

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

João Segura Engelsdorff

**O PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO E UMIDIFICADO ALTERA A SUPERFÍCIE  
MORFOLÓGICA PERITONEAL E OS MARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO  
EM GATAS?**

Santa Maria, RS  
2024

João Segura Engelsdorff

**O PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO E UMIDIFICADO ALTERA A SUPERFÍCIE  
MORFOLÓGICA PERITONEAL E OS MARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO  
EM GATAS?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, área de concentração em Cirurgia e Clínica Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Orientador: Professor Dr. Maurício Veloso Brun

Santa Maria, RS  
2024

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Engelsdorff, João  
O PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO E UMIDIFICADO ALTERA A  
SUPERFÍCIE MORFOLÓGICA PERITONEAL E OS MARCADORES DE  
ESTRESSE OXIDATIVO EM GATAS? / João Engelsdorff.- 2024.  
36 p.; 30 cm

Orientador: Maurício Veloso Brun  
Coorientador: Daniel Curvello de Mendonça Müller  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Medicina Veterinária, RS, 2024

1. Videocirurgia Veterinária I. Veloso Brun, Maurício  
II. Curvello de Mendonça Müller, Daniel III. Título.

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

Declaro, JOÃO ENGELSDORFF, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

João Segura Engelsdorff

**O PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO E UMIDIFICADO ALTERA A SUPERFÍCIE MORFOLÓGICA PERITONEAL E OS MARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO EM GATAS?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Área de concentração em Cirurgia e Clínica Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Medicina Veterinária**

**Aprovado em 18 de março de 2024:**

---

**Maurício Veloso Brun, Professor Dr. (UFSM)**  
**Orientador**

---

**Saulo Tadeu Lemos Pinto Filho, Professor Dr. (UFSM)**

---

**Marco Augusto Machado da Silva (UFG)**

Santa Maria, RS  
2024

## AGRADECIMENTOS

A Deus, obrigado por me proporcionar a vida que tenho e ter escrito minha história com os momentos certos e na hora certa.

A minha família, principalmente minha amada mãe que não mediu esforços para que eu pudesse ser médico veterinário e agora mestre. Ao meu pai que sempre me incentivou a dar o melhor de mim em todas as situações da vida. Ao Günther e a Lígia que deixaram meus dias mais alegres com um bom papo durante o almoço, sendo minha rede de apoio em Santa Maria.

Ao meu orientador Professor Dr. Maurício Veloso Brun, agradeço a oportunidade de realizar o tão sonhado mestrado em videocirurgia, muito obrigado por todo conhecimento transmitido, pela paciência durante as cirurgias e por acreditar no meu trabalho.

Aos meus sócios Murilo e Pedro que realizaram durante esses dois anos a rotina de nossa clínica em Porto Alegre para minha eu obter este título de mestre.

A minha namorada Consuelo que sempre esteve comigo nessa trajetória, me apoiando em todos os momentos. Muitas vezes vindo para Santa Maria para me ajudar a sanar a solidão de ir para uma cidade completamente nova para mim.

A toda equipe de funcionários, professores, técnicos, residentes, pós-graduandos e estagiários do HVU-FUSM, em especial a equipe SOMIV Pâmela, Bernardo, Rainer, Fran, agradeço especialmente aos grandes amigos que ganhei em Santa Maria, Otávio e Gabriel.

Aos meus colegas Bernardo e Pâmela um agradecimento especial, vocês foram incríveis como colegas de equipe e de suma importância na minha formação como videocirurgião

Aos colegas do laboratório que sempre me fizeram me sentir em casa e sempre estiveram dispostos a me ajudar no que fosse necessário, principalmente Augusto, Francisca, Rúbia, Jéssica e Vinicius.

A professora Cinthia que foi de grande importância para realização deste projeto e pelo conhecimento transmitido.

A Universidade Federal de Santa Maria, ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária e as agências de fomento CNPq e CAPES.

“Nós somos aquilo que fazemos repetidamente. Excelência, portanto, não é um ato, mas sim um hábito” - Aristóteles

## RESUMO

### O PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO E UMIDIFICADO ALTERA A SUPERFÍCIE MORFOLÓGICA PERITONEAL E OS MARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO EM GATAS?

AUTOR: João Segura Engelsdorff  
ORIENTADOR: Prof. Dr. Maurício Veloso Brun

Para a realização de procedimentos de videolaparoscopia se faz necessária a distensão da cavidade abdominal a fim de criar um espaço de trabalho seguro e eficiente. O meio mais comum para a distensão abdominal é o estabelecimento de pneumoperitônio com dióxido de carbono medicinal (CO<sub>2</sub>). O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do pneumoperitônio padrão em relação ao pneumoperitônio aquecido e umidificado em fêmeas felinas submetidas à ovariectomia laparoscópica e sua influência sobre a temperatura corporal, nos biomarcadores de estresse oxidativo e histologia peritoneal. Este estudo utilizou 16 gatas que foram distribuídas em dois grupos. Um grupo aquecido e umidificado (GAU) no qual se utilizou CO<sub>2</sub> previamente aquecido e umidificado para estabelecer pneumoperitônio, e outro grupo padrão (GP), que utilizou CO<sub>2</sub> frio e seco (padrão). Ambos grupos estabelecidos em pressão de insuflação abdominal de 8mmHg. As coletas para avaliação do estresse oxidativo e histologia peritoneal foram coletadas em T0, no exato momento que foi estabelecido pneumoperitônio de 8 mmHg, e em T1, após 50 minutos de pneumoperitônio. A temperatura corporal foi aferida após a intubação orotraqueal (T0) e a cada 5 min, através do termômetro esofágico, de T5 a T70. Os biomarcadores de estresse oxidativo avaliados foram: Catalase (CAT), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e glutathione transferase (GSTs). A temperatura corporal não apresentou diferença significativa entre os grupos GAU e GP em nenhum dos tempos. Também não se observou diferença significativa entre o grupo GAU (-3,09±0,65) e GP (-2,88±0,37), na variação de temperatura durante os primeiros 70 min. do tempo cirúrgicos entre os grupos (p=0,467). O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis mostrou uma redução significativa nos valores da atividade da CAT no grupo GP em relação ao GAU, no tempo de 50 min. (p=0,0096). O teste T de *student* não mostrou diferença significativa no TBARS entre o grupo GAU (0,79±7,07) e GP (-0,59±4,17) (p= 0,067), bem como na avaliação do teste ANOVA variação do TBARS (p=0,63). A ANOVA da atividade da GSTs não mostrou diferença significativa na variável tratamento (GAU x GP) (p= 0,50). Conclui-se que o aquecimento e umidificação do CO<sub>2</sub> utilizado para obtenção do pneumoperitônio não gerou resultados superiores suficientes quando comparados aos encontrados no uso do gás padrão.

**Palavras-chave:** Pneumoperitônio Aquecido. Videocirurgia. Ovariectomia Laparoscópica.

## ABSTRACT

### **DOES HEATED AND HUMIDIFIED PNEUMOPERITONEUM CHANGE THE MORPHOLOGICAL SURFACE OF THE PERITONEUM AND OXIDATIVE STRESS MARKERS IN CATS?**

AUTHOR: João Segura Engelsdorff

ADVISOR: Prof. Dr. Maurício Veloso Brun

To perform videolaparoscopy procedures, it is necessary to distend the abdominal cavity to create a safe and efficient working space for carrying out minimally invasive procedures. The most common way to create a workspace is to establish pneumoperitoneum with carbon dioxide. The present study aimed to evaluate the influence of standard pneumoperitoneum in comparison to heated and humidified pneumoperitoneum in felines females undergoing laparoscopic ovariectomy and its influence on body temperature, biomarkers of oxidative stress and peritoneal histology. The present study included 16 cats that were distributed into two groups one being a heated and humidified group, this group used carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) previously heated and humidified to establish pneumoperitoneum and the other standard group, that used CO<sub>2</sub> cold and dry. The evaluation of oxidative stress and peritoneal histology were collected at T0 this being the exact moment that pneumoperitoneum of 8mmHg and T1 at 50 minutes of pneumoperitoneum were establish. Body temperature was measured after orotracheal intubation (T0) and every 5 min using the esophageal thermometer on the surgical monitor from T5 to T70. The oxidative stress biomarkers evaluated were Catalase (CAT), thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and glutathione transferase (GSTs). Body temperature does not have significant difference between the GAU and GP at any of the times present. There was also no significant difference between the GAU (-3,09±0,65) and GP (-2,88±0,37) in temperature variation during the first 70 minutes of surgery (p=0,467). The Kruskal-Wallis non-parametric test demonstrated a significant reduction in CAT activity values in GP in relation the GAU whiting 50 minutes (p=0,0096). The t-student has no significance difference in the TBARS between GAU (0,79±7,07) an GP (-0,59±4,17) (p=0,067), as well as in evaluation of the ANOVA variation test do TBARS variation (p=0,63). GPx activity showed no significant difference in the treatment variable (GAU x GP) p= 0.50. We can conclude that the heating and humidification of the CO<sub>2</sub> used to obtain pneumoperitoneum generated lower consumption of the CAT enzyme in the feline species in relation to standard CO<sub>2</sub>.

**Keywords:** Pneumoperitoneum. Carbon dioxide. Video surgery. Ovariectomy. Heated. Humidified

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2. ARTIGO</b> .....	13
1.2. RESUMO .....	10
1.2. ABSTRACT .....	10
1.3. INTRODUÇÃO.....	12
1.4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	13
1.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
1.6. CONCLUSÃO.....	19
1.7. CONFLITOS DE INTERESSE.....	19
1.8. CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES .....	20
1.9. AGRADECIMENTOS .....	20
1.9. FONTES DE FINANCIAMENTO .....	20
1.10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	10
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	11

## 1. INTRODUÇÃO

A ovariectomia e ovário-histerectomias são as cirurgias minimamente invasivas mais realizadas nos Estados Unidos da América (BOUTE; FRANSSON, 2022). Proporcionam ao paciente um pós-operatório com menos dor, menos desconforto, recuperação mais rápida e inferior taxa de complicações pós-operatórias em relação aos procedimentos abertos (FRANSSON, 2018). O principal objetivo para realização de tais procedimentos é o controle populacional (BOUTE; FRANSSON, 2022; FRANSSON, 2018), sendo a ovariectomia considerada a técnica de escolha para pacientes que não tenham alterações uterinas. É um procedimento mais rápido e que a longo prazo não apresenta evidências de aumento estatístico de problemas urogenitais em comparação à ovário-histerectomia em pacientes com úteros saudáveis (GOETHEM et al., 2006).

Como o espaço existente na cavidade peritoneal não é suficiente para realização de procedimentos laparoscópicos se faz necessária a distensão da parede abdominal. O método mais frequentemente utilizado para obtenção do espaço de trabalho adequado para laparoscopia é a insuflação com gás carbônico, também conhecido como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Este é o gás mais indicado, uma vez que não é comburente, possui fácil excreção e é mais seguro em relação às complicações por embolia (YU et al., 2017; NEUHAUS et al., 2001; NEUBERGER et al., 1996).

PENG et al. (2009) utilizaram em ratos pneumoperitônio com CO<sub>2</sub> padrão à 21°C e umidade relativa <1% comparando com o pneumoperitônio com CO<sub>2</sub> aquecido (37° C) e umidificado (umidade relativa 95%). Os autores relataram que insuflações prolongadas do abdômen com CO<sub>2</sub> padrão podem resultar em hipotermia, lesões no peritônio e aderências abdominais. O pneumoperitônio aquecido e umidificado neste estudo auxiliou a diminuir os efeitos deletérios da insuflação.

SCOOT et al. (2018), no seu estudo em cães da raça Beagle, durante a avaliação subjetiva da biópsia peritoneal, constataram maior perda de células mesoteliais com o pneumoperitônio padrão (seco e frio) em relação ao aquecido e umidificado. Entretanto não observaram diferença significativa nas concentrações de proteína C reativa e de interleucina-6 em relação ao grupo padrão e grupo aquecido e umidificado.

O estresse oxidativo é o resultado do desequilíbrio dos sistemas pró-oxidante e antioxidante, ou a produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (ROS). Há fortes evidências de que o estresse oxidativo possui suma importância na fisiologia de processos

celulares como envelhecimento, transformação e morte celular. Os biomarcadores de estresse oxidativo, que são passíveis de mensuração de atividades biológicas normais ou patológicas, têm se tornado um importante objeto de estudo. Estes biomarcadores sanguíneos podem ser divididos em dois grandes grupos: enzimáticos e não enzimáticos (VASCONCELOS et al., 2007).

Os principais representantes do grupo dos antioxidantes enzimáticos são superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutatona peroxidase (GPx). A SOD pode ser encontrada no citoplasma celular, com apresentação dependente de cobre e zinco (SOD-Cu/Zn) e na mitocôndria, que utiliza o manganês (SOD-Mn) como cofator. A SOD faz a catalização da dismutação do ânion radical superóxido em  $H_2O_2$ . A CAT e GPx são enzimas responsáveis por impedir o acúmulo de  $H_2O_2$ . A CAT é uma enzima que atua na decomposição de  $H_2O_2$  em  $O_2 + H_2O$ . Já a GPx atua em superóxidos em geral, utilizando a glutatona como cofator da manutenção do ciclo redox da glutatona, ou seja, da glutatona reduzida e oxidada (BARBOSA et al., 2010; VASCONCELOS et al., 2007).

As glutatona transferases (GSTs), também conhecida como glutatona S-transferases são enzimas capazes de catalisar uma ampla gama de reações na qual envolvem a glutatona reduzida. Nos animais possui atividade na oxidação e isomerização importantes para o organismo como: defesa celular contra xenobióticos, biotransformação de colesterol e pode ser utilizada como marcador tumoral (ISMAIL et al., 2021; HUBER et al., 2008). A mensuração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) pode ser utilizada como avaliação da peroxidação lipídica, mais especificamente do malondialdeído (MDA) presente na amostra (BARBOSA et al., 2010; VASCONCELOS et al., 2007).

Observa-se escassez de estudos que avaliem a utilização de  $CO_2$  padrão e o  $CO_2$  aquecido e umidificado para estabelecer pneumoperitônio para videolaparoscopia veterinária, assim como estudos envolvendo a condição histopatológica do peritônio, com número inferior em relação a estudos que avaliam marcadores de estresse oxidativo. Conforme o conhecimento do autor, são inexistentes estudos comparando as duas modalidades supracitadas de pneumoperitônio na espécie felina para avaliação de estresse oxidativo e histopatologia peritoneal.

O presente trabalho propôs a utilização de uma adaptação desenvolvida para umidificação do  $CO_2$  hospitalar, utilizando  $CO_2$  aquecido e umidificado na espécie felina durante o procedimento de ovariectomia, avaliando a temperatura, a histopatologia peritoneal e o estresse oxidativo sanguíneo. Sendo assim, esta dissertação foi conduzida com o objetivo

de determinar se o aquecimento e umidificação diminuem os efeitos deletérios do pneumoperitônio em gatas.

**2. ARTIGO**

TRABALHO A SER SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO

Periódico: Ciência Rural

ISSN: 1678-4596

**O PNEUMOPERITÔNIO AQUECIDO E UMIDIFICADO ALTERA A SUPERFÍCIE  
MORFOLÓGICA PERITONEAL E OS MARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO  
EM GATAS?**

1 **O pneumoperitônio aquecido e umidificado altera a superfície morfológica do peritônio**  
2 **e dos marcadores de estresse oxidativo em gatas?**

3  
4 **Does heated and humidified pneumoperitoneum change de the morphological surface of**  
5 **the peritoneum and oxidative stress markers in cats?**

6  
7 **João Segura Engelsdorff <sup>\*</sup>, Maurício Veloso Brun<sup>2,3</sup>**

8  
9 1.2. RESUMO

10 Para a realização de procedimentos de videolaparoscopia se faz necessária a distensão da  
11 cavidade abdominal a fim de criar um espaço de trabalho seguro e eficiente para a realização  
12 de procedimentos minimamente invasivos. O meio mais comum para criar um espaço de  
13 trabalho é o estabelecimento de pneumoperitônio com dióxido de carbono medicinal (CO<sub>2</sub>). O  
14 presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do pneumoperitônio padrão em  
15 relação ao pneumoperitônio aquecido e umidificado em fêmeas felinas submetidas a  
16 ovariectomia laparoscópica e sua influência sobre a temperatura corporal, nos biomarcadores  
17 de estresse oxidativo e histologia peritoneal. Este estudo utilizou 16 gatas que foram  
18 distribuídas em dois grupos, um grupo aquecido e umidificado (GAU) no qual se utilizou CO<sub>2</sub>  
19 previamente aquecido e umidificado para estabelecer pneumoperitônio, e outro grupo padrão  
20 (GP), que utilizou CO<sub>2</sub> frio e seco (padrão). As coletas avaliação do estresse oxidativo e  
21 histologia peritoneal foram coletadas no T0, no exato momento que foi estabelecido  
22 pneumoperitônio de 8 mmHg e T1 50 minutos de pneumoperitônio. A temperatura corporal  
23 foi aferida após a intubação orotraqueal (T0) e a cada 5 min, através do termômetro esofágico

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Hospital Veterinário Universitário, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. Bairro Camobi, Av. Roraima, 1000, prédio 97. E-mail: joaoengelsdorff@hotmail.com \*Autor para correspondência. <sup>2,3</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisador CNPq, Brasil (3304353/2021-3).

1 do monitor cirúrgico de T5 a T70. Os biomarcadores de estresse oxidativo avaliados foram:  
2 catalase (CAT), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e glutathione transferases  
3 (GSTs). A temperatura corporal não apresentou diferença significativa entre os grupos GAU e  
4 GP em nenhum dos tempos. Também não se observou diferença significativa entre o grupo  
5 GAU (-3,09±0,65) e GP (-2,88±0,37), na variação de temperatura durante os primeiros 70  
6 min. do tempo cirúrgicos (p=0,467). O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis mostrou uma  
7 redução significativa nos valores da atividade da CAT no grupo GP em relação ao GAU, no  
8 tempo de 50 min. (p=0,0096). O teste T de *student* não mostrou diferença significativa no  
9 TBARS entre o grupo GAU (0,79±7,07) e GP (-0,59±4,17) (p=0,067), bem como na  
10 avaliação no teste ANOVA na variação do TBARS (p=0,63). A ANOVA da atividade das  
11 GSTs não mostrou diferença significativa na variável tratamento (GAU x GP) (p= 0,50).  
12 Conclui-se que o aquecimento e umidificação do CO<sub>2</sub> utilizado para obtenção do  
13 pneumoperitônio não gerou resultados superiores suficientes quando comparados aos  
14 encontrados no uso do gás padrão.

15

16 **Palavras-chave:** pneumoperitônio, dióxido de carbono, videocirurgia, ovariectomia,  
17 aquecido, umidificado

18

## 19 1.2. ABSTRACT

20 To perform videolaparoscopy procedures, it is necessary to distend the abdominal cavity to  
21 create a safe and efficient working space for carrying out minimally invasive procedures. The  
22 most common way to create a workspace is to establish pneumoperitoneum with carbon  
23 dioxide. The present study aimed to evaluate the influence of standard pneumoperitoneum in  
24 comparison to heated and humidified pneumoperitoneum in felines females undergoing  
25 laparoscopic ovariectomy and its influence on body temperature, biomarkers of oxidative

1 stress and peritoneal histology. The present study included 16 cats that were distributed into  
2 two groups one being a heated and humidified group, this group used carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)  
3 previously heated and humidified to establish pneumoperitoneum and the other standard  
4 group, that used CO<sub>2</sub> cold and dry. The evaluation of oxidative stress and peritoneal histology  
5 were collected at T0 this being the exact moment that pneumoperitoneum of 8mmHg and T1  
6 at 50 minutes of pneumoperitoneum were establish. Body temperature was measured after  
7 orotracheal intubation (T0) and every 5 min using the esophageal thermometer on the surgical  
8 monitor from T5 to T70. The oxidative stress biomarkers evaluated were Catalase (CAT),  
9 thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and glutathione transferases (GSTs). Body  
10 temperature does not have significant difference between the GAU and GP at any of the times  
11 present. There was also no significant difference between the GAU (-3,09±0,65) and GP (-  
12 2,88±0,37) in temperature variation during the first 70 minutes of surgery (p=0,467). The  
13 Kruskal-Wallis non-parametric test demonstrated a significant reduction in CAT activity  
14 values in GP in relation the GAU whiting 50 minutes (p=0,0096). The t-student has no  
15 significance difference in the TBARS between GAU (0,79±7,07) an GP (-0,59±4,17) (p=  
16 0,067), as well as in the ANOVA test evaluation variation in the TBARS variation (p=0,63).  
17 GSTs activity showed no significant difference in the treatment variable (GAU x GP) p= 0.50.  
18 It is concluded that the heating and humidification of the CO<sub>2</sub> used to obtain  
19 pneumoperitoneum generated lower consumption of the CAT enzyme in the feline species in  
20 relation to standard CO<sub>2</sub>.

21 **Keywords:** pneumoperitoneum, carbon dioxide, video surgery, ovariectomy, heated,  
22 humidified

23

24

25

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25

### 1.3. INTRODUÇÃO

A ovariectomia e ovário-histerectomia laparoscópicas são as cirurgias minimamente invasivas mais realizadas nos Estados Unidos da América (BOUTE & FRANSSON, 2022). Tal modalidade proporciona ao paciente um pós-operatório com menos dor, menos desconforto, recuperação mais rápida e inferior taxa de complicações pós-operatórias em relação aos procedimentos abertos (FRANSSON, 2018).

A distensão da parede abdominal é necessária, uma vez que o espaço existente na cavidade peritoneal não é suficiente para realização de procedimentos laparoscópicos. O método frequentemente utilizado para obtenção de espaço de trabalho adequado é a insuflação com dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Este é o gás mais indicado, uma vez que não é comburente, possui fácil excreção, fácil aquisição e é seguro em relação às complicações por embolia (NEUBERGER et al., 1996, NEUHAUS et al., 2001, YU et al., 2017)

Estudo comparando o pneumoperitônio com CO<sub>2</sub> padrão (21°C e umidade relativa <1%) com o pneumoperitônio com CO<sub>2</sub> aquecido (37°C e umidade relativa 95%) indicou que insuflações prolongadas do abdômen com CO<sub>2</sub> padrão podem resultar em hipotermia, lesões no peritônio e aderências abdominais. Já o pneumoperitônio aquecido e umidificado reduziu os efeitos deletérios da insuflação (PENG et al., 2009). Com o intuito de reduzir os efeitos iatrogênicos deletérios do pneumoperitônio, tem sido proposto o aquecimento e umidificação do CO<sub>2</sub>, entretanto não há consenso na literatura em relação ao seu uso (BALAYSSAC et al., 2016).

O estresse oxidativo é o resultado do desequilíbrio dos sistemas pró-oxidante e antioxidante, ou a produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (ROS). Estes biomarcadores sanguíneos podem ser divididos em dois grandes grupos: enzimáticos e não enzimáticos (VASCONCELOS et al., 2007). A mensuração de elementos dos sistemas

1 oxidantes e antioxidantes permite uma avaliação do estado oxidativo do paciente, permitindo  
2 assim a análise da indução de inflamação dos procedimentos cirúrgicos. A utilização do CO<sub>2</sub>  
3 para manobra de insuflação em procedimentos videolaparoscópicos foi correlacionado ao  
4 aumento do estresse oxidativo (SAMMOUR et al., 2009).

5 Durante a revisão bibliográfica observou-se escassez de estudos que avaliem a  
6 utilização de CO<sub>2</sub> padrão e o CO<sub>2</sub> aquecido e umidificado para estabelecer pneumoperitônio  
7 para videolaparoscopia veterinária, como também estudos envolvendo a condição  
8 histopatológica do peritônio, com número inferior em relação a estudos que avaliam  
9 marcadores de estresse oxidativo. Conforme o conhecimento do autor, são inexistentes  
10 estudos comparando as duas modalidades supracitadas de pneumoperitônio na espécie felina  
11 para avaliação de estresse oxidativo e histopatologia peritoneal.

12 O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do pneumoperitônio padrão (seco e  
13 frio) em relação ao pneumoperitônio aquecido e umidificado em felinas submetidas a  
14 ovariectomia laparoscópica e sua influência nos biomarcadores de estresse oxidativo,  
15 histologia peritoneal e temperatura corporal.

16

#### 17 1.4. MATERIAL E MÉTODOS

18 Este estudo foi realizado no Hospital Veterinário Universitário da Universidade  
19 Federal de Santa Maria, após a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA),  
20 sob o protocolo 1898250423. O tamanho da amostra foi calculado no software G-Power 3.1.  
21 Foram incluídas 16 fêmeas felinas sem raça definida (SRD) com idade de 12 a 24 meses e  
22 peso corporal de 2.3 a 3.9 kg. Foram incluídos pacientes com escore corporal entre 3 e 5 em  
23 uma escala de 1 a 9, pacientes clinicamente saudáveis, sem uso de progestágenos e com  
24 temperamento dócil. As pacientes selecionadas foram consideradas aptas para o procedimento  
25 cirúrgico através de exame clínico geral e análise sanguínea (hemograma, contagem de  
26 plaquetas, alanina aminotransferase (ALT), fosfatase alcalina (FA), creatinina e ureia).

1 Os animais foram divididos aleatoriamente em dois grupos de oito pacientes: o grupo  
2 padrão (GP) no qual o pneumoperitônio foi estabelecido com CO<sub>2</sub> padrão em uma pressão de  
3 8mmHg; e o grupo com CO<sub>2</sub> aquecido e umidificado (GAU), também com pressão de  
4 insuflação de 8mmHg. Para aquecimento do CO<sub>2</sub> foi utilizado o insuflador modelo Karl Storz  
5 Optitherm<sup>®</sup> e uma adaptação com umidificador sugerida por ENGELSDORFF et al., (2023).

6 Como medicação pré-anestésica foi utilizado 7 µg.kg de cloridrato de  
7 dexmedetomidina e 0,2 mg.kg de metadona pela via intramuscular (IM). Foi instituída  
8 fluidoterapia com ringer lactato a 3 ml.kg.h e a anestesia dos animais foi induzida com  
9 propofol 2 mg.kg.min. Após atingirem o plano adequado, os pacientes receberam lidocaína  
10 0.1 ml instilada na glote e foi realizada a intubação orotraqueal. Utilizou-se o sistema Baraka  
11 com fluxo de oxigênio de 150 ml/min e a manutenção anestésica com isoflurano, ao efeito,  
12 de modo que os animais permaneceram em plano anestésico adequado ao procedimento. A  
13 analgesia foi realizada com infusão contínua de fentanil 5 µg.kg.h com bolus prévio na dose  
14 de 5 µg.kg por via intravenosa.

15 Todos os procedimentos foram realizados pela mesma equipe cirúrgica. A  
16 ovariectomia laparoscópica foi realizada com óptica rígida de 5mm e 30° e dois trocartes de  
17 6mm, sendo o primeiro posicionado ligeiramente caudal à cicatriz umbilical pela técnica  
18 aberta. Procedeu-se a insuflação da cavidade abdominal com CO<sub>2</sub> medicinal, na velocidade de  
19 1.5 L/min e PIA de 8 mmHg, com umidade e temperatura de acordo com cada grupo. Ao se  
20 alcançar a pressão de 8mmHg o segundo portal foi posicionado próximo a região pré-púbica.  
21 Após lateralização da paciente, coletada amostra de peritônio com pinça de biópsia de 3mm  
22 em região de flanco esquerdo e a colheita de sangue para análise dos biomarcadores de  
23 estresse oxidativo e este momento foi denominado T0.

24 O ovário esquerdo foi apreendido, realizada sutura transparietal e utilizada pinça  
25 Ligasure<sup>®</sup> 5mm Mariland para hemostasia e ressecção dos ovários. A cavidade manteve-se

1 insuflada durante 50 minutos. Após esse período, era realizada segunda coleta de peritônio em  
2 região de flanco direito, evitando o sítio da sutura transparietal e de amostras sanguíneas (T1).  
3 Os ovários foram removidos pela incisão caudal e a sutura abdominal para fechamento das  
4 incisões dos portais realizada em três camadas.

5 As amostras para histopatologia foram fixadas em formalina 10% tamponada neutra,  
6 embebidas em parafina, clivadas, coradas com hematoxilina e eosina em uma lâmina e  
7 avaliada através de um microscópio óptico de luz. As amostras foram analisadas por dois  
8 patologistas de forma cega. Foram pontuadas a presença de hemorragia, congestão, edema e  
9 células inflamatórias, a partir de uma escala de 0 a 3, sendo 0 ausência de alterações, 1  
10 alterações leves (<10%), 2 moderadas (entre 10 e 50%) e 3 acentuadas (>50%), como descrito  
11 por PAPPARELLA et al., (2017).

12 Os níveis de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram determinados  
13 como descrito por JENTZSCH et al. (1996), através da mensuração da concentração de  
14 malondialdeído (MDA) como produto da peroxidação lipídica, pela reação com ácido  
15 tiobarbitúrico (TBA). A reação contendo 200µl de soro ou solução padrão MDA de p  
16 (0.03mM MDA), 1 mL de ácido ortofosfórico 0,2 M, e 250µL ácido tiobarbitúrico (0,1 M)  
17 aquecida a 95 ° C durante 120 min. A absorbância foi medida a 532 nm. Os níveis séricos de  
18 TBARS foram expressos em nmoles de MDA/mg de proteína. A dosagem de proteínas foi  
19 realizada como descrito por BRADFORD (1976).

20 A atividade da enzima CAT foi mensurada através da técnica NELSON & KIESOW  
21 (1972). Para a realização do ensaio, o sangue total com citrato foi homogeneizado com  
22 tampão de 50 mM de fosfato de potássio (pH 7,4), em H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10 mM e centrifugadas a 22000  
23 rpm. A taxa de reação de em H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foi monitorada a 240 nM, durante 2 min. à temperatura  
24 ambiente. A atividade enzimática foi expressa em pmmol/mg proteína/minuto.

1 A glutationa transferase (GST) foi mensurada pela técnica de HABIG & JAKOBY  
2 (1981). Em uma placa transparente de 96 poços foi adicionado em ordem: 20ul de soro ou  
3 plasma, 20ul de H2O destilada ou H2O Milli-Q, 10ul de GSH (100mM) e 240ul de sistema  
4 realizado previamente. A placa foi incubada durante 2 minutos a 37°C e após isso, foi  
5 adicionado o substrato 1-chloro-2,4- dinitrobenzene (CDNB) e iniciada a leitura em modo  
6 cinético,  $\lambda=340$  nm, durante 30 minutos com intervalo de 30 segundos, em uma temperatura  
7 de 37°C. O sistema utilizado foi preparado com 20 ml de fosfato de potássio (TFK) 0,1 M  
8 (100mM) pH 7,5 adicionado a 0,0226 g de EDTA (2,5 mM) e 10,5 ml de H2O destilada ou  
9 Milli-Q.

10 Para análise estatística e confecção das figuras foi utilizado o Software GraphPad  
11 Prism versão 8.0. Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a  
12 distribuição. Os parâmetros como variação do TBARS, tempo cirúrgico e variação da  
13 temperatura foram comparados entre grupos por meio do teste T de *Student*. As atividades das  
14 GSTs, TBARS e temperatura foram submetidas à ANOVA de duas vias, seguida pelo teste  
15 *post-hoc* de Newman-Keuls. A atividade da enzima CAT foi avaliada pelo teste não  
16 paramétrico de Kruskal-Wallis. Os dados paramétricos foram expressos em média aritmética  
17  $\pm$  desvio padrão, enquanto os dados não paramétricos foram apresentados em valores de  
18 mediana, valores de 25 e 50 interquartis, e valores máximo e mínimo. Valores de p foram  
19 considerados significativos quando inferiores a 0,05.

20

## 21 1.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

22 A temperatura corporal não apresentou diferença significativa entre os grupos GAU e  
23 GP em nenhum dos tempos observados (Figura 1-A). Também não se observou diferença  
24 significativa entre o grupo GAU (-3,09 $\pm$ 0,65) e GP (-2,88 $\pm$ 0,37) na variação de temperatura  
25 durante os primeiros 70 min. do tempo cirúrgico (p=0,467). Os tipos de pneumoperitônio

1 testados não apresentaram diferença na perda de temperatura corporal. Este fato corrobora os  
2 achados de SCOTT et al., (2018) e CORADINI et al., (2019), contrapondo PENG et al.,  
3 (2009), os quais demonstraram que o aquecimento e umidificação do CO<sub>2</sub> em prolongadas  
4 insuflações causou menos hipotermia em ratos. SCHLOTTERCK et al., (2011) comprovaram  
5 que o pneumoperitônio leva à queda da temperatura corporal em suínos de forma  
6 tempo/dependente. Ao que se observa, o uso de pneumoperitônio aquecido não apresentou  
7 superioridade na prevenção de hipotermia transoperatória em gatas.

8 Houve redução significativa nos valores da atividade da CAT, no grupo GP, em relação  
9 ao GAU, no T1 ( $p=0,0096$ ). Não foi observada diferença entre os grupos no tempo basal ou  
10 diferenças entre os mesmos grupos em diferentes tempos (T0 x T1), com valores de  $p<0,999$   
11 para todas as comparações (Figura 2-B). A CAT teve sua atividade reduzida  
12 significativamente no GP, acreditando-se assim que a insuflação com CO<sub>2</sub> padrão gerou  
13 ressecamento das vísceras, o que pode ter gerado maior consumo desta enzima na espécie  
14 felina. Esta informação confronta o estudo de SAMMOUR et al., (2011) que não observaram  
15 diferença no estresse oxidativo comparando no emprego de CO<sub>2</sub> padrão e o CO<sub>2</sub> aquecido e  
16 umidificado em ratos. MILECH et al., (2021) verificaram em cadelas maior estresse oxidativo  
17 e inflamação com a utilização do CO<sub>2</sub> somente aquecido em comparação ao padrão. Acredita,  
18 então, que o CO<sub>2</sub> seco e aquecido potencializa o ressecamento peritoneal, causando maior  
19 estresse oxidativo e inflamação.

20 Em relação à atividade da GST, foi observada uma média de  $68,52\pm 15,90$  e  
21  $63,08\pm 11,35$  nos grupos GAU e GP no T0, respectivamente. No T1 a média foi  $63,01\pm 8,99$  e  
22  $63,30\pm 6,46$  nos grupos GAU e GP, respectivamente. A atividade da GSTs não mostrou  
23 diferença significativa na variável tratamento (GAU x GP), com  $p= 0,50$ ; nem na variável  
24 tempo (T0 x T1), com  $p=0,50$  (Figura 2-C). As GPx por serem enzimas antioxidantes de  
25 primeira linha podem ter influenciado na atividade das GSTs pelo fato de ambas dependerem

1 do ciclo redox envolvendo a glutationa total (GSht), glutationa oxidada (GSSG) e glutationa  
2 reduzida (GSH), sendo a GSH com maior afinidade com as GSTs, pois um de seus sítios de  
3 ligação que é específico para ela. A mensuração destas outras formas de glutationa podem  
4 auxiliar na interpretação da atividade antioxidante da GPx e GSTs. (MYYAMOTO et al.,  
5 2003; ALMEIDA et al., 2009)

6 Foi observada uma média de  $9,70 \pm 5,66$  e  $5,77 \pm 2,76$  nos grupos GAU e GP no tempo  
7 zero, respectivamente. No tempo 50 minutos a média foi  $8,90 \pm 5,49$  e  $6,37 \pm 2,49$  nos grupos  
8 GAU e GP, respectivamente. A ANOVA não mostrou diferença significativa na variável  
9 tratamento (GAU x GP), com  $p= 0,067$ ; nem na variável tempo (T0 x T1), com  $p=0,94$ . O  
10 TBARS não apresentou diferença estatística, acreditando-se que a capacidade da primeira  
11 linha de defesa antioxidante, que são as enzimas CAT, SOD e GPx, foram capazes de comedir  
12 o dano oxidativo gerado pelo procedimento cirúrgico. Também levando em consideração que  
13 os procedimentos minimamente invasivos causam menos dor, menor inflamação e menor  
14 estresse oxidativo, pode ter sido gerada reduzida peroxidação lipídica resultando em uma taxa  
15 inferior de malondialdeído (DALMOLIN et al, 2016, FRANSSON, 2018).

16 Durante o período de insuflação para manutenção do pneumoperitônio, o paciente  
17 pode sofrer alterações sistêmicas como hipotermia e alterações cardiovasculares. Além destas  
18 alterações foi proposto que, durante a insuflação, ocorre alteração no microclima cavitário, o  
19 que pode gerar alterações morfológicas no peritônio com implicações funcionais (WILSON,  
20 2017). Quanto maior tempo de insuflação e maior volume de CO<sub>2</sub> padrão insuflado em um  
21 microambiente, menor será sua umidade relativa através da mistura de gases.  
22 (ENGELSDORFF et al., 2023). Existe correlação entre a utilização de CO<sub>2</sub> para estabelecer o  
23 pneumoperitônio com lesões da superfície mesotelial do peritônio e aumento do estresse  
24 oxidativo (SAMMOUR et al., 2009).

1           As insuflações prolongadas estão ligadas a danos celulares e a resposta inflamatória do  
2 peritônio, justificando a colheita de material para análise histopatológica em estudos que  
3 envolvem a utilização de pneumoperitônio para obtenção do espaço de trabalho  
4 (PAPPARELLA et al., 2017). A presença de estrutura delicada nas amostras e o tamanho  
5 restrito delas podem ter influenciado para não obtenção de um resultado com alterações  
6 significativas. Os resultados contrapõem os estudos de PENG et al., (2009) e SCOTT et al.,  
7 (2018) demonstraram que o CO<sub>2</sub> aquecido e umidificado gerou menor dano ao peritônio  
8 durante a insuflação. Entretanto, os autores citados utilizaram microscopia óptica e  
9 microscopia eletrônica por varredura, proporcionando maior sensibilidade na avaliação das  
10 estruturas microscópicas, permitindo visibilizar quanto à perda das microvilosidades e  
11 descamação de células mesoteliais do peritônio.

12

13

#### 14 1.6. CONCLUSÃO

15           Conclui-se que não houve diferença entre o uso de pneumoperitônio em relação ao  
16 pneumoperitônio com CO<sub>2</sub> aquecido e umidificado, quando avaliadas a histologia peritoneal,  
17 temperatura corporal, TBARs e atividade da GST em gatas submetidas a ovariectomia  
18 laparoscópica. A atividade de CAT maior em GAU foi um indicativo de superioridade do  
19 pneumoperitônio aquecido e umidificado, no entanto, com pouca relevância quando avaliada  
20 de forma isolada.

21

#### 22 1.7. CONFLITOS DE INTERESSE

23           Os autores declaram não ter conflitos de interesse.

24

## 1 1.8. CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

2 Os autores contribuíram igualmente para o manuscrito.

3

## 4 1.9. AGRADECIMENTOS

5 Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível  
6 Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
7 (CNPq) pelo auxílio na pesquisa e pela concessão das bolsas, como também agradecem à  
8 Delta Life pela doação de equipamentos para realização deste e de outros projetos de  
9 pesquisa.

10

## 11 1.9. FONTES DE FINANCIAMENTO

12 Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal  
13 de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Finanças 001, e pelo Conselho Nacional de  
14 Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

15

## 16 1.10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

17 BALAYSSAC, D. et al. Warmed and humidified carbon dioxide for abdominal laparoscopic  
18 surgery: meta-analysis of the current literature. **Surgical Endoscopy**, v. 31, p. 1-12, 2016.

19 Available from: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27005288/>>. Accessed, Jun, 03, 2023. DOI:

20 10.1007/s00464-016-4866-1

21 BARBOSA, K, B, F. et al. Estresse oxidativo: conceito, implicações e efeitos modulatórios.

22 **Revista de Nutrição**. v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010. Available from:

23 <https://www.scielo.br/j/rn/a/Fvg4wkYjZPgsFs95f4chVjx/?lang=pt> Accessed: Jan. 24, 2024

24 <https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000400013>

- 1 BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram  
2 quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal Biochem.** v.72, n. 7,  
3 p. 284-254, 1976. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/942051/> Accessed:  
4 Fev.05, 2024. doi: 10.1006/abio.1976.9999.
- 5 BUOTE, N. J.; FRANSSON, B. A. Laparoscopic Ovariectomy, Ovariohysterectomy and  
6 Hysterectomy. In: FRANSSON, B.A.; MAYHEW, P. D. **Small Animal Laparoscopy and**  
7 **Thoracoscopy.** 2ª ed. Hoboken: Ed ACVS Foundation, 2022. Cap 22, p. 254-266
- 8 CARPINTERI, S. et al. Tumorigenesis and Inflammation are Ameliorated by Humidified-  
9 Warm Carbon Dioxide Insufflation in the Mouse. **Annals of Surgical Oncology.** n. 22, v. 3, p.  
10 1540-1547, 2015. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4687477/> .  
11 Accessed: Fev. 05, 2024. doi: 10.1245/s10434-015-4508-1
- 12 CORADINI, G.P. et al. Avaliação de temperatura durante ovariohisterectomia videoassistida  
13 em cadelas com pneumoperitônio aquecido ou não aquecido. **Brazilian Journal of Animal**  
14 **and Environmental Research.** v. 3. n. 1, p.187-194, 2020. 3. Available from:  
15 <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/7562>. Accessed: Oct,  
16 18, 2023
- 17 DALMOLIN, F. et al. Biomarcadores inflamatórios e de estresse oxidativo em cadelas  
18 submetidas a ovário-histerectomia vídeoassistida ou convencional. **Arquivo Brasileiro de**  
19 **Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.68, n. 3, p.687-694, 2016 Available from:  
20 <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/bJVhQPZvVCrSHnz4XjR5XYz/abstract/?lang=pt> Accessed:  
21 Jan. 05, 2024 <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8276>  
22 DOI: 10.1055/s-0033-1349057
- 23 ENGELSDORF, J.S et al. Estudo pré-clínico de adaptação com umidificador para insuflação  
24 com dióxido de carbono para videocirurgia de cães e gatos. **Brazilian Journal of Animal and**  
25 **Environmental Research.** v6. n. 4. p. 3446-3457, 2023. Available from:

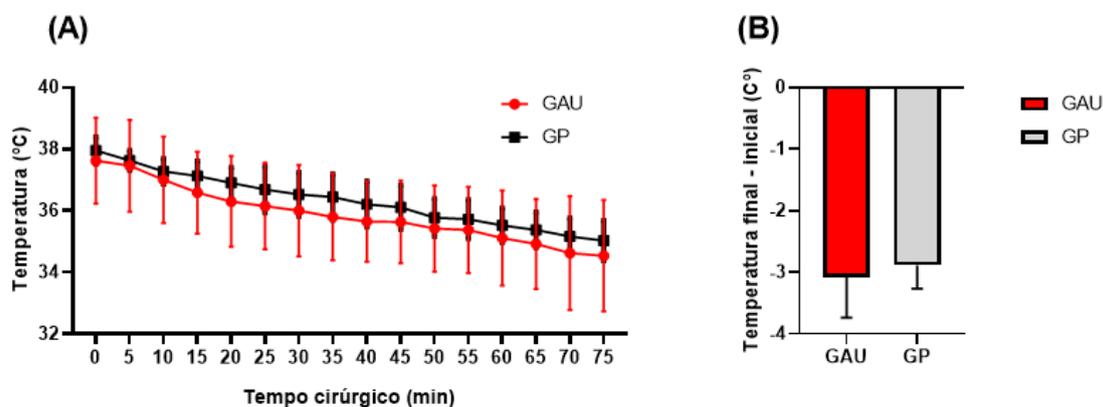
- 1 <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/64904> Accessed: Jan.  
2 17, 2024 DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n4-029>
- 3 FRANSSON, B. A. Ovaries and Uterus. In: TOBIAS, K. M., JOHNSTON, S.A. **Veterinary**  
4 **Surgery Small Animal**. 2<sup>a</sup> ed. Missouri: Elsevier, 2018. Cap. 109, p. 4884-4925.
- 5 GOETHEM, B, V.; SCHAEFERS-IKKEBS, A.; KIRPENSTEIJN, J. Making a rational choice  
6 between ovariectomy and ovariohysterectomy in the dog: a discussion of the benefits of either  
7 technique. **Veterinary Surgery**, v. 35. p. 136-143, 2006. Available from:  
8 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16472293/> Accessed: Jan. 17, 2024 doi: 10.1111/j.1532-  
9 950X.2006.00124.x.
- 10 HABIG, W.H.; JAKOBY, W.B. Assays for Differentiation of Glutathione S-Transferases.  
11 *Methods In Enzymology*, v. 77, p. 398 – 405, 1981 Available from:  
12 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7329316/>. Accessed: Fev. 05, 2024.  
13 [https://doi.org/10.1016/s0076-6879\(81\)77053-8](https://doi.org/10.1016/s0076-6879(81)77053-8)
- 14 HUBER, P.C. et al. Glutathione e enzimas relacionadas: papel biológico e importância em  
15 processos patológicos. **Química Nova**. v.31, n.5, 2008. Available from:  
16 <https://www.scielo.br/j/qn/a/yYySBjxJSnVFmMjftbrGR6L/> Accessed: Fev. 22, 2024.  
17 <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000500046>
- 18 ISMAIL, A. et al., Characterization of Dog Glutathione Transferase P1-1, an Enzyme  
19 Relevant to Veterinary Medicine. **International Journal of Molecular Sciences**. v. 15, n.8, p.  
20 1-12, 202. Available from: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8071248/pdf/ijms-](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8071248/pdf/ijms-22-04079.pdf)  
21 [22-04079.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8071248/pdf/ijms-22-04079.pdf) Accessed: Fev. 22, 2024. DOI:10.3390/ijms22084079
- 22 JENTZSCH, A. M. et al. Improved analysis of malondialdehyde in human body fluids. **Free**  
23 **Radical Biology & Medicine**, v. 20, n. 2, p. 251-256, 1996. Available from:  
24 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8746446/> Accessed: Jun. 14, 2022 DOI: [10.1016/0891-](https://doi.org/10.1016/0891-5849(95)02043-8)  
25 [5849\(95\)02043-8](https://doi.org/10.1016/0891-5849(95)02043-8)

- 1 KAVIC, S.M.; KAVIC, S.M. Adhesions and adhesiolysis: the role of laparoscopy. **Journal of**  
2 **The Society of Laparoscopy & Robotic Surgeons**. v. 6. n. 2. p. 99-109, 2002. Available  
3 from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3043408/3043408> Accessed: Jun, 12,  
4 2023.
- 5 MILECH, V., et al. Effects of Heated Pneumoperitoneum on Inflammation, Oxidative Stress,  
6 and Peritoneal Histology in Female Dogs That Underwent Video-Assisted  
7 Ovariohysterectomy. **Veterinary Medicine International**, v. 2021 p. 1-10, 2022. Available  
8 from: <https://www.hindawi.com/journals/vmi/2021/5515559/>. Accessed: Jan. 20, 2024.  
9 <https://doi.org/10.1155/2021/5515559>
- 10 MIYAMOTO, Y. et al. Oxidative stress caused by inactivation of glutathione peroxidase and  
11 adaptive responses. **Biological Chemistry**. v. 384. n.4, p. 567-574, 2003. Available from:  
12 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12751786/> . Accessed: Fev. 05, 2024. doi:  
13 10.1515/BC.2003.064.
- 14 NELSON, D. P.; KIESOW, L. A. Enthalpy of decomposition of hydrogen peroxide by  
15 catalase at 25 degrees C (with molar extinction coefficients of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solutions in the UV).  
16 **Analytical Biochemistry**, v. 49, n. 2, p. 474-478, 1972. Available from:  
17 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0003269772904514?via%3Dihub>  
18 Accessed: Jun. 14, 2022 DOI: [10.1016/0003-2697\(72\)90451-4](https://doi.org/10.1016/0003-2697(72)90451-4)
- 19 NEUBERGER, T.J. et al. Prospective comparison of helium versus carbon dioxide  
20 pneumoperitoneum. **Gastrointestinal Endoscopy**. v. 43, n. 1, p. 38-41, 1996. Available from:  
21 [https://www.giejournal.org/article/S0016-5107\(96\)70258-4/abstract](https://www.giejournal.org/article/S0016-5107(96)70258-4/abstract). Accessed: Fev.  
22 20, 2024. DOI: [10.1016/s0016-5107\(96\)70258-4](https://doi.org/10.1016/s0016-5107(96)70258-4)
- 23 NEUHAUS, S. J. Metabolic and immunologic consequences of laparoscopy with helium or  
24 carbon dioxide insufflation: a randomized clinical study. **ANZ Journal of Surgery**. v.71, n. 8,  
25 p.447-452, 2001. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1440->

- 1 [1622.2001.02170.x?sid=nlm%3Apubmed](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16222001/). Accessed: Fev. 20, 2024. DOI: [10.1046/j.1440-](https://doi.org/10.1046/j.1440-1622.2001.02170.x)
- 2 [1622.2001.02170.x](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16222001.02170.x)
- 3 OLIVEIRA-SILVA, J.A. Oxidative stress assessment by glutathione peroxidase activity and
- 4 glutathione levels in response to selenium supplementation in patients with
- 5 Mucopolysaccharidosis I, II and VI. **Genetics and Molecular Biology**. v. 42. n. 1, p. 1-8,
- 6 2019. Available from: <https://www.scielo.br/j/gmb/a/W8kyzbFGzfb57t89y9d9cmM/>.
- 7 Accessed: Fev. 05, 2024. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2017-0334>
- 8 PAPPARELLA, et al. Peritoneal Morphological Changes due to Pneumoperitoneum: The
- 9 Effect of Intra-abdominal Pressure. **European Journal of Pediatric Surgery**. v. 24, n.4,
- 10 p.322-327, 2014. Available from: [https://www.thieme-](https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0033-1349057)
- 11 [connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0033-1349057](https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0033-1349057) Accessed: Jan. 3, 2024.
- 12 PENG, Y. et al. Heated and Humidified CO2 prevents hypothermia, peritoneal injury, and
- 13 intra-abdominal adhesions during prolonged laparoscopy insufflations. **Journal of Surgical**
- 14 **Research**, v. 151. n. 1, p. 40-47, 2009. Available from:
- 15 [https://www.journalofsurgicalresearch.com/article/S0022-4804\(08\)00245-X/fulltext](https://www.journalofsurgicalresearch.com/article/S0022-4804(08)00245-X/fulltext)
- 16 Accessed: May. 12, 2022. doi:10.1016/j.jss.2008.03.039
- 17 SAMMOUR, T. et al. Systematic review of oxidative stress associated with
- 18 pneumoperitoneum. **The British Journal of Surgery**. v. 96, n. 8, p. 836-850, 2009. Available
- 19 from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19591166/> Accessed 19/01/2024 DOI:
- 20 [10.1002/bjs.6651](https://doi.org/10.1002/bjs.6651)
- 21 SAMMOUR, T. et al. Warming and humidification have no effect on oxidative stress during
- 22 pneumoperitoneum in rats. **Minimally Invasive Therapy**. v. 20, n. 6, p. 329-337, 2011.
- 23 Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21395459/> Accessed:19/01/2024 DOI:
- 24 [10.3109/13645706.2011.556647](https://doi.org/10.3109/13645706.2011.556647)

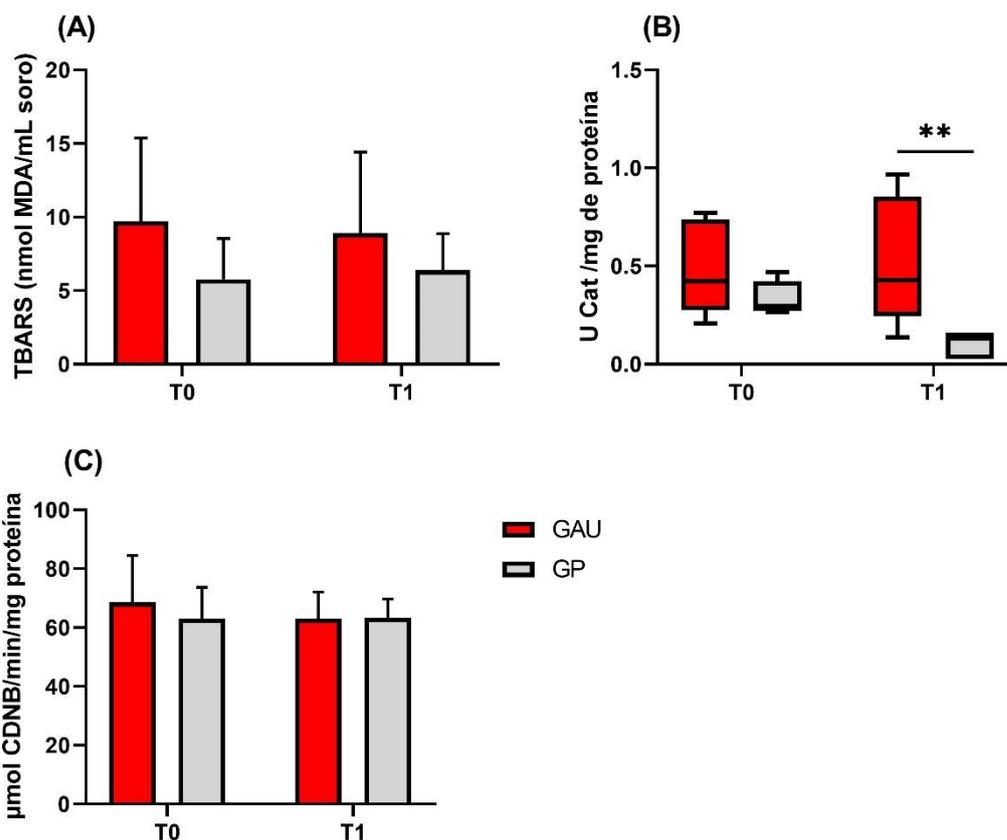
- 1 SCHLOTTERCK, H. et al. Changes in core temperature during peritoneal insufflation:  
2 Comparison of two CO<sub>2</sub> humidification devices in pigs. **Journal of Surgical Research**.v.171,  
3 p. 427-432, 2011. Available from: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21074786/>> Accessed,  
4 Jun, 04, 2023. doi:10.1016/j.jss.2010.04.003
- 5 SCOTT, J, E. et al. Effect of pneumoperitoneum with warmed humidified or standard-  
6 temperature carbon dioxide during laparoscopy on core body temperature, cardiorespiratory  
7 and thromboelastography variables, systemic inflammation, peritoneal response, and signs of  
8 postoperative pain in healthy mature dogs. **American Journal of Veterinary Research**. v.  
9 79, n. 12, p. 1321-1334, 2018. Available from:  
10 <https://avmajournals.avma.org/view/journals/ajvr/79/12/ajvr.79.12.1321.xml> Accessed: Jun,  
11 06, 2023 DOI: [10.2460/ajvr.79.12.1321](https://doi.org/10.2460/ajvr.79.12.1321)
- 12 VASCONCELOS, S. M. L. et al. Espécies Reativas de Oxigênio e de Nitrogênio,  
13 Antioxidantes e Marcadores de Dano Oxidativo em Sangue Humano: Principais Métodos  
14 Analíticos para sua Determinação. **Química Nova**. v. 30, n. 5, p. 1323 – 1338, 2007.  
15 Available from: <https://www.scielo.br/j/qn/a/3m4YvKPKckKKFGvgYzyyWjn/> Accessed: Jun.  
16 06, 2022. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000500046>
- 17 WILSON, R.B. Changes in the coelomic microclimate during carbon dioxide laparoscopy:  
18 morphological and functional implications. *Pleura Peritoneum*. v. 2, n.1, p.17-31, 2017.  
19 Available from:  
20 : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6328073/pdf/pp-pp-2017-0001.pdf>.  
21 Accessed: Fev. 5, 2024. doi: 10.1515/pp-pp-2017-0001. Epub 2017 Mar 17.

1 YU, T. et al. Gases for establishing pneumoperitoneum during laparoscopic abdominal  
2 surgery. **Cochrane Database Systematic Reviews**. v.6, n. 6, 2017. Available from:  
3 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6481852/> Accessed: Mar. 05,2022. DOI:  
4 10.1002/14651858.CD009569.pub3.



9  
10  
11 Figura 1 – Avaliação de temperatura de gatas submetidas à ovariectomia laparoscópica com  
12 50 minutos de pneumoperitônio aquecido e umidificado (GAU) e padrão (GP). A)  
13 Temperatura corporal em gatas durante 70 minutos de procedimento cirúrgico (p=0,467) B)  
14 Diferença de temperatura entre fim e início do procedimento cirúrgico.

15  
16  
17



1

2

3 Figura 2 - Gráficos dos biomarcadores de estresse oxidativo em gatas submetidas à  
 4 ovariectomia laparoscópica com 50 minutos de pneumoperitônio aquecido e umidificado  
 5 (GAU) e padrão (GP). A) Gráfico de TBARS onde não apresentou diferença significativa  
 6 ( $p=0,94$ ). B) Gráfico de unidade de CAT/mg de proteína apresentou diferença estatística \*  
 7  $p=0,0096$ . C) Gráfico da atividade da GST não apresentou diferença significativa ( $p=0,50$ ).

8

9 ORCID:

10 João Segura Engelsdorff – <https://orcid.org/0000-0002-8926-2546>11 Maurício Veloso Brun - <https://orcid.org/0000-0001-9252-8512>

12

13

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos experimentais conduzidos nessa dissertação verificou-se que gatas submetidas à insuflação com CO<sub>2</sub> aquecido e umidificado não apresentaram alterações significativas na histologia peritoneal. No que tange a temperatura corporal, não apresentaram diferença significativa. Entretanto, nas análises de biomarcadores de estresse oxidativo foi observado aumento na atividade da catalase no grupo padrão indicando maior consumo em relação ao grupo aquecido e umidificado. Os outros biomarcadores enzimáticos de estresse oxidativo submetido a avaliação como GST e TBARS não apresentaram alterações significativas. Embora um dos resultados tenha sido positivo, não é possível observar superioridade no uso de pneumoperitônio aquecido e umidificado em gatas submetidas a procedimentos de laparoscopia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALAYSSAC, David *et al.* Warmed and humidified carbon dioxide for abdominal laparoscopic surgery: meta-analysis of the current literature. **Surgical Endoscopy**, v. 31, p. 1-12, 2016. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27005288/>>. Acesso em: 03 Junho 2023.

BARBOSA, Kiriaque Barra Ferreira *et al.* Estresse oxidativo: conceito, implicações e efeitos modulatórios. **Revista de Nutrição**. v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/Fvg4wkYjZPgsFs95f4chVjx/?lang=pt> Acesso em: 24 janeiro, 2024.

BRADFORD, Marion Mckinley. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal Biochem**. v.72, n. 7, p. 284-254, 1976. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/942051/> Acesso em: 05 fevereiro 2024.

BUOTE, Nicole J; FRANSSON, Boel A. Laparoscopic Ovariectomy, Ovariohysterectomy and Hysterectomy. In: FRANSSON, B.A.; MAYHEW, P. D. **Small Animal Laparoscopy and Thoracoscopy**. 2ª ed. Hoboken: Ed ACVS Foundation, 2022. Cap 22, p. 254-266

CARPINTERI, Sandra *et al.* Tumorigenesis and Inflammation are Ameliorated by Humidified-Warm Carbon Dioxide Insufflation in the Mouse. **Annals of Surgical Oncology**. n. 22, v. 3, p. 1540-1547, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4687477/> . Acesso em: 05 fevereiro 2024.

CORADINI, Gabriela Pesamosca *et al.* Avaliação de temperatura durante ovariohisterectomia videoassistida em cadelas com pneumoperitônio aquecido ou não aquecido. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. v. 3. n. 1, p.187-194, 2020. 3. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/7562>. Acesso em: 18 Outubro 2023.

DALMOLIN, Fabíola. *et al.* Biomarcadores inflamatórios e de estresse oxidativo em cadelas submetidas a ovário-histerectomia vídeoassistida ou convencional. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.68, n. 3, p.687-694, 2016 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/bJVhQPZvVCRSHnz4XjR5XYZ/abstract/?lang=pt> Acesso: 05 janeiro 2024.

ENGELSDORF, João Segura *et al.* Estudo pré-clínico de adaptação com umidificador para insuflação com dióxido de carbono para videocirurgia de cães e gatos. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. v6. n. 4. p. 3446-3457, 2023. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/64904> Acesso em: 17 janeiro 2024.

FRANSSON, Boel A. Ovaries and Uterus. In: TOBIAS, K. M., JOHNSTON, S.A. **Veterinary Surgery Small Animal**. 2<sup>a</sup> ed. Missouri: Elsevier, 2018. Cap. 109, p. 4884-4925.

GOETHEM, Bart Van; SCHAEFERS-IKKEBS, Auke; KIRPENSTEIJN, Jolle. Making a rational choice between ovariectomy and ovariohysterectomy in the dog: a discussion of the benefits of either technique. **Veterinary Surgery**, v. 35. p. 136-143, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16472293/> Acesso em: 17 janeiro.

HABIG, William H.; JAKOBY, William B. Assays for Differentiation of Glutathione S-Transferases. *Methods In Enzymology*, v. 77, p. 398 – 405, 1981 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7329316/>. Acesso em: 05 fevereiro 2024.

HUBER, Paula Cristina *et al.* Glutathione e enzimas relacionadas: papel biológico e importância em processos patológicos. **Química Nova**. v.31, n.5, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/yYySBjxJSnVFmMjftbrGR6L/> Acessado em: 22 fevereiro 2024.

ISMAIL, Aram. *et al.* Characterization of Dog Glutathione Transferase P1-1, an Enzyme Relevant to Veterinary Medicine. **International Journal of Molecular Sciences**. v. 15, n.8, p. 1-12, 202. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8071248/pdf/ijms-22-04079.pdf> Acessado em: 22 fevereiro 2024.

JENTZSCH, Alex M. *et al.* Improved analysis of malondialdehyde in human body fluids. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 20, n. 2, p. 251-256, 1996. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8746446/> Acesso em: 14 junho 2022

KAVIC, Stephen M.; KAVIC, Suzanne M. Adhesions and adhesiolysis: the role of laparoscopy. **Journal of The Society of Laparoscopy & Robotic Surgeons**. v. 6. n. 2. p. 99-109, 2002. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3043408/> Acesso em: 12 Junho 2023.

MILECH, Vanessa, *et al.* Effects of Heated Pneumoperitoneum on Inflammation, Oxidative Stress, and Peritoneal Histology in Female Dogs That Underwent Video-Assisted Ovariohysterectomy. **Veterinary Medicine International**, v. 2021 p. 1-10, 2022. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/vmi/2021/5515559/>. Acesso em: 20 janeiro 2024.

MIYAMOTO, Yasuhide. *et al.* Oxidative stress caused by inactivation of glutathione peroxidase and adaptive responses. **Biological Chemistry**. v. 384. n.4, p. 567-574, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12751786/> . Acesso em: 05 fevereiro 2024.

NELSON, Dennis P.; KIESOW, Lutz A. Enthalpy of decomposition of hydrogen peroxide by catalase at 25 degrees C (with molar extinction coefficients of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solutions in the UV). *Analytical Biochemistry*, v. 49, n. 2, p. 474-478, 1972. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0003269772904514?via%3Dihub> Acesso em: 14 junho 2022.

NEUBERGER, Todd J. *et al.* Prospective comparison of helium versus carbon dioxide pneumoperitoneum. **Gastrointestinal Endoscopy**. v. 43, n. 1, p. 38-41, 1996. Disponível em: [https://www.giejournal.org/article/S0016-5107\(96\)70258-4/abstract](https://www.giejournal.org/article/S0016-5107(96)70258-4/abstract). Acesso em: 20 fevereiro 2024.

NEUHAUS, Susan J. *et al.* Metabolic and immunologic consequences of laparoscopy with helium or carbon dioxide insufflation: a randomized clinical study. **ANZ Journal of Surgery**. v.71, n. 8, p.447-452, 2001. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1440-1622.2001.02170.x?sid=nlm%3Apubmed>. Acesso em: 20 fevereiro 2024.

PAPPARELLA, Alfonso *et al.* Peritoneal Morphological Changes due to Pneumoperitoneum: The Effect of Intra-abdominal Pressure. **European Journal of Pediatric Surgery**. v. 24, n.4, p.322-327, 2014. Disponível em: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0033-1349057> Acesso em: 3 janeiro 2024.

PENG, Yuanfei *et al.* Heated and Humidified CO2 prevents hypothermia, peritoneal injury, and intra-abdominal adhesions during prolonged laparoscopy insufflations. **Journal of Surgical Research**, v. 151. n. 1, p. 40-47, 2009. Disponível em: [https://www.journalofsurgicalresearch.com/article/S0022-4804\(08\)00245-X/fulltext](https://www.journalofsurgicalresearch.com/article/S0022-4804(08)00245-X/fulltext) Acesso em: 12 Maio 2022.

SAMMOUR, Tarik. *et al.* Systematic review of oxidative stress associated with pneumoperitoneum. **The British Journal of Surgery**. v. 96, n. 8, p. 836-850, 2009 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19591166/> Acesso em: 19/01/2024.

SAMMOUR, Tarik *et al.* Warming and humidification have no effect on oxidative stress during pneumoperitoneum in rats. **Minimally Invasive Therapy**. v. 20, n. 6, p. 329-337, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21395459/> Acesso em :19 janeiro 2024.

SCHLOTTERCK, Hervé *et al.* Changes in core temperature during peritoneal insufflation: Comparison of two CO<sub>2</sub> humidification devices in pigs. **Journal of Surgical Research**.v.171, p. 427-432, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21074786/> Acesso em: 04 junho 2023.

SCOTT, Jacqueline 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. **American Journal of Veterinary Research**. v. 79, n. 12, p. 1321-1334, 2018. Disponível em: <https://avmajournals.avma.org/view/journals/ajvr/79/12/ajvr.79.12.1321.xml> Acesso em: 06 junho.

VASCONCELOS, Ssandra Mari Lima *et al.* Espécies Reativas de Oxigênio e de Nitrogênio, Antioxidantes e Marcadores de Dano Oxidativo em Sangue Humano: Principais Métodos Analíticos para sua Determinação. **Química Nova**. v. 30, n. 5, p. 1323 – 1338, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/3m4YvKPKckKKFGvgYzyyWjn/> Acesso em: 06 junho 2022.

WILSON, Robert Butler. Changes in the coelomic microclimate during carbon dioxide laparoscopy: morphological and functional implications. **Pleura Peritoneum**. v. 2, n.1, p.17-31, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6328073/pdf/pp-pp-2017-0001.pdf>. Acesso em: 05 fevereiro 2024.

YU, Tianwu *et al.* Gases for establishing pneumoperitoneum during laparoscopic abdominal surgery. **Cochrane Database Systematic Reviews**. v.6, n. 6, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6481852/> Acessado em: 05 março 2022.