCO_2$ ,  $SPO_2$  e  $ETCO_2$ , o que está de acordo com alguns autores [22] que afirmam que as repercussões são mínimas quando a anestesia é controlada pela ventilação mecânica.

Nos animais avaliados em ambos os grupos houve um aumento igual nos valores médios de  $ETCO_2$ , principalmente em T4 e T5, o que foi demonstrado por um estudo prévio [23], que afirma que também ocorre absorção de gás carbônico através do peritônio, condição demonstrada pela fração de  $CO_2$  expirado ( $ETCO_2$ ), (figura 1-B). É possível que os valores mais elevados tenham sido justificados porque a frequência respiratória foi ajustada nos dois grupos e de acordo com alguns autores [24] o aumento da  $f$  aumenta a eliminação de  $CO_2$  e por conseguinte a redução de  $ETCO_2$  nos casos onde há impedimento da correta ventilação.

Foi possível verificar que a ventilação controlada por volume em ambos os grupos foi capaz de manter os valores de  $PaO_2$ ,  $PaCO_2$  dentro da faixa de referência, entretanto nos tempos T4 (5 minutos de pneumoperitônio) e T5 (antes de tirar os portais), em ambos os grupos, os valores tiveram um aumento significativo (figura 1-C). Sabe-se que do ponto de vista

hemodinâmico, os primeiros cinco minutos de insuflação são os mais delicados. Por esse motivo, este período recebe o nome de cinco minutos de ouro (golden five minutes) [23].

Deve-se lembrar que o valor registrado na capnometria não se correlaciona bem com a  $\text{PaCO}_2$  devido ao gradiente alvéolo-arterial fisiológico existente de aproximadamente 4 mmHg e que, na vigência de pneumoperitônio, tende a estar alterado. Quando se induz o pneumoperitônio, a tendência de alteração do gradiente é maior, daí a necessidade de se avaliar a pressão parcial do  $\text{CO}_2$  diretamente em uma amostra de sangue arterial [26], conforme foi realizado nesse estudo com a hemogasometria.

Referente aos valores de  $\text{PaO}_2$  terem ficados mais altos nesses momentos, estes estão de acordo com estudo prévio [27], no qual é trazido que  $\text{PaO}_2$  acima de 110 mmHg é normal quando o paciente respira misturas de gases enriquecidos com  $\text{O}_2$  durante a anestesia. Semelhante aos resultados obtidos por outros autores [29] que observam ainda que a ventilação controlada por volume ou por pressão foram suficientes para manter os valores de  $\text{PaO}_2$  em cães submetidos ao pneumoperitônio.

Os valores de  $\text{PaCO}_2$  tiveram um aumento nos mesmos tempos em que o pH teve uma queda em seus valores, que corresponderam aos momentos T4 e T5 em ambos os grupos. Esse fato é característico de acidose respiratória aguda, devido a hipercapnia, o que, ocorrerá sempre que houver insuficiência respiratória e hipoventilação alveolar [30].

Nesse caso, a principal causa de hipercapnia pode ser relacionada a absorção de  $\text{CO}_2$  e ao aumento de sua concentração sanguínea [31, 32]. Além da absorção do  $\text{CO}_2$  pelo peritônio, a distensão do abdome e deslocamento cranial do diafragma, que diminui a relação ventilação/perfusão e aumento da PIA, também pode contribuir para a hipercapnia [33, 34].

O  $\text{HCO}_3^-$ , quando avaliado nos tempos, apresentou um aumento de seus valores em T4 e T5 (5 minutos de pneumoperitônio e antes de retirar os portais) em ambos os grupos (figura 1-D), entretanto apresentou diferença significativa ( $p=0,02$ ) em T7 (uma hora após o término



da cirurgia), onde o grupo não aquecido apresentou valores médios maiores que o grupo aquecido. O maior aumento no grupo não aquecido provavelmente se deu ao fato de que os valores de  $\text{PaCO}_2$  foram também maiores neste grupo neste tempo, o que é explicado de acordo com autores que afirmam que quando ocorre a hipercapnia é esperado que haja um aumento dos valores de  $\text{HCO}_3^-$ , uma vez que o aumento da  $\text{PaCO}_2$  desloca o sentido da reação de tamponamento do bicarbonato para a formação de base  $\text{HCO}_3^-$  [30].

Em relação a avaliação das temperaturas foi possível observar que nas três formas avaliadas durante o procedimento, temperatura retal, esofágica e intra-abdominal apenas na aferição interna, o grupo não aquecido demonstrou uma discreta hipotermia ( $35,3^\circ\text{C}$ ), (figura 1-E), considerando hipotermia em cães quando a temperatura do corpo for menor que  $36,5^\circ\text{C}$  [35].

Sabe-se que em adição a hipotermia induzida pela anestesia, há uma outra fonte de perda de calor durante a cirurgia laparoscópica, a insuflação de gás seco e frio na cavidade [36]. Resultados de estudos anteriores mostram que o uso de umidificação na insuflação de gás, seja aquecido ou frio, impede a perda de calor em comparação com o gás seco e frio padrão. Isso é consistente com a observação de que muito mais energia é usada para umidificar o gás do que é necessário para aquecê-lo [37]. É preciso levar em consideração ainda que nesse grupo não foi utilizado gás aquecido, sendo assim, a queda leve da temperatura intra-abdominal pode ter se dado em função da permanente entrada de gás sob pressão, ou seja, mais frio que o aquecido e por isso a temperatura foi menor.

Sabe-se que em cirurgias laparoscópicas, o evento mais marcante desencadeado pelo aumento da PIA sobre os rins é a diminuição da diurese [38, 39, 40, 41 e 42]. Ela está relacionada ao aumento da concentração plasmática da vasopressina [40, 43 e 44] e à compressão mecânica sobre o parênquima renal, da artéria renal, da veia renal e da veia cava inferior, que desencadeia efeitos negativos sobre o fluxo sanguíneo e a função renal.

Quanto a avaliação de indicadores tradicionais renais, observamos que creatinina, uréia, PH urinário, volume e densidade urinária permaneceram sem diferença significativa entre os grupos e sem alteração de valores normais pra espécie canina. Não foi observada oligúria durante os procedimentos anestésico e cirúrgico. Quando observamos os valores da relação proteína/ creatinina urinária (UPC), apesar de não ter dado diferença significativa entre os dois grupos avaliados ( $p=0,2$ ), os animais apresentaram valores acima dos valores de referência.

Os valores de UPC normais estão entre 0,2 e 0,3 ou menos, embora para alguns autores possa ser encontrado até 1,0, visto que outras fontes proteicas na urina, incluindo células inflamatórias e bactérias, podem contribuir com a elevação dessa relação matemática [45]. É possível que isso tenha ocorrido com alguns animais do estudo, já que todas eram mantidas sondadas até a última coleta de urina e esse fato pode contribuir para o aumento da contagem bacteriana. Contudo, valores acima de 1,0 são sugestivos de lesão glomerular. No presente caso, os valores médios encontrados foram de 0,6 para o GNA e 0,8 para o GA. Esses valores embora estejam mais elevados que os de referência, ainda estão menores que 1,0, ou seja, ainda não demonstram sugestão de lesão glomerular quando avaliados com os demais parâmetros aferidos.

Os dados obtidos vão ao encontro de um estudo em cães que avaliou a função renal e hepática com diferentes pressões de pneumopritônio, onde não houve mudanças significativas em valores de UPC nos diferentes grupos [46]. No entanto, foi observado que quanto maior a pressão utilizada e maior o tempo, maiores as alterações encontradas concluindo que uma pressão de 7 a 15 mmHg pode ser usada para cirurgias laparoscópicas em cães.

A pressão de pneumoperitônio utilizada neste estudo foi de 12 mmHg, encontrando-se no intervalo relatado acima como segura, corroborando com autores [47], que afirmam que embora as alterações hemodinâmicas nos rins sejam passageiras e reversíveis após um período de duas horas em limites normais de pressões intra-abdominais, essas alterações degenerativas

podem afetar os rins permanentemente a pressões elevadas. Sendo assim, é importante mencionar que a pressão intra-abdominal tem mais influência sobre os órgãos que o tipo e gás utilizado para a insuflação [48].

### **Conclusões**

Este estudo demonstrou que não houve diferenças importantes entre os grupos utilizando pneumoperitônio não aquecido ou aquecido, ambos secos pra a cirurgia estudada nas condições anestésicas relatadas. Os pacientes demonstraram estabilidade anestésica, não houve hipotermia ou alterações hemodinâmicas além das esperadas, de acordo com os parâmetros avaliados e nas condições do estudo. No entanto, é necessário continuar a linha de estudos comparando estas modalidades avaliadas com outros modos de pneumoperitônio, como o umidificado, em cães.

### **Declarações**

#### **Contribuições dos autores**

GPC foi responsável pelo projeto , bem como pela anestesia dos pacientes, recuperação e pós-operatório. VM, BAN, MTL, HFH executaram os procedimentos cirúrgicos de todas as cadelas, AJCS auxiliou na anestesia no cuidado com o cateter swan ganz e coleta de dados transoperatórios. LGT executou a estatística dos dados coletados. AS, ASF foram responsáveis pela seleção, realização de exames, cuidados, realização de hemogasometria arterial, recuperação e liberação dos pacientes. MVB foi o mentor intelectual do tema do projeto, orientou, revisou criticamente o manuscrito e acrescentou as correções finais. Todos os autores participaram da redação do manuscrito. Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito final.

#### **Agradecimentos**

Gostaríamos de agradecer a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio nesse estudo. a RZ Equipamentos Veterinários, pelo empréstimo do monitor multiparamétrico RM1000, que possibilitou a execução do projeto.

**Conflito de interesses**

Os autores declaram não ter interesses conflitantes.

**Disponibilidade de materiais**

Os conjuntos de dados utilizados e/ou analisados durante o estudo atual estão disponíveis no autor correspondente mediante solicitação razoável.

**Consentimento para a publicação**

Não aplicável.

**Aprovação no Comitê de Ética**

O experimento proposto foi executado após aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul (RS), Brasil, sob o protocolo: CEUA nº 9909010518 na reunião de 21/06/2018.

**Publicação prévia**

Os dados não foram publicados anteriormente.

**Funding**

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

**Authors' information**

**Gabriela Pesamosca Coradini:** doctoral student of the graduate program in veterinary medicine of the Federal University of Santa Maria.

**Vanessa Milech:** doctoral student of the graduate program in veterinary medicine of the Federal University of Santa Maria.

**Bernardo Antunes do Nascimento:** master's student of the graduate program in veterinary medicine of the Federal University of Santa Maria.

**Hellen Fialho Hartmann:** doctoral student of the graduate program in veterinary medicine of the Federal University of Santa Maria.

**Marcella Teixeira Linhares:** doctoral student of the graduate program in veterinary medicine of the Federal University of Santa Maria.

**Luciana Gonçalves Teixeira:** master's student of the graduate program in veterinary medicine of the Federal University of Santa Maria.

**Álvaro José Chavez Silva:** a veterinary doctor from the Department of Animal Welfare, National Autonomous University of Nicaragua (UNAN), León, Nicaragua, and a master's degree program in veterinary medicine from the Federal University of Santa Maria a veterinary doctor from the Department of Animal Welfare, National Autonomous University of Nicaragua (UNAN), León, Nicaragua, and a master's degree program in veterinary medicine from the Federal University of Santa Maria.

**Stephanie Abati:** trainee of the course of veterinary medicine of the Federal University of Santa Maria.

**Aline da Silva Faria:** trainee of the course of veterinary medicine of the Federal University of Santa Maria.

**Maurício Veloso Brun:** professor of the postgraduate program in veterinary medicine at the Federal University of Santa Maria

## References

- 1-Ferreira, G. S, Franco CAD, Santos CL, et al. Ovariectomia laparoscópica em cadela e gatas. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*. 35(1): 55-60. 2013.
- 2-Tavares, D.C. et al. Video-assisted ovariohysterectomy in domestic cats (*Felis catus*, Linnaeus, 1758) using two access portals. *Acta Cirúrgica Brasileira* - Vol. 31 (2) 2016.
- 3-Slatter D. *Manual de Cirurgia de Pequenos Animais*. 2 vols. 3ed. São Paulo: Manole Ltda, 2007.

- 4-Brun, M. V. Videocirurgia em pequenos animais. 1° ed. Rio de Janeiro: Editora Roca, 2015.
- 5-Davidson, E.B. et al. Comparision of laparoscopic ovariohysterectomy and ovariohysterectomy in dogs. *Vet Surg*, v.33, p.62-69, 2004.
- 6-Malm, C. et. al. Ovário-histerectomia: estudo experimental comparativo entre as abordagens laparoscópica e aberta na espécie canina. Intra-operatório I. *Arq Bras Med Vet Zootec*, v.56, n.4, p.457-466, 2004.
- 7-Devitt, C.M. et al. Duration, complications, stress, and pain of open ovariohysterectomy versus a simple method of laparoscopicassisted ovariohysterectomy in dogs. *J Am Vet Med Assoc*, v.227, n.6, p.921-927, 2005.
- 8-Souza, F W. et al. Ovariohisterectomia por videocirurgia (via NOTES vaginal híbrida), celiotomia ou miniceliotomia em cadelas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.3, p.510-516, mar, 2014.
- 9-Brull JS. Anesthetic considerations for laparoscopic procedures. *ASA Refresher Course* 1995;23:15-28.
- 10-Cunningham AJ, Brull S. Laparoscopic cholecystectomy: anesthetic implications. *Anesth* 1993; 76:1120-1133
- 11-Coelho, J.C.U. et al. Complicações gerais em videocirurgia. In: Coelho, J.C.U.; Marchesini, J.B.; Malafaia, O. *Complicações da videocirurgia, da profilaxia ao tratamento*. Rio de Janeiro: Medsi, 1995. p.27-47.
- 12-Yu T-C, Hamill JK, Liley A, Hill AG (2013) Warm, humidified carbon dioxide gas insufflation for laparoscopic appendicectomy in children: a double-blinded randomized controlled trial. *Ann Surg* 257:44–53. doi:10.1097/SLA.0b013e31825f0721
- 13-Lens RJ, Thomas TA, Wilkins DG. Cardiovascular changes during laparoscopy. *Anaesthesia* 1976; 36: 4-12.
- 14-Joris JJ, Noirot DP, Legrant MJ, Jacquet NJ, Lamy ML. Hemodynamic chances during

laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1993;76:1067-1071.

15-Cunningham AJ. Laparoscopic surgery- anaesthetic implications. *SurgEndosc.*1994;8:1272-84.

16-Soares I.S.C. et. al., In: Castilho LN, Mitre AI, Simões FA, Arap S. Laparoscopia urológica. Campinas: LPC comunicações; 2000.p.15-52.

17- Fagundes, M. A. V. et. al., Efeitos do Pneumoperitônio em ratos. *Acta Scientiarum*, Maringá,v.23, n.3, p.703-707, 2001

18-Di Bella, C., Lacitignola, L. Fracassi, L. Skouropoulou, D., Crovace, A., Staffieri, F. Pulse Pressure Variation Can Predict the hemodynamic Response to Pneumoperitoneum in Dogs: A retrospective Study. *Vet. Sci.* 2019, 6, 17; doi:10.3390/vetsci6010017

19- Beazley, S.D, Cosford K, Duke-Novakovski T. Cardiopulmonary effects of using carbon dioxide for laparoscopic surgery in cats. *Canadian Veterinary Journal.* 52: 973- 978. 2011.

20-Wahba RW, Béique F, Kleiman SJ. função cardiopulmonar e colecistectomia laparoscópica. *Pod J Anaesth.* 1995; 42: 51-63. doi: 10,1007 / BF03010572.

21- Carmona et al. Comparison of the Effects of Carbon Dioxide and Helium Pneumoperitoneum on Renal Function. *Journal of endourology* Volume 22, Number 5, May 2008, ©Mary Ann Liebert, Inc. DOI: 10.1089/end.2007.0369

22-Campos F.G.C.M.; ROLL S; Complicações do Acesso Abdominal e do Pneumoperitônio em Cirurgia Laparoscópica – Causas, prevenção e tratamento. *Revista Brasileira de vídeo-cirurgia* Janeiro/Março 2003

23-Cohen, R.V. et al. Alterações sistêmicas e metabólicas da cirurgia laparoscópica. *Revista brasileira de videocirurgia*, v.1, n.2, p.77-81, 2003.Coventry D.M. Anaesthesia for laparoscopic surgery. *J R Coll Surg Edinb.* 1995;40 (3):151-60.

24-Futema, F (2002) Avaliação pré anestésica. In: Fantoni DT, Cortopassi SRG. Anestesia em cães e gatos. Roca: São Paulo pp60-81.

- 25-Hazebroek EJ, Haitma JJ, Lachmann B, Bonjer HJ (2002) Mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure preserves arterial oxygenation during prolonged pneumoperitoneum. *Surg Endosc* 16:685-689.
- 26-Ganem EM. Anestesia para laparoscopia. In: Ferez D, Vane LA, Posso IP, Potério GMB, Torres MLA, editors. *Atualização em anestesiologia*, volume IX: Editora Office, 2004 p 120-134.
- 27-McDonnell W.N. e Kerr, C.L., (2015) In: Lumb & Jones, *Veterinary Anesthesia and Analgesia*, 5ª edição. Roca, Rio de Janeiro p506-547.
- 28-Augusto L. E. F.. Efeitos da ventilação controlada com pressão positiva expiratória final associada ao pneumoperitônio com dióxido de carbono nos parâmetros cardiovasculares, respiratórios e gasometria arterial de coelhos. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais. p 10-2013.
- 29-Almeida AVA, Ganem EM, Carrareto AR, Viana PTG (2005). Estudo comparativo dos efeitos hemodinâmicos e ventilatórios da ventilação controlada e volume ou a pressão, em cães submetidos ao pneumoperitônio. *Revista Brasileira de Anestesiologia* 55:639-654
- 30-Johnson RA, Morais HA (2012) Respiratory Acid-Base Disorders In: Dibartola SP. *Fluid, Electrolyte, and acid-Base Disorders in Small Animal Practice*. Elsevier: St. Louis pp 288-301.
- 31-Dubecz SJR, Pianim N, SE-Yuan L, Klein S, Bongard F (1992) Laparoscopic surgery with carbono dioxide insufflation causes respiratory acidosis. *Acta Chir Hung* 33:93-100
- 32-Ho HS, Saunders CJ, Gunyher RA, Wolfe B M (1995) Effector of hemodynamics during laparoscopy: CO2 absorption or intra-abdominal pressure? *The Journal of Surgical research* 4:497-503.
- 33-Johnson PL, Sibert KS (1997) Laparoscopy. Gasless vs. CO2 pneumoperitoneum. *The Journal of reproductive medicine* 42:255-259.

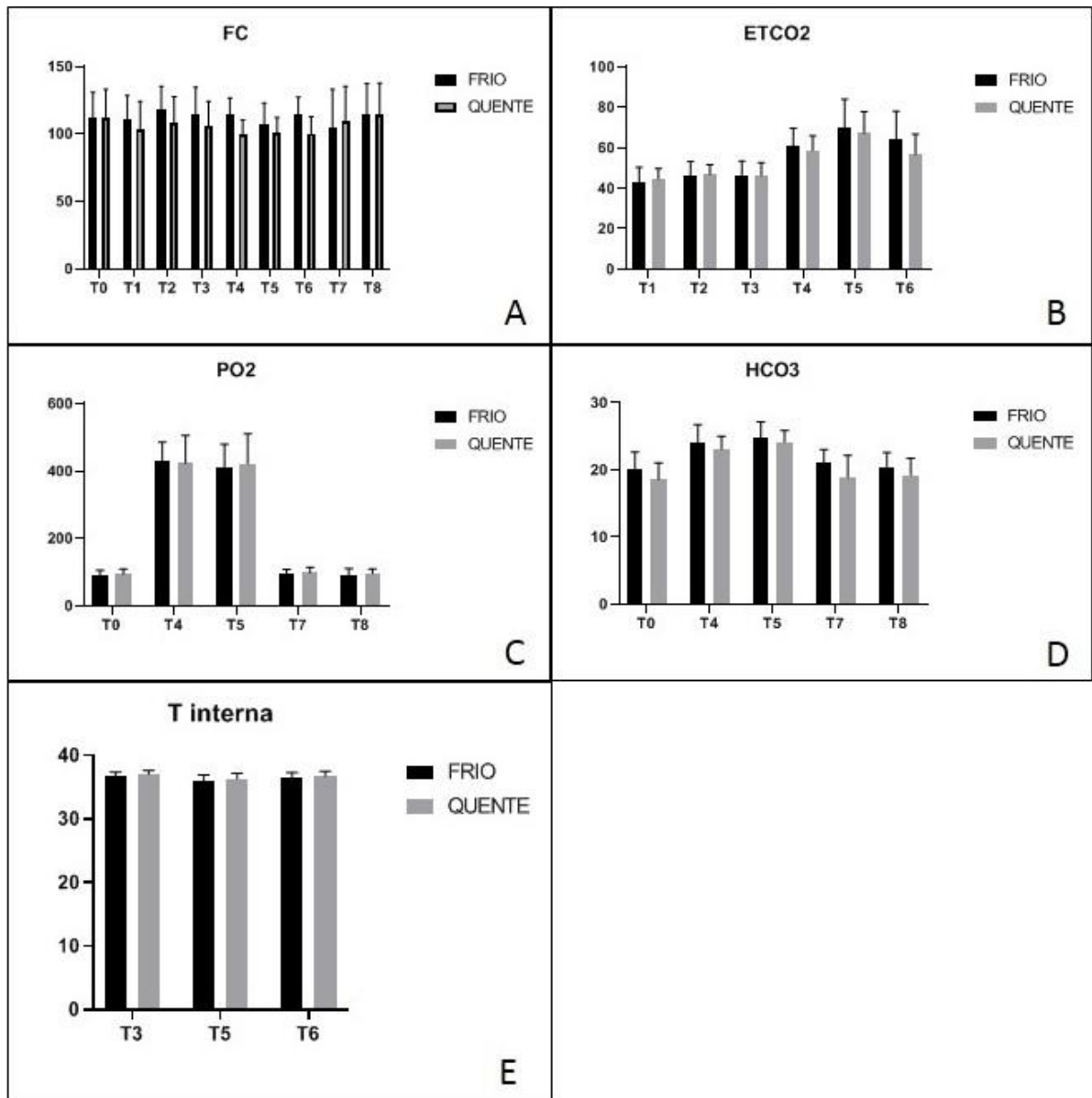


- 34-Fagundes MAV, Nigro AJT, Monteiro EFS, Novo NF, Juliano Y (2000) Efeitos do pneumoperitônio no rato. *Acta Cirúrgica Brasileira* 15:1
- 35-Redondo JI, Suesta P, Serra I, et al. Retrospective study of the prevalence of postanaesthetic hypothermia in dogs. *Vet Rec* 2012;171:374–379
- 36- Rosenthal, RJ, RL friedman, Phillips EH (1998) A fisiologia do pneumoperitoneu. Em: Bessell JR, Maddern GJ (eds) *Influência da temperatura do gás durante os procedimentos laparoscópicos*, Springer, Heidelberg, pp 18-27.
- 37-Corona R, Verguts J, Koninckx R, Mailova K, Blinda MM, Koninckx PR (2011) Intraperitoneal temperature and desiccation during endoscopic surgery. Intraoperative humidification and cooling of the peritoneal cavity can reduce adhesions. *Am J Obstet Gynecol* 205:392-397
- 38-Chang DT, Kirsch AJ, Sawczuk IS - Oliguria during laparoscopic surgery. *J Endourol*, 1994;8:349-352
- 39-Razvi HA, Fields D, Vargas JC et al - Oliguria during laparoscopic surgery: evidence for direct renal parenchymal compression as an etiologic factor. *J Endourol*, 1996;10:1-4
- 40- Koivusalo AM, Kellokumpu I, Ristkari S et al - Splanchnic and renal deterioration during and after laparoscopic cholecystectomy: a comparison of the carbon dioxide pneumoperitoneum and the abdominal wall lift method. *Anesth Analg*, 1997;85:886-891
- 41-Cisek LJ, Gobet RM, Peters CA - Pneumoperitoneum produces reversible renal dysfunction in animals with normal and chronically reduced renal function. *J Endourol*, 1998;12:95-100.
- 42- London ET, Ho HS, Neuhaus AM et al - Effect of intravascular volume expansion on renal function during prolonged CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum. *Ann Surg*, 2000;231:195-201.

- 43- Punnonen R, Viinamaki O - Vasopressin release during laparoscopy: role of increased intra-abdominal pressure. *Lancet*, 1982;1:175-176
- 44- Mann C, Boccara G, Pouzeratte Y et al - The relationship among carbon dioxide pneumoperitoneum, vasopressin release, and hemodynamic changes. *Anesth Analg*, 1999;89:278-283.
- 45-Finco, D.R. Kidney function. In: Kaneko, J.J. et al. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5 ed., Academic Press, p.441-484, 1997.
- 46- Lee, J.Y.; Choi S.H., (2015). Results of hepatic and renal function tests to different CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum conditions: An experimental capnoperitoneum study in dogs. *Research in Veterinary Science* 101 (2015) 1–5
- 47- Chiu AW, Chang LS, Birkett DH, Babayan RK. The impact of pneumoperitoneum, pneumoretroperitoneum, and gasless laparoscopy on the systemic and renal hemodynamics. *J Am Coll Surg*.1995;181(5):397-406.
48. Blobner M, Bogdanski R, Kochs E, Henke J, Findeis A, Jelen-Esselborn S. Effects of Intraabdominally Insufated Carbon Dioxide and Elevated Intraabdominal Pressure on Splanchnic Circulation: An Experimental Study in Pigs. *Anesthesiology*. 1998;89(2):475-82.

### **FIGURE LEGENDS**

Figura 1. Gráficos dos valores médios de (FC), Frequência Cardíaca (A), (EtCO<sub>2</sub>) pressão parcial de dióxido de carbono ao final da expiração (B), (PaO<sub>2</sub>) pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (C), (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) bicarbonato de sódio (D), temperatura interna (E).



#### 4 DISCUSSÃO

Nas últimas décadas, técnicas laparoscópicas foram integradas em práticas cirúrgicas comuns. A justificativa para a aceitação destas técnicas

é evidente. Procedimentos laparoscópicos têm sido associados com uma menor permanência hospitalar e um retorno mais rápido às atividades normais em humanos [BERGGREN et al., 1994; BERREVOET et al., 2006]. Procedimentos laparoscópicos em cães causam menos estresse cirúrgico e dor pós-operatória e melhoraram a recuperação, em comparação com as abordagens tradicionais abertas. (DAVIDSON et al., 2004; DEVITT et al., 2005).

Para que haja uma boa visualização das estruturas anatômicas envolvidas com o procedimento específico, é necessária a introdução de gás dentro da cavidade, que provocará sua distensão, separando as paredes dos órgãos internos e estes entre si, o que resultará em maior espaço para o trabalho cirúrgico. Atualmente o gás que mais se aproxima das características ideais é o CO<sub>2</sub>. Quando é colocado na cavidade abdominal, o CO<sub>2</sub> não se mantém estático, difundindo-se através de todos os tecidos, entrando em equilíbrio com todos os compartimentos corporais ( KATAYAMA et al., 1996; JUNGHANS et. al., 1997)

É de conhecimento que o pneumoperitônio causa alterações e repercussões significativas em sistemas respiratório, cardiovascular de acordo com a pressão utilizada, velocidade de insuflação, alterações fisiológicas do paciente antes da cirurgia e duração do procedimento (LENS et. al., 1976; JORIS et. al., 1993). Além de alterações sistêmicas, pode-se observar em vários dos estudos citados nessa tese que o pneumoperitônio pode causar também alterações no equilíbrio térmico dos pacientes causando hipotermia, de acordo com a temperatura do gás utilizado.

Ao conhecimento dos autores, apesar de existirem muitos estudos envolvendo a videocirurgia, poucos estão avaliando as diferentes modalidades de pneumoperitônio, principalmente os que envolva animais submetidos à procedimentos rotineiros como ovariectomias e ovariectomias. Sabe-se que ocorrem alterações relacionadas a insuflação de CO<sub>2</sub> no abdome, entretanto ainda é necessário que se saiba como ocorrem e em que situações é mais indicado alguma modalidade específica.

Ao evitar uma ferida aberta com as vísceras expostas, espera-se que a cirurgia laparoscópica cause menos hipotermia do que a cirurgia aberta. Estudos com animais demonstram que houve diminuição na hipotermia perioperatório com o uso de CO<sub>2</sub> aquecido e umidificado com o efeito mais aparente durante os procedimentos mais longos (BESSELL et. al., 1999; NOLL et.al., 2012). No entanto, a literatura corrente

indica que as taxas de hipotermia são equivalentes em cirurgia laparoscópica e aberta como relatado em estudos clínicos (MAKINEM MT, 1997; SORTE et. al., 1999).

Observou-se que alguns autores detectaram que o gás insuflado não aquecido, em oposição ao gás insuflado aquecido, provoca perda maior na temperatura corporal, enquanto outros não tem demonstrado diferenças entre as duas técnicas (CONSTANTINE E MARK, 2009). No estudo presente, pudemos observar que nos dois modos de insuflação os animais tiveram uma queda de temperatura muito sutil conforme dados apresentados no Artigo 1, no qual apesar de apresentarem temperaturas menores que as basais, em ambos os grupos não foi observado hipotermia.

Até mesmo pequenos valores de PIA (10mmHg) originam diminuição no débito cardíaco, aumentos na pressão arterial e na resistência vascular sistêmica. A frequência cardíaca pode permanecer inalterada ou aumentar discretamente (WAHBA et al., 1995). Durante o aumento da PIA, há elevação na resistência vascular sistêmica mediada por fatores mecânicos (aumento na resistência aos órgãos intraabdominais) e por fatores humorais. São observados aumentos nas concentrações de catecolaminas, nos hormônios do sistema renina-angiotensina aldosterona e principalmente na vasopressina o que contribui para aumentar a pós-carga (HIRVONEN EA, 1997). Os aumentos nas concentrações da vasopressina são os que melhor se correlacionam com a maior resistência vascular sistêmica (WALDER AD, 1997).

Com o estudo demonstrado no artigo 2, podemos perceber que embora tenham ocorrido alterações mínimas na hemodinâmica, como a frequência cardíaca, por exemplo, hemogasometria, sistema renal ou temperatura, essas alterações não foram significativas a ponto de não serem indicadas algumas das duas modalidades de pneumoperitônio.

Com os resultados da presente pesquisa, podemos salientar que tanto a modalidade do gás não aquecido quanto aquecido, ambos secos, não causaram alterações importantes no modelos animais utilizado e nas condições do estudo. No entanto, estudos futuros podem elucidar algumas questões que surgiram no decorrer do projeto como as diferenças entre essas modalidades quando se realiza a umidificação. Tais questionamentos devem ser estudados para que se possa escolher a melhor opção de pneumoperitônio para cada categoria de paciente e procedimento a ser executado.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo apresenta importantes avaliações sobre a utilização do pneumoperitônio aquecido ou não aquecido em cadelas para ovariectomia videolaparoscópica. Com isso, podemos entender que as duas formas de insuflação podem ser utilizadas com segurança em pacientes hípidos para cirurgia eletiva, mesmo não tendo disponível o umidificador. Entretanto, sabemos que é necessário que se estudem as outras formas de utilização do CO<sub>2</sub> para que se chegue ao melhor modo de insuflação, garantindo assim uma adequada qualidade cirúrgica e anestésica aos pacientes, bem como melhor e mais rápida recuperação aos procedimentos.

## REFERÊNCIAS

BALAYSSAC, D. et al. Warmed and humidified carbon dioxide for abdominal laparoscopic surgery: meta-analysis of the current literature. *Surg Endosc*, 2016.

BERGGREN L, Gordt t, Grama D, L Haglund, Rastad J, Arvidsson D (1994)laparoscópica contra colecistectomia aberta: hospitalização, licença doente, analgesia, e as respostas ao trauma. *Br J Surg* 81: 1362-1365

BERREVOET E, Biglari M, Sinove Y, De Baardemaeker L, Troise R, de Hemptinne B (2006) Ambulatório colecistectomia laparoscópica na Bélgica: o que estamos esperando? *Acta Chir Belg* 106: 537- 540

BESSELL JR, Karatassas A, Patterson JR et al. in- hipotermia induzido por insu laparoscópica fl ção: um estudo randomizado em um modelo suíno. *Surg Endosc* 1995; 9: 791 – 796

BESSELL JR, Ludbrook L, Millard SH et al. Humidi fi pré-gás ed respiradouros hipotermia induzida por insu laparoscópica fl ção: um estudo randomizado e controlado em um modelo suíno. *Surg Endosc* 1999; 13: 101 – 105

BOELHOUWER RU, Bruining HA, Ong GL (1987) Correlations of serum potassium fluctuations with body temperature after major surgery. *Crit Care Med* 15:310–312

BRULL JS. Anesthetic considerations for laparoscopic procedures. *ASA Refresher Course*1995;23:15-28.

BRUN, M. V. Videocirurgia em pequenos animais. 1º ed. Rio de Janeiro: Editora Roca, 2015.

CAMPOS F.G.C.M.; ROLL S; Complicações do Acesso Abdominal e do Pneumoperitônio em Cirurgia Laparoscópica – Causas, prevenção e tratamento. *Revista Brasileira de vídeo-cirurgia* Janeiro/Março 2003

COELHO, J.C.U. et al. Complicações gerais em videocirurgia. In: COELHO, J.C.U.; MARCHESINI, J.B.; MALAFAIA, O. Complicações da videocirurgia, da profilaxia ao tratamento. Rio de Janeiro: Medsi, 1995. p.27-47.

CONSTANTINE T. F.; MARK A.C. Atlas de cirurgia minimamente invasiva. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier Ltda, 2009.

CUNNINGHAM AJ, BRULL S. Laparoscopic cholecystectomy: anesthetic implications. *Anesth analg* 1993; 76:1120-1133

DAVEY AK, Hzyward J, Marshall JK et al. The effects of insufflation conditions on rat mesothelium. *Int J Inflam* 2013. in dogs. *Vet Surg*, v.33, p.62-69, 2004.

DAVIDSON, E.B. et al. Comparison of laparoscopic ovariohysterectomy and ovariohysterectomy in dogs. *Vet Surg*, v.33, p.62-69, 2004.

DESAI S, ROAF E, LIU P. Acute pulmonary edema during laparoscopy. *Anesth Analg* 1982;61:699-700.

DEVITT, C.M. et al. Duration, complications, stress, and pain of open ovariohysterectomy versus a simple method of laparoscopic-assisted ovariohysterectomy in dogs. *J Am Vet Med Assoc*, v.227, n.6, p.921-927, 2005.

ELLIS PR, Kleinsasser LJ, Speer RJ (1957) Changes in coagulation occurring in dogs during hypothermia and cardiac surgery. *Surgery* 41:198–210

FAGUNDES, M. A. V. et. al., Efeitos do Pneumoperitônio em ratos. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.3, p.703-707, 2001.

FERREIRA, G. S, Franco CAD, Santos CL, et al. Ovariectomia laparoscópica em cadela e gatas. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*. 35(1): 55-60. 2013.



GLEW, P. A. et al. The effect of warm humidified CO<sub>2</sub> on the dissipation of residual gas following laparoscopy in piglets. *J Am Assoc Gynecol Laparosc*, v. 11, n. 2, p. 204-10, 2004.

GUTT, C.N.; SCHMANDRA, T.C. Portal venous flow during CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum in the rat. *Surgical Endoscopy*, v.13, p.902-5, 1999

HERRMANN, A.; DE WILDE, R. L. Insufflation with humidified and heated carbon dioxide in short-term laparoscopy: a double-blinded randomized controlled trial. *Biomed Res Int*, v. 2015, p. 412618, 2015.

HIRVONEN EA, Nuutinen LS, Vuolteenaho O. Hormonal responses and cardiac filling pressures in head-up or head-down position and pneumoperitoneum in patients undergoing operative laparoscopy. *Br J Anaesth* 1997;78:128-133.

JORIS JJ, NOIROT DP, LEGRANT MJ, JACQUET NJ, LAMY ML. Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1993;76:1067-1071

JUNGHANS T, Bohm B, Grundel K, Schwenk W. Effects of pneumoperitoneum with carbon dioxide, argon, or helium on hemodynamic and respiratory function. *Arch Surg* 1997;132:272-278

KATAYAMA M, Vieira JL, Campos JL, Galvão OC, Arêas ML, Bruno PR. Óxido nitroso: uma boa opção como gás para pneumoperitônio nas colecistectomias por videolaparoscopia sob anestesia geral. *Rev Bras Anesthesiol* 1996; 46:2:78-87

KOIVUSALO, A.M. et al. A comparison of gasless mechanical and conventional carbon dioxide pneumoperitoneum methods for laparoscopic cholecystectomy. *Anesthesia & Analgesia*, v.86, p.153– 8, 1998.

LENS RJ, THOMAS TA, WILKINS DG. Cardiovascular changes during laparoscopy. *Anaesthesia* 1976; 36: 4-12.

LEONARD, I.E.; CUNNINGHAM, A.J. Anaesthetic considerations for laparoscopic cholecystectomy. *Anesthesiology Clinics*, v.16, p.1–20, 2002.

MALM, C. et. al. Ovário-histerectomia: estudo experimental comparativo entre as abordagens laparoscópica e aberta na espécie canina. *Intra-operatório I. Arq Bras Med Vet Zootec*, v.56, n.4, p.457-466, 2004.

MAYHEW, P.D.; BROWN, D.C. Comparison of three techniques for ovarian pedicle hemostasis during laparoscopic-assisted ovariohysterectomy. *Vet Surg*, v.36, p.541-547, 2007. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17686127>>. Acesso em: 23 set. 2011. doi: 10.1111/j.1532-950X.2007.00280.x.

MAKINEN MT Comparação das mudanças de temperatura do corpo durante colecistectomia laparoscópica e aberta. *Acta Anesthesiol Scand* 1997; 41: 736 – 740

MILECH V. Estresse oxidativo e resposta inflamatória em cadelas submetidas à pneumoperitônio aquecido ou não em ovariohisterectomia. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2018.

NISHI Y, GAGGE AP, Effective temperature scale useful for hypo and hyperbaric environments. *Aviat Space Environ Med*, 1977;48:97-107.

NOLL E, Schaeffer R, Joshi G et al. A perda de calor durante diox- carbono insu ide fl ção: comparação de uma base humidi nebulização fidispositivo com um catião humidi fi caiton e sistema de aquecimento. *Surg Endosc* 2012; 26: 3622 – 3625

OBEID, F. et al. Increases in Intra-abdominal Pressure Affect Pulmonary Compliance. *Archives of Surgery*, v.130, n.5, p.544-548, 1995.

PENG, Y. Et al., Heated and humidified CO prevents hypothermia, peritoneal injury, and intra-abdominal adhesions during prolonged laparoscopic insufflations. *Journal of Surgical Research*, v.151, n.1, p.40-47, 2009.

PUNNONEN R, Viinamäki O. Vasopressin release during laparoscopy role of intra-abdominal pressure. *Lancet* 1982;1:175-176

RAZVI HA, FIELDS D, VARGAS JC, VAUGHAN Jr ED, VUKASIN A, SOSA RE. Oliguria during laparoscopic surgery: evidence for direct renal parenchymal compression as an etiologic factor. *J Endourol* 1996;10:1-4.

ROSENTHAL, R.J. et al. *The Pathophysiology of Pneumoperitoneum*. New York: Springer, p.1-187. 1998.

SCHAUER PR, SIRINEK KR. The laparoscopic approach reduces the endocrine response to elective cholecystectomy. *Am Surg*. 1995;61:106-11

SHIH, AC. et al. Cardiopulmonary Effects of Laparoscopic Ovariectomy of Variable Duration in Cats. *Veterinary Surgery*. 2015.

SOUZA, F W. et al. Ovariohisterectomia por videocirurgia (via NOTES vaginal híbrida), celiotomia ou miniceliotomia em cadelas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.3, p.510-516, mar, 2014.

SLATTER D. *Manual de Cirurgia de Pequenos Animais*. 2 vols. 3ed. São Paulo: Manole Ltda, 2007.

SORTE AJ, Moyes D, Maddern GJ et al. Temperatura do núcleo alterações durante a cirurgia colorretal aberta e laparoscópica. *Surg Endosc* 1999;13:480–483.

TAVARES, D.C. et al. Video-assisted ovariohysterectomy in domestic cats (*Felis catus*, Linnaeus, 1758) using two access portals. *Acta Cirúrgica Brasileira* - Vol. 31 (2) 2016

TORRES H.O.; NUNES C.E.C.; ARAÚJO NETO J.P. Anestesia em vídeolaparoscopia. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, Rio de Janeiro, vol. 45, n.1,p.21-32,1995

WAHBA RW, Beique F, Kleiman SJ. Cardiopulmonary function and laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1995;42:51-63

WALDER AD, Aitkenhead AR - Role of vasopressin in the haemodynamic response to laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1997;78:264-266

WHITEHEAD M. Ovariohysterectomy versus ovariectomy. *The Veterinary Record*, 159, 723-724, 2006.

YU T-C, Hamill JK, Liley A, Hill AG (2013) Warm, humidified carbon dioxide gas insufflation for laparoscopic appendicectomy in children: a double-blinded randomized controlled trial. *Ann Surg* 257:44–53. doi:10.1097/SLA.0b013e31825f0721

## ANEXOS

**Tabela 1**

Resultado do teste de Tukey (comparação entre momentos: todos x todos) para o grupo não aquecido (GNA):

Teste de Tukey para comparações múltiplas	Diferença média	q	Significativo(p<0.05)?	Resumo	95% intervalo de confiança da diferença
t0 vs t5	-0,009998	0,1208	Não	ns	-0.4197 to 0.3997
t0 vs t10	-0,009998	0,1208	Não	ns	-0.4197 to 0.3997
t0 vs t15	0,2400	2,899	Não	ns	-0.1697 to 0.6497
t0 vs t20	0,3000	3,624	Não	ns	-0.1097 to 0.7097
t0 vs t25	0,4900	5,919	Sim	**	0.08030 to 0.8997
t0 vs t30	0,5700	6,886	Sim	***	0.1603 to 0.9797
t0 vs t35	0,6500	7,852	Sim	***	0.2403 to 1.060
t0 vs t40	0,6400	7,732	Sim	***	0.2303 to 1.050
t0 vs t45	0,8600	10,39	Sim	***	0.4503 to 1.270
t0 vs t50	0,9100	10,99	Sim	***	0.5003 to 1.320
t0 vs t55	1,010	12,20	Sim	***	0.6003 to 1.420
t0 vs t60	1,020	12,32	Sim	***	0.6103 to 1.430
t0 vs t65	1,020	12,32	Sim	***	0.6103 to 1.430
t0 vs t70	0,9900	11,96	Sim	***	0.5803 to 1.400
t0 vs t75	0,9900	11,96	Sim	***	0.5803 to 1.400
t5 vs t10	0,0000	0,0000	Não	ns	-0.4097 to 0.4097
t5 vs t15	0,2500	3,020	Não	ns	-0.1597 to 0.6597
t5 vs t20	0,3100	3,745	Não	ns	-0.09971 to 0.7197
t5 vs t25	0,5000	6,040	Sim	**	0.09029 to 0.9097
t5 vs t30	0,5800	7,007	Sim	***	0.1703 to 0.9897
t5 vs t35	0,6600	7,973	Sim	***	0.2503 to 1.070
t5 vs t40	0,6500	7,852	Sim	***	0.2403 to 1.060
t5 vs t45	0,8700	10,51	Sim	***	0.4603 to 1.280
t5 vs t50	0,9200	11,11	Sim	***	0.5103 to 1.330
t5 vs t55	1,020	12,32	Sim	***	0.6103 to 1.430
t5 vs t60	1,030	12,44	Sim	***	0.6203 to 1.440
t5 vs t65	1,030	12,44	Sim	***	0.6203 to 1.440
t5 vs t70	1,000	12,08	Sim	***	0.5903 to 1.410
t5 vs t75	1,000	12,08	Sim	***	0.5903 to 1.410
t10 vs t15	0,2500	3,020	Não	ns	-0.1597 to 0.6597
t10 vs t20	0,3100	3,745	Não	ns	-0.09971 to 0.7197
t10 vs t25	0,5000	6,040	Sim	**	0.09029 to 0.9097
t10 vs t30	0,5800	7,007	Sim	***	0.1703 to 0.9897
t10 vs t35	0,6600	7,973	Sim	***	0.2503 to 1.070
t10 vs t40	0,6500	7,852	Sim	***	0.2403 to 1.060
t10 vs t45	0,8700	10,51	Sim	***	0.4603 to 1.280
t10 vs t50	0,9200	11,11	Sim	***	0.5103 to 1.330
t10 vs t55	1,020	12,32	Sim	***	0.6103 to 1.430
t10 vs t60	1,030	12,44	Sim	***	0.6203 to 1.440
t10 vs t65	1,030	12,44	Sim	***	0.6203 to 1.440
t10 vs t70	1,000	12,08	Sim	***	0.5903 to 1.410
t10 vs t75	1,000	12,08	Sim	***	0.5903 to 1.410
t15 vs t20	0,06000	0,7248	Não	ns	-0.3497 to 0.4697
t15 vs t25	0,2500	3,020	Não	ns	-0.1597 to 0.6597
t15 vs t30	0,3300	3,987	Não	ns	-0.07971 to 0.7397
t15 vs t35	0,4100	4,953	Sim	*	0.0002939 to 0.8197
t15 vs t40	0,4000	4,832	Não	ns	-0.009708 to 0.8097
t15 vs t45	0,6200	7,490	Sim	***	0.2103 to 1.030

t15 vs t50	0,6700	8,094	Sim	***	0.2603 to 1.080
t15 vs t55	0,7700	9,302	Sim	***	0.3603 to 1.180
t15 vs t60	0,7800	9,423	Sim	***	0.3703 to 1.190
t15 vs t65	0,7800	9,423	Sim	***	0.3703 to 1.190
t15 vs t70	0,7500	9,060	Sim	***	0.3403 to 1.160
t15 vs t75	0,7500	9,060	Sim	***	0.3403 to 1.160
t20 vs t25	0,1900	2,295	Não	ns	-0.2197 to 0.5997
t20 vs t30	0,2700	3,262	Não	ns	-0.1397 to 0.6797
t20 vs t35	0,3500	4,228	Não	ns	-0.05970 to 0.7597
t20 vs t40	0,3400	4,107	Não	ns	-0.06971 to 0.7497
t20 vs t45	0,5600	6,765	Sim	***	0.1503 to 0.9697
t20 vs t50	0,6100	7,369	Sim	***	0.2003 to 1.020
t20 vs t55	0,7100	8,577	Sim	***	0.3003 to 1.120
t20 vs t60	0,7200	8,698	Sim	***	0.3103 to 1.130
t20 vs t65	0,7200	8,698	Sim	***	0.3103 to 1.130
t20 vs t70	0,6900	8,336	Sim	***	0.2803 to 1.100
t20 vs t75	0,6900	8,336	Sim	***	0.2803 to 1.100
t25 vs t30	0,08000	0,9664	Não	ns	-0.3297 to 0.4897
t25 vs t35	0,1600	1,933	Não	ns	-0.2497 to 0.5697
t25 vs t40	0,1500	1,812	Não	ns	-0.2597 to 0.5597
t25 vs t45	0,3700	4,470	Não	ns	-0.03971 to 0.7797
t25 vs t50	0,4200	5,074	Sim	*	0.01029 to 0.8297
t25 vs t55	0,5200	6,282	Sim	**	0.1103 to 0.9297
t25 vs t60	0,5300	6,403	Sim	**	0.1203 to 0.9397
t25 vs t65	0,5300	6,403	Sim	**	0.1203 to 0.9397
t25 vs t70	0,5000	6,040	Sim	**	0.09029 to 0.9097
t25 vs t75	0,5000	6,040	Sim	**	0.09029 to 0.9097
t30 vs t35	0,08000	0,9665	Não	ns	-0.3297 to 0.4897
t30 vs t40	0,07000	0,8456	Não	ns	-0.3397 to 0.4797
t30 vs t45	0,2900	3,503	Não	ns	-0.1197 to 0.6997
t30 vs t50	0,3400	4,107	Não	ns	-0.06971 to 0.7497
t30 vs t55	0,4400	5,315	Sim	*	0.03030 to 0.8497
t30 vs t60	0,4500	5,436	Sim	*	0.04029 to 0.8597
t30 vs t65	0,4500	5,436	Sim	*	0.04029 to 0.8597
t30 vs t70	0,4200	5,074	Sim	*	0.01030 to 0.8297
t30 vs t75	0,4200	5,074	Sim	*	0.01030 to 0.8297
t35 vs t40	-0,01000	0,1208	Não	ns	-0.4197 to 0.3997
t35 vs t45	0,2100	2,537	Não	ns	-0.1997 to 0.6197
t35 vs t50	0,2600	3,141	Não	ns	-0.1497 to 0.6697
t35 vs t55	0,3600	4,349	Não	ns	-0.04971 to 0.7697
t35 vs t60	0,3700	4,470	Não	ns	-0.03971 to 0.7797
t35 vs t65	0,3700	4,470	Não	ns	-0.03971 to 0.7797
t35 vs t70	0,3400	4,107	Não	ns	-0.06971 to 0.7497
t35 vs t75	0,3400	4,107	Não	ns	-0.06971 to 0.7497
t40 vs t45	0,2200	2,658	Não	ns	-0.1897 to 0.6297
t40 vs t50	0,2700	3,262	Não	ns	-0.1397 to 0.6797
t40 vs t55	0,3700	4,470	Não	ns	-0.03970 to 0.7797
t40 vs t60	0,3800	4,591	Não	ns	-0.02970 to 0.7897
t40 vs t65	0,3800	4,591	Não	ns	-0.02970 to 0.7897
t40 vs t70	0,3500	4,228	Não	ns	-0.05970 to 0.7597
t40 vs t75	0,3500	4,228	Não	ns	-0.05970 to 0.7597
t45 vs t50	0,05000	0,6040	Não	ns	-0.3597 to 0.4597
t45 vs t55	0,1500	1,812	Não	ns	-0.2597 to 0.5597
t45 vs t60	0,1600	1,933	Não	ns	-0.2497 to 0.5697
t45 vs t65	0,1600	1,933	Não	ns	-0.2497 to 0.5697
t45 vs t70	0,1300	1,570	Não	ns	-0.2797 to 0.5397
t45 vs t75	0,1300	1,570	Não	ns	-0.2797 to 0.5397
t50 vs t55	0,1000	1,208	Não	ns	-0.3097 to 0.5097
t50 vs t60	0,1100	1,329	Não	ns	-0.2997 to 0.5197
t50 vs t65	0,1100	1,329	Não	ns	-0.2997 to 0.5197
t50 vs t70	0,08000	0,9665	Não	ns	-0.3297 to 0.4897
t50 vs t75	0,08000	0,9665	Não	ns	-0.3297 to 0.4897
t55 vs t60	0,009998	0,1208	Não	ns	-0.3997 to 0.4197
t55 vs t65	0,009998	0,1208	Não	ns	-0.3997 to 0.4197
t55 vs t70	-0,02000	0,2416	Não	ns	-0.4297 to 0.3897
t55 vs t75	-0,02000	0,2416	Não	ns	-0.4297 to 0.3897
t60 vs t65	0,0000	0,0000	Não	ns	-0.4097 to 0.4097
t60 vs t70	-0,03000	0,3624	Não	ns	-0.4397 to 0.3797

t60 vs t75	-0,03000	0,3624	Não	ns	-0.4397 to 0.3797
t65 vs t70	-0,03000	0,3624	Não	ns	-0.4397 to 0.3797
t65 vs t75	-0,03000	0,3624	Não	ns	-0.4397 to 0.3797
t70 vs t75	0,0000	0,0000	Não	ns	-0.4097 to 0.4097

\*p<0,05; \*\*p<0,001; \*\*\*p<0,0001; ns = não-significativo.

## Tabela 2

Resultado do teste de Tukey (comparação entre momentos: todos x todos) para o grupo aquecido (GAQ):

Teste de Tukey para comparações múltiplas	Diferença média	q	Significativo(p<0.05)?	Resumo	95% intervalo de confiança da diferença
t0 vs t5	0,0000	0,0000	No	ns	-0.3775 to 0.3775
t0 vs t10	0,0000	0,0000	No	ns	-0.3775 to 0.3775
t0 vs t15	0,2600	3,409	No	ns	-0.1175 to 0.6375
t0 vs t20	0,3200	4,196	No	ns	-0.05747 to 0.6975
t0 vs t25	0,5400	7,081	Yes	***	0.1625 to 0.9175
t0 vs t30	0,5400	7,081	Yes	***	0.1625 to 0.9175
t0 vs t35	0,6400	8,392	Yes	***	0.2625 to 1.017
t0 vs t40	0,5700	7,474	Yes	***	0.1925 to 0.9475
t0 vs t45	0,7100	9,310	Yes	***	0.3325 to 1.087
t0 vs t50	0,6800	8,916	Yes	***	0.3025 to 1.057
t0 vs t55	0,7700	10,10	Yes	***	0.3925 to 1.147
t0 vs t60	0,7900	10,36	Yes	***	0.4125 to 1.167
t0 vs t65	0,8400	11,01	Yes	***	0.4625 to 1.217
t0 vs t70	0,8400	11,01	Yes	***	0.4625 to 1.217
t0 vs t75	0,9900	12,98	Yes	***	0.6125 to 1.367
t5 vs t10	0,0000	0,0000	No	ns	-0.3775 to 0.3775
t5 vs t15	0,2600	3,409	No	ns	-0.1175 to 0.6375
t5 vs t20	0,3200	4,196	No	ns	-0.05747 to 0.6975
t5 vs t25	0,5400	7,081	Yes	***	0.1625 to 0.9175
t5 vs t30	0,5400	7,081	Yes	***	0.1625 to 0.9175
t5 vs t35	0,6400	8,392	Yes	***	0.2625 to 1.017
t5 vs t40	0,5700	7,474	Yes	***	0.1925 to 0.9475
t5 vs t45	0,7100	9,310	Yes	***	0.3325 to 1.087
t5 vs t50	0,6800	8,916	Yes	***	0.3025 to 1.057
t5 vs t55	0,7700	10,10	Yes	***	0.3925 to 1.147
t5 vs t60	0,7900	10,36	Yes	***	0.4125 to 1.167
t5 vs t65	0,8400	11,01	Yes	***	0.4625 to 1.217
t5 vs t70	0,8400	11,01	Yes	***	0.4625 to 1.217
t5 vs t75	0,9900	12,98	Yes	***	0.6125 to 1.367
t10 vs t15	0,2600	3,409	No	ns	-0.1175 to 0.6375
t10 vs t20	0,3200	4,196	No	ns	-0.05747 to 0.6975
t10 vs t25	0,5400	7,081	Yes	***	0.1625 to 0.9175
t10 vs t30	0,5400	7,081	Yes	***	0.1625 to 0.9175
t10 vs t35	0,6400	8,392	Yes	***	0.2625 to 1.017
t10 vs t40	0,5700	7,474	Yes	***	0.1925 to 0.9475
t10 vs t45	0,7100	9,310	Yes	***	0.3325 to 1.087
t10 vs t50	0,6800	8,916	Yes	***	0.3025 to 1.057
t10 vs t55	0,7700	10,10	Yes	***	0.3925 to 1.147
t10 vs t60	0,7900	10,36	Yes	***	0.4125 to 1.167
t10 vs t65	0,8400	11,01	Yes	***	0.4625 to 1.217
t10 vs t70	0,8400	11,01	Yes	***	0.4625 to 1.217
t10 vs t75	0,9900	12,98	Yes	***	0.6125 to 1.367
t15 vs t20	0,06000	0,7868	No	ns	-0.3175 to 0.4375
t15 vs t25	0,2800	3,671	No	ns	-0.09747 to 0.6575
t15 vs t30	0,2800	3,671	No	ns	-0.09747 to 0.6575
t15 vs t35	0,3800	4,983	Yes	*	0.002532 to 0.7575

t15 vs t40	0,3100	4,065	No	ns	-0.06747 to 0.6875
t15 vs t45	0,4500	5,901	Yes	**	0.07253 to 0.8275
t15 vs t50	0,4200	5,507	Yes	*	0.04253 to 0.7975
t15 vs t55	0,5100	6,687	Yes	***	0.1325 to 0.8875
t15 vs t60	0,5300	6,949	Yes	***	0.1525 to 0.9075
t15 vs t65	0,5800	7,605	Yes	***	0.2025 to 0.9575
t15 vs t70	0,5800	7,605	Yes	***	0.2025 to 0.9575
t15 vs t75	0,7300	9,572	Yes	***	0.3525 to 1.107
t20 vs t25	0,2200	2,885	No	ns	-0.1575 to 0.5975
t20 vs t30	0,2200	2,885	No	ns	-0.1575 to 0.5975
t20 vs t35	0,3200	4,196	No	ns	-0.05747 to 0.6975
t20 vs t40	0,2500	3,278	No	ns	-0.1275 to 0.6275
t20 vs t45	0,3900	5,114	Yes	*	0.01253 to 0.7675
t20 vs t50	0,3600	4,720	No	ns	-0.01747 to 0.7375
t20 vs t55	0,4500	5,900	Yes	**	0.07253 to 0.8275
t20 vs t60	0,4700	6,163	Yes	**	0.09253 to 0.8475
t20 vs t65	0,5200	6,818	Yes	***	0.1425 to 0.8975
t20 vs t70	0,5200	6,818	Yes	***	0.1425 to 0.8975
t20 vs t75	0,6700	8,785	Yes	***	0.2925 to 1.047
t25 vs t30	0,0000	0,0000	No	ns	-0.3775 to 0.3775
t25 vs t35	0,1000	1,311	No	ns	-0.2775 to 0.4775
t25 vs t40	0,03000	0,3934	No	ns	-0.3475 to 0.4075
t25 vs t45	0,1700	2,229	No	ns	-0.2075 to 0.5475
t25 vs t50	0,1400	1,836	No	ns	-0.2375 to 0.5175
t25 vs t55	0,2300	3,016	No	ns	-0.1475 to 0.6075
t25 vs t60	0,2500	3,278	No	ns	-0.1275 to 0.6275
t25 vs t65	0,3000	3,934	No	ns	-0.07747 to 0.6775
t25 vs t70	0,3000	3,934	No	ns	-0.07747 to 0.6775
t25 vs t75	0,4500	5,901	Yes	**	0.07253 to 0.8275
t30 vs t35	0,1000	1,311	No	ns	-0.2775 to 0.4775
t30 vs t40	0,03000	0,3934	No	ns	-0.3475 to 0.4075
t30 vs t45	0,1700	2,229	No	ns	-0.2075 to 0.5475
t30 vs t50	0,1400	1,836	No	ns	-0.2375 to 0.5175
t30 vs t55	0,2300	3,016	No	ns	-0.1475 to 0.6075
t30 vs t60	0,2500	3,278	No	ns	-0.1275 to 0.6275
t30 vs t65	0,3000	3,934	No	ns	-0.07747 to 0.6775
t30 vs t70	0,3000	3,934	No	ns	-0.07747 to 0.6775
t30 vs t75	0,4500	5,901	Yes	**	0.07253 to 0.8275
t35 vs t40	-0,07000	0,9179	No	ns	-0.4475 to 0.3075
t35 vs t45	0,07000	0,9179	No	ns	-0.3075 to 0.4475
t35 vs t50	0,04000	0,5245	No	ns	-0.3375 to 0.4175
t35 vs t55	0,1300	1,705	No	ns	-0.2475 to 0.5075
t35 vs t60	0,1500	1,967	No	ns	-0.2275 to 0.5275
t35 vs t65	0,2000	2,622	No	ns	-0.1775 to 0.5775
t35 vs t70	0,2000	2,622	No	ns	-0.1775 to 0.5775
t35 vs t75	0,3500	4,589	No	ns	-0.02747 to 0.7275
t40 vs t45	0,1400	1,836	No	ns	-0.2375 to 0.5175
t40 vs t50	0,1100	1,442	No	ns	-0.2675 to 0.4875
t40 vs t55	0,2000	2,622	No	ns	-0.1775 to 0.5775
t40 vs t60	0,2200	2,885	No	ns	-0.1575 to 0.5975
t40 vs t65	0,2700	3,540	No	ns	-0.1075 to 0.6475
t40 vs t70	0,2700	3,540	No	ns	-0.1075 to 0.6475
t40 vs t75	0,4200	5,507	Yes	*	0.04253 to 0.7975
t45 vs t50	-0,03000	0,3934	No	ns	-0.4075 to 0.3475
t45 vs t55	0,06000	0,7867	No	ns	-0.3175 to 0.4375
t45 vs t60	0,08000	1,049	No	ns	-0.2975 to 0.4575
t45 vs t65	0,1300	1,705	No	ns	-0.2475 to 0.5075
t45 vs t70	0,1300	1,705	No	ns	-0.2475 to 0.5075
t45 vs t75	0,2800	3,671	No	ns	-0.09747 to 0.6575
t50 vs t55	0,09000	1,180	No	ns	-0.2875 to 0.4675
t50 vs t60	0,1100	1,442	No	ns	-0.2675 to 0.4875
t50 vs t65	0,1600	2,098	No	ns	-0.2175 to 0.5375
t50 vs t70	0,1600	2,098	No	ns	-0.2175 to 0.5375
t50 vs t75	0,3100	4,065	No	ns	-0.06747 to 0.6875
t55 vs t60	0,02000	0,2623	No	ns	-0.3575 to 0.3975



t55 vs t65	0,07000	0,9179	No	ns	-0.3075 to 0.4475
t55 vs t70	0,07000	0,9179	No	ns	-0.3075 to 0.4475
t55 vs t75	0,2200	2,885	No	ns	-0.1575 to 0.5975
t60 vs t65	0,05000	0,6556	No	ns	-0.3275 to 0.4275
t60 vs t70	0,05000	0,6556	No	ns	-0.3275 to 0.4275
t60 vs t75	0,2000	2,622	No	ns	-0.1775 to 0.5775
t65 vs t70	0,0000	0,0000	No	ns	-0.3775 to 0.3775
t65 vs t75	0,1500	1,967	No	ns	-0.2275 to 0.5275
t70 vs t75	0,1500	1,967	No	ns	-0.2275 to 0.5275

---

\*p<0,05; \*\*p<0,001; \*\*\*p<0,0001; ns = não-significativo.