

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

Charline Vanessa Vaccarin

**FOTOPLETISMOGRAFIA NA MENSURAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL
SISTÓLICA DE CADELAS ANESTESIADAS**

Santa Maria, RS
2021

Charline Vanessa Vaccarin

**FOTOPLETISMOGRAFIA NA MENSURAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL
SISTÓLICA DE CADELAS ANESTESIADAS**

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

Orientador: Prof. Dr. André Vasconcelos Soares

Santa Maria – RS, Brasil
2021

Vaccarin, Charline Vanessa
FOTOPLETISMOGRAFIA NA MENSURAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL
SISTÓLICA DE CADELAS ANESTESIADAS / Charline Vanessa
Vaccarin.- 2021.
37 p.; 30 cm

Orientador: André Vasconcelos Soares
Coorientador: Carlize Lopes
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Medicina Veterinária, RS, 2021

1. Onda fotopletismográfica 2. Pressão arterial 3.
Fotopletismografica 4. Doppler vascular 5. Oxímetro de
pulso I. Soares, André Vasconcelos II. Lopes, Carlize
III. Título.

Charline Vanessa Vaccarin

**FOTOPLETISMOGRAFIA NA MENSURAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL
SISTÓLICA DE CADELAS ANESTESIADAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Área de Anestesiologia de Pequenos Animais, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Medicina Veterinária**.

Aprovada em 12 de fevereiro de 2021

André Vasconcelos Soares, Dr. (UFSM)
(Presidente/ Orientador)



Marília Teresa de Oliveira, Dr. (UNIPAMPA)



Saulo Tadeu Lemos Pinto Filho, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2021

AGRADECIMENTOS

Meu mais sincero agradecimento à minha família. Meus pais Liane e Wilmar por me apoiarem e entenderem a minha necessidade em continuar estudando. Ao meu irmão Gabriel, por ter me apresentado um tipo de amor que eu não conhecia a oito anos atrás e continuar enchendo nossas vidas de alegria.

Aos meus avós Celita, Livani, José e Mauro, por entenderem a ausência física ao qual fomos submetidos por todos esses anos, desde o início da minha graduação. A minha bisavó Alcida, também chamada 'Vovi', que aos quase 94 anos enche nossas vidas de alegria ao contar (e lembrar com mínimos detalhes) as histórias de sua vida. À minha tia Aline que sempre teve comigo uma relação de irmandade e que, por mais distantes que possamos estar, sempre continuará a mesma.

Ao meu namorado Lucas por entender que devo priorizar minha educação e aceitar que mantivéssemos um relacionamento à distância nesses quase cinco anos. Sei que não tem sido fácil, mas em breve iremos melhorar nossa situação. Obrigada por todo o suporte!

Agradeço aos colegas do Hospital Veterinário Universitário - UFSM. Primeiramente ao meu orientador André, pela confiança que sempre depositou em mim. Espero continuar sempre digna dela. Estendo o agradecimento aos professores, funcionários, estagiários, residentes, mestrandos, doutorandos, do HVU, em especial aos que participaram do SEDAVET. À equipe maravilhosa que aceitou me ajudar em meu projeto de pesquisa: Daniel, Jean, Roberta, Omar, Cristiana, Julia, Caio e Ana Paula.

Aos amigos queridos que encontrei (e reencontrei) nesses anos. Especialmente Daniel, Hecson, Lícia, Luana, Luís, Renata, Roberta e Victor (por ordem alfabética, pra não ter ciúmes). Vocês, entre tantos, se tornaram minha família aqui me dando o suporte que precisava para continuar. Foram meus companheiros de jantãs, de risos, de choros, de brigas e também de desespero. Desejo que mantenhamos contato, mesmo seguindo jornadas distintas.

Por fim, o maior agradecimento é destinado aos que são a razão de tudo isto: os animais! Agradeço a oportunidade de aprender em cada procedimento realizado, sendo em cães e gatos, sendo em equinos, ruminantes, aves ou silvestres. A vocês, que disponho minha total dedicação como profissional e humana, muito obrigada.

A todos vocês, meu sincero e amável agradecimento!

RESUMO

FOTOPLETISMOGRAFIA NA MENSURAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA DE CADELAS ANESTESIADAS

AUTORA: CHARLINE VANESSA VACCARIN

ORIENTADOR: ANDRÉ VASCONCELOS SOARES

Objetivou-se avaliar e comparar o uso da fotopletismografia com o método Doppler Vascular, como método indireto de aferição da pressão arterial sistólica, tendo como referência a avaliação da pressão arterial sistólica invasiva em cadelas submetidas à ovariectomia eletiva. Trinta e quatro cadelas saudáveis, receberam cloridrato de petidina (4 mg/kg, IM), seguida por indução anestésica com citrato de fentanila (2,5 µg/kg, IV) e propofol (4 mg/kg, IV), manutenção da anestesia geral com isoflurano diluído em oxigênio a 100% e, analgesia transoperatória com citrato de fentanila (5 µg/kg/h, IV). Os animais foram alocados aleatoriamente em dois grupos, sendo eles grupo membro torácico (MT) e grupo membro pélvico (MP), referindo-se à região na qual foi aferida a pressão arterial sistólica não invasiva (PSN) através do doppler vascular (DOP) e fotopletismografia (FPG), simultaneamente. Em todos os animais, foi avaliado também, a pressão arterial sistólica invasiva (PSI), para fins de comparação. Obteve-se forte correlação ($r^2 = 0,95$) entre os métodos DOP e FPG indiferente do membro ao qual os sensores foram alocados. Notou-se a baixa correlação entre a PSI e a PSN de ambos os métodos. Os métodos DOP e FPG apresentaram maior concordância ($r^2 = -0,0061$; $p = 0,85$) entre si no grupo MT. No MP, os métodos DOP e FPG apresentaram valores significativamente mais elevados que os encontrados para PSI, sendo que esta última pouco diferiu da avaliada pelo MT. Verificou-se neste estudo que o melhor local de aferição através de métodos não invasivos é o membro torácico. Conclui-se que os métodos não invasivos demonstram baixa correlação com a PSI, entretanto, observou-se que ambos demonstram comportamento similar, podendo empregar o método fotopletismográfico como alternativa ao método Doppler vascular.

Palavras-chave: doppler vascular, onda fotopletismográfica, pletismografia, oximetria de pulso, veterinária.

ABSTRACT

PHOTOPLETISMOGRAPHY IN THE MEASUREMENT OF SYSTEMIC BLOOD PRESSURE IN ANESTHESIAED BITCHES

AUTHOR: CHARLINE VANESSA VACCARIN.

ADVISER: ANDRÉ VASCONCELOS SOARES.

The objective was to evaluate and compare the use of photoplethysmography with the Doppler Vascular method, as an indirect method of measuring systolic blood pressure in bitches submitted to elective ovariohysterectomy. Thirty-four healthy bitches received meperidine (4 mg / kg, IM), followed by anesthetic induction with fentanyl (2.5 µg/kg, IV) and propofol (4 mg / kg, IV), maintaining general anesthesia with isoflurane diluted in 100% oxygen, and intraoperative analgesia with fentanyl (5 µg/kg/h, IV). They were randomly allocated between thoracic limb (TL) and pelvic limb (PL) groups, referring to the region in which noninvasive systolic blood pressure (NSP) was measured using vascular Doppler (DOP) and photoplethysmography (PPG), simultaneously. Their values were compared with those obtained invasively (ISP), through cannulation of the auricular artery. A strong correlation was obtained ($r^2 = 0.95$) between the DOP and PPG methods regardless of the limb to which the sensors were allocated. The low correlation between ISP and NSP was noted for both methods. The DOP and PPG methods showed greater agreement ($r^2 = -0.0061$; $p = 0.85$) between them in the TL group. In this study it was found that the best measurement site using non-invasive methods is the thoracic limb. It is concluded that the non-invasive methods demonstrate low correlation with the ISP, however, it was observed that both demonstrate similar behavior, being able to use the photoplethysmographic method in substitution to the vascular Doppler method.

Keywords: vascular doppler, photoplethysmographic wave, plethysmography, pulse oximetry, veterinary.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Correlação (r^2) entre os métodos Doppler vascular (DOP), fotopletismografia (FPG) e pressão arterial sistólica invasiva (PSI) e entre os grupos membro torácico (MT) e membro pélvico (MP) de cadelas submetidas a ovariectomia eletiva. DOP *versus* FPG no grupo MT (Fig. 1A) e no grupo MP (Fig. 1D). DOP *versus* PSI no grupo MT (Fig. 1B) e no grupo MP (Fig. 1E). FPG *versus* PSI no grupo MT (Fig. 1C) e no grupo MP (Fig. 1F).33
- Figura 2 – Análise de Bland-Altman para os métodos (DOP, FPG e PSI), nos diferentes grupos (membro torácico e pélvico). Abreviaturas: LIC: Limite inferior de concordância; LSC: Limite superior de concordância.34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Valores de média e desvio padrão da temperatura (T°C) e concentração de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO₂). 31
- Tabela 2** - Avaliação da PAS em valores absolutos obtidas pelos métodos Doppler vascular (DOP), fotopletismográfico (FPG) e pressão arterial invasiva (PSI) entre os grupos experimentais (membro torácico ou pélvico), ao longo do período transoperatório de cadelas submetidas à ovariectomia eletiva. 32

LISTA DE ABREVIATURAS

PA	Pressão arterial
PAI	Pressão arterial invasiva
PSI	Pressão sistólica invasiva
PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica
PAM	Pressão arterial média
FC	Frequência cardíaca
<i>f</i>	Frequência respiratória
SpO ₂	Saturação parcial de oxigênio
ETCO ₂	Concentração máxima de CO ₂ ao final da expiração
T°C	Temperatura esofágica
ECG	Eletrocardiograma
mmHg	Milímetros de mercúrio
NaCl	Cloreto de sódio
CEUA	Comitê de ética em uso de animais de experimentação
SC	Via subcutânea
IV	Via intravenosa
IM	Via intramuscular
VO	Via oral
MT	Membro torácico
MP	Membro pélvico
DOP	Doppler vascular
FPG	Fotopletismografia
BAV	Bloqueio atrioventricular

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 PRESSÃO ARTERIAL.....	12
1.2 MÉTODOS DE AFERIÇÃO.....	12
2. ARTIGO	15
RESUMO.....	16
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
RESULTADOS	22
DISCUSSÃO	23
CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	27
CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

1.1 PRESSÃO ARTERIAL

A força pulsátil resultante das contrações cardíacas contra a parede das artérias é denominada pressão arterial (PA) (LOVE; HARVEY, 2006). A mensuração da pressão arterial é um procedimento fundamental na avaliação semiológica do aparelho cardiovascular (SCHMIDT; PAZIN FILHO; MARCIEL, 2004). Existem algumas variáveis que controlam a pressão arterial, dentre as quais se destacam o tônus vascular, a contratilidade do miocárdio, a frequência cardíaca e o volume de sangue (KITTLESON; KIENLE, 1998).

Na Medicina Veterinária a aferição da PA e o consequente diagnóstico de doenças relacionadas à sua alteração ainda é pouco usual. Ademais, há variação no que se refere aos valores normais desse parâmetro em animais, sendo dependente de fatores como espécie, idade, sexo, condição corporal e raça (WARE, 2007; NELSON; COUTO, 2015). Entretanto, toma-se como padrão valores de pressão arterial sistólica entre 90 a 120mmHg para cães (NELSON; COUTO, 2015).

Alterações pressóricas como a hipotensão e a hipertensão arterial podem ser facilmente reconhecidas através da avaliação rotineira da pressão arterial (LOVE; HARVEY, 2006). A hipertensão é mais comumente detectada que a hipotensão e pode estar associada à doença renal, insuficiência cardíaca, anemia, diabetes mellitus, hiperadrenocorticism, hipertireoidismo (LOVE; HARVEY, 2006), entre outras patologias. Fatores iatrogênicos como sobrecarga por fluidoterapia, bem como erros na dosagem de fármacos também podem levar a esse quadro (EGNER, 2003; STEPIEN, 2010).

Fatores como a redução do tônus vascular e do débito cardíaco, além da hipovolemia, podem resultar na hipotensão arterial. Esses quadros podem ocorrer devido a enfermidades como anafilaxia, sepse e neoplasias (LOVE; HARVEY, 2006). A hipotensão pode ser observada também em casos de perda sanguínea significativa, diurese excessiva, pneumotó

rax, diarreia e vômito, além do uso de fármacos anti-hipertensivos e anestésicos (EGNER, 2003; STEPIEN, 2010).

1.2 MÉTODOS DE AFERIÇÃO

Existem métodos diretos e indiretos de aferição da pressão arterial. O método direto consiste de um procedimento invasivo obtido pela canulação de uma artéria, conectando-a a sensores de pressão (JACOBS-FOHRMAN et al., 2020) como o manômetro ou o monitor multiparamétrico. Essa técnica é considerada a maneira mais fidedigna na determinação da

pressão arterial (PA) (SHIH et al., 2010). Entretanto, apresenta como desvantagens a necessidade de profissionais capacitados, a dificuldade na manutenção da viabilidade da artéria, além da possibilidade de complicações como oclusão arterial, hematomas, isquemia e infecção (TRIM et al., 2017).

Existem diversos dispositivos disponíveis para a aferição indireta da PA na Medicina Veterinária, como o doppler vascular e fotopletoislografia (FPG), por exemplo (RABELLO et al., 2015). Todavia, são poucos os estudos referentes ao emprego FPG na Medicina Veterinária. O doppler vascular atua através de ondas de ultrassonografia, detectando alterações no fluxo sanguíneo arterial. As frequências das ondas são transformadas em sinais sonoros (BINNS et al., 1995). O sensor do aparelho deve ser colocado sobre a artéria a ser ocluída, distal a um manguito inflável com diâmetro de 30 a 40% da circunferência do membro. Ao acionar o esfigmomanômetro, o manguito será inflado ocluindo a artéria e, conseqüentemente, o som de pulso desaparece. Gradativamente, deve-se desinflar o manguito, até o retorno sonoro e o valor correspondente a esse momento deve ser observado no manômetro (NELSON; COUTO, 2015). Obtém-se, desse modo, a pressão arterial sistólica (PAS) em mmHg.

A FPG é amplamente utilizada na Medicina Humana por se tratar de um dispositivo confiável e de baixo custo. Baseia-se no uso do oxímetro de pulso, cujo sensor possui um foto emissor e um fotorreceptor de luz infravermelha para detectar oscilações no volume sanguíneo (SLAPNI Č AR; MLAKAR; LUŠTREK, 2019). Esse sinal pulsátil é convertido em imagem, resultando na onda fotopletoislográfica em seu monitor. Além de fornecer informações sobre o pulso cardíaco e saturação parcial de oxigênio (SpO₂) (KARLEN et al., 2012; SLAPNI Č AR; MLAKAR; LUŠTREK, 2019), há estudos avaliando a sua aplicabilidade para monitorar débito cardíaco, frequência respiratória e pressão arterial (BARTELS; THIELE, 2015).

Sabe-se que o emprego de aparelhos de oximetria de pulso é corriqueiro em clínicas veterinárias e os estudos referentes ao uso da FPG para mensuração indireta da pressão arterial sistólica em cães são escassos. Desse modo, objetivou-se verificar a confiabilidade desse método para aferição da pressão arterial sistólica em cães anestesiados, como alternativa ao doppler vascular, observando possíveis distinções entre a aferição da PAS no membro torácico ou pélvico. Ressalta-se que o presente estudo foi executado avaliando a confiabilidade em empregar o método FPG em cães hípidos, anestesiados e submetidos a

procedimento eletivo. Para utilizar a FPG como alternativa ao doppler vascular em pacientes de outras espécies, conscientes ou críticos, novos estudos são necessários.

2. ARTIGO

Fotopletismografia na mensuração da pressão arterial sistólica de cadelas anestesiadas

Charline Vanessa Vaccarin, André Vasconcelos Soares

(Artigo submetido para Ciência Rural)

ISSN Eletrônico: 1678-4596

1 **Fotopletismografia na mensuração da pressão arterial sistólica de cadelas anestesiadas**

2 Photoplethysmography in the measurement of systolic blood pressure in anesthetized bitches

3

4 **Charline Vanessa Vaccarin¹ André Vasconcelos Soares^{2*}**

5 **RESUMO**

6 Objetivou-se avaliar e comparar o uso da fotopletismografia com o método doppler vascular,
7 como método indireto de aferição da pressão arterial sistólica, tendo como referência a
8 avaliação da pressão arterial sistólica invasiva em trinta e quatro cadelas submetidas à
9 ovariectomia eletiva. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos,
10 sendo eles grupo membro torácico (MT) e grupo membro pélvico (MP), referindo-se à região
11 na qual foi aferida a pressão arterial sistólica não invasiva (PSN) através do doppler vascular
12 (DOP) e fotopletismografia (FPG), simultaneamente. Em todos os animais, foi avaliada
13 também, a pressão arterial sistólica invasiva (PSI), para fins de comparação. Obteve-se forte
14 correlação ($r^2 = 0,95$) entre os métodos DOP e FPG, indiferente do membro ao qual os
15 sensores foram alocados. Notou-se a baixa correlação entre a PSI e a PSN de ambos os
16 métodos. Os métodos DOP e FPG apresentaram maior concordância ($r^2 = -0,0061$; $p = 0,85$)
17 entre si no grupo MT. No MP, os métodos DOP e FPG apresentaram valores
18 significativamente mais elevados que os encontrados para PSI, sendo que esta última pouco
19 diferiu da avaliada pelo MT. Verificou-se neste estudo que o melhor local de aferição através
20 de métodos não invasivos é o membro torácico. Conclui-se que os métodos não invasivos
21 demonstram baixa correlação com a PSI, entretanto, observou-se que ambos demonstram
22 comportamento similar, podendo empregar o método fotopletismográfico em substituição ao
23 método doppler vascular.

¹ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

² Departamento de Clínica de pequenos animais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: decovas@hotmail.com *Autor para correspondência.

1 **Palavras-chave:** doppler vascular, onda fotopleletismográfica, fotopleletismografia, oximetria de
2 pulso, veterinária.

3 **ABSTRACT**

4 The objective was to evaluate and compare the use of photoplethysmography with the
5 vascular doppler method, as an indirect method of measuring systolic blood pressure, having
6 as reference the evaluation of invasive systolic blood pressure in thirty-four bitches submitted
7 to elective ovariohysterectomy. The animals were randomly assigned to two groups, namely
8 the thoracic limb group (TM) and the pelvic limb group (MP), referring to the region in which
9 noninvasive systolic blood pressure (PSN) was measured using vascular doppler (DOP) and
10 photoplethysmography (FPG), simultaneously. In all animals, invasive systolic blood pressure
11 (PSI) was also evaluated for comparison purposes. A strong correlation was obtained ($r^2 =$
12 0.95) between the DOP and FPG methods, regardless of the limb to which the sensors were
13 allocated. The low correlation between PSI and PSN was noted for both methods. The DOP
14 and FPG methods showed greater agreement ($r^2 = -0.0061$; $p = 0.85$) between them in the MT
15 group. In the MP, the DOP and FPG methods showed significantly higher values than those
16 found for PSI, the latter being slightly different from the one evaluated by the MT. In this
17 study it was found that the best measurement site using non-invasive methods is the thoracic
18 limb. It is concluded that the non-invasive methods demonstrate low correlation with the PSI,
19 however, it was observed that both demonstrate similar behavior, being able to use the
20 photoplethysmographic method in substitution to the vascular doppler method.

21 **Keywords:** vascular doppler, photoplethysmographic wave, photoplethysmography, pulse
22 oximetry, veterinary.

23 **INTRODUÇÃO**

24 A avaliação da pressão arterial invasiva (PAI), obtida pela canulação de uma artéria
25 conectando a sensores de pressão, trata-se de um método direto de aferição (JACOBS-

1 FOHRMAN *et al.*, 2020). Essa técnica é considerada a maneira mais fidedigna na
2 determinação da pressão arterial (PA) (SHIH *et al.*, 2010). Entretanto, apresenta como
3 desvantagens a necessidade de profissionais capacitados, a dificuldade na manutenção da
4 viabilidade da artéria e a possibilidade de oclusão arterial, formação de hematomas, isquemia
5 e infecção (TRIM *et al.*, 2017).

6 Existem diversos dispositivos disponíveis para a aferição indireta (não invasiva) da PA
7 na Medicina Veterinária, como o doppler vascular e fotopleletismografia (FPG), por exemplo
8 (RABELLO *et al.*, 2015). Todavia, são poucos os estudos referentes ao emprego FPG na
9 Medicina Veterinária.

10 O doppler vascular atua através de ondas de ultrassonografia, detectando alterações no
11 fluxo sanguíneo arterial. As frequências das ondas são transformadas em sinais sonoros
12 (BINNS *et al.*, 1995; DYSON, 2007). O sensor do aparelho deve ser colocado sobre a artéria
13 a ser ocluída, distal a um manguito inflável com diâmetro de 30 a 40% da circunferência do
14 membro, conectado a um manômetro, fornecendo a leitura da pressão arterial sistólica (PAS)
15 em mmHg.

16 A FPG é amplamente utilizada na Medicina Humana por se tratar de um dispositivo
17 confiável e de baixo custo. Baseia-se no uso do oxímetro de pulso, cujo sensor possui um foto
18 emissor e um fotorreceptor de luz infravermelha para detectar oscilações no volume
19 sanguíneo (SLAPNIČAR; MLAKAR; LUŠTREK, 2019). Esse sinal pulsátil é convertido em
20 imagem, resultando na onda fotopleletismográfica. Além de fornecer informações sobre o pulso
21 cardíaco e saturação parcial de oxigênio periférico (SpO₂) (KARLEN *et al.*, 2012; SLAPNIČ
22 AR; MLAKAR; LUŠTREK, 2019), há estudos avaliando a sua aplicabilidade para estimar
23 débito cardíaco, frequência respiratória e pressão arterial (BARTELS; THIELE, 2015).

24 Sabe-se que o emprego de aparelhos de oximetria de pulso é corriqueiro em clínicas
25 veterinárias e os estudos referentes ao uso da FPG para mensuração indireta da pressão

1 arterial sistólica em cães são escassos. Desse modo, objetivou-se verificar a confiabilidade
2 desse método para aferição da pressão arterial sistólica em cães anestesiados, em substituição
3 ao doppler vascular, observando possíveis distinções entre a aferição da PAS no membro
4 torácico ou pélvico.

5 **MATERIAL E MÉTODOS**

6 Após o estudo ser aprovado pelo Comitê de Ética em Uso de Animais de
7 Experimentação (CEUA) da instituição, sob o número 6006260819, foram incluídas 34
8 cadelas saudáveis, sem critério de raça, com idade de seis meses a cinco anos, com peso
9 corporal variando de seis a 15 kg. Os critérios empregados para seleção dos animais foram a
10 avaliação física, ausência de estro, gestação ou alteração reprodutiva, temperamento dócil e
11 exames laboratoriais de hemograma, leucograma e bioquímico (albumina, aspartato
12 aminotransferase, creatinina, fosfatase alcalina, proteínas totais e ureia) com valores dentro da
13 faixa de normalidade para a espécie.

14 No dia do procedimento anestésico cirúrgico, os animais foram submetidos a jejum
15 sólido e hídrico de oito e quatro horas, respectivamente, sendo alocados aleatoriamente em
16 dois grupos de acordo com o membro no qual a pressão arterial sistólica (PAS) foi aferida,
17 sendo eles: MT (membro torácico) e MP (membro pélvico). Todos receberam cloridrato de
18 petidina (4 mg/kg), por via intramuscular (IM) como medicação pré-anestésica (MPA),
19 possibilitando a realização de tricotomia da região cefálica do membro direito para
20 venopunção com cateter 22G e, face dorsal das orelhas para cateterização arterial e da região
21 abdominal para procedimento cirúrgico. Ademais, era realizada a tricotomia da extremidade
22 (regiões dorsal/ ventral e interdigital) do membro torácico ou pélvico para alocação dos
23 sensores e devida aferição da PAS, de acordo com o grupo experimental.

24 A indução anestésica consistiu da administração de citrato de fentanila (2,5 µg/kg) por
25 via intravenosa (IV) seguida da administração de propofol (4 mg/kg, IV). Após a indução

1 anestésica, administrou-se cefalotina sódica (30 mg/kg, IV) e dipirona (25 mg/kg, IV). A
2 intubação orotraqueal era precedida por instilação de lidocaína a 1% na região da glote,
3 conectando a sonda traqueal ao sistema de anestesia inalatória com fornecimento de
4 isoflurano diluído em oxigênio a 100%. A vaporização foi titulada de modo a reduzir ou
5 suprimir os reflexos laríngeo e palpebral, manter reflexo corneal e rotação rosto-ventral de
6 globo ocular, resultando em analgesia e relaxamento muscular suficientes para a execução da
7 técnica cirúrgica (estágio III, planos 1 e 2 de Guedel). Por fim, iniciava-se a infusão contínua
8 de citrato de fentanila (5 µg/kg/h, IV), diluído em solução de cloreto de sódio (NaCl 0,9%),
9 totalizando uma taxa de fluidoterapia de 5 mL/kg/h. A equipe cirúrgica e anestésica foi
10 padronizada para todos os pacientes.

11 Em cada paciente a aferição da PAS não invasiva era executada de forma simultânea
12 por dois métodos: doppler vascular (DOP) e fotopletagemografia (FPG), através de oximetria
13 de pulso portátil. Os sensores de ambos os aparelhos eram alocados na extremidade do
14 mesmo membro, sendo o sensor da FPG posicionado na região interdigital e o do doppler na
15 região ventral (membro torácico), sob a artéria ulnar ou região dorsal (membro pélvico), sobre
16 a artéria podal dorsal.

17 O esfigmomanômetro era posicionado proximalmente aos sensores. Para a aferição da
18 PAS, o manguito era insuflado até completo desaparecimento do sinal sonoro do doppler e da
19 onda fotopletagemográfica. Ao ser desinsuflado, observava-se o valor correspondente no
20 manômetro quando, simultaneamente, retornasse o som de pulso e a fotopletagemografia
21 apresentasse ao menos duas ondas contínuas de formato regular. Vale ressaltar que foi
22 padronizado dois avaliadores para a PAS, sendo um responsável pelos valores do DOP e o
23 outro da FPG, sendo ‘cegos’ aos valores do outro método, minimizando possíveis tendências
24 de resultados. Ademais, foi instituído o uso de fones de ouvido para o avaliador responsável
25 pelo método DOP.

1 Procedia-se punção percutânea da artéria auricular com cateter 24G, conectando-a a
2 sistema heparinizado de monitoração da pressão arterial invasiva através do monitor
3 multiparamétrico, que fornece valores de pressão arterial sistólica, diastólica e média. Demais
4 parâmetros, como frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (f), temperatura esofágica
5 ($T^{\circ}\text{C}$), concentração de dióxido de carbono ao final da expiração (EtCO_2), saturação de
6 oxigênio nos tecidos periféricos (SpO_2), além do traçado do eletrocardiograma (ECG)
7 também eram observados no mesmo monitor. As aferições iniciaram logo após a estabilização
8 do plano anestésico e da canulação arterial (T0), sendo registrados a cada cinco minutos
9 durante 40 minutos (T40).

10 Após a estabilização do plano anestésico, caso fosse observado aumento de 20% dos
11 valores de dois ou mais parâmetros (FC, f e PAS), era fornecida analgesia adicional com dose
12 adicional de citrato de fentanila ($2 \mu\text{g}/\text{kg}$, IV). Ao final do procedimento, todos os pacientes
13 receberam meloxicam ($0,1 \text{ mg}/\text{kg}$) e metadona ($0,3 \text{ mg}/\text{kg}$), ambos por via subcutânea (SC) e
14 foram observados até completa recuperação anestésica, recebendo alta hospitalar ao final do
15 dia. Para o pós-operatório domiciliar foi prescrito meloxicam ($0,1 \text{ mg}/\text{kg}$) uma vez ao dia por
16 três dias, dipirona ($25 \text{ mg}/\text{kg}$) e cloridrato de tramadol ($4 \text{ mg}/\text{kg}$), a cada oito horas, por cinco
17 dias, ambos por via oral (VO). Retorno para a remoção dos pontos de sutura foi realizado
18 após 10 dias da data da cirurgia.

19 Os dados de peso e idade foram submetidos ao teste T de *Student* de variáveis
20 independentes. Para a análise dos parâmetros vitais (FC, f , SpO_2 , $T^{\circ}\text{C}$, EtCO_2 e PAS) foi
21 empregada a análise de variância (ANOVA) de uma ou duas vias com medida repetida,
22 seguida pelo teste *post-hoc* de Newman Keuls. Foram realizadas correlações de Pearson entre
23 os grupos (MT e MP). Os valores de correlação (r^2) foram considerados como muito forte (r^2
24 = 1,00 a 0,90), forte ($r^2 = 0,89$ a 0,70), moderada ($r^2 = 0,69$ a 0,40), fraca ($r^2 = 0,39$ a 0,20) e
25 bem fraca ($r^2 = 0,19$ a 0,00). Para verificar a presença de concordância entre os três métodos

1 (DOP, FPG e PSI) de aferição da PAS foi empregado o teste de Bland-Altman. Os valores
2 foram significativos quando $p < 0,05$.

3 **RESULTADOS**

4 Os animais que tiveram a PAS não invasiva avaliada pelo método doppler vascular
5 não diferiram na comparação entre grupos quanto à peso e idade, sendo que o grupo MT
6 apresentou peso e idade de $9,89 \pm 3,00$ quilogramas e $1,56 \pm 1,46$ anos, respectivamente ($p =$
7 $0,87$), e o MP demonstrou peso de $9,71 \pm 2,97$ quilogramas e $1,53 \pm 1,07$ anos de idade ($p =$
8 $0,95$). Os valores de FC, f e SpO_2 não apresentaram diferenças (dados não mostrados).
9 Somente a $T^\circ C$ e o $EtCO_2$ demonstraram variação ao longo do período transoperatório (Tabela
10 1), com redução da temperatura corporal ao longo das avaliações e $EtCO_2$, ambos mantidos
11 dentro dos valores de referência para a espécie. As principais complicações anestésicas foram:
12 bloqueio atrioventricular (BAV) de II grau (11,7%), bradicardia (17,6%), hipotensão (14,7%)
13 e redução da temperatura corporal (73,5%). Intercorrências como BAV e bradicardia foram
14 tratados com a administração de atropina (0,022 mg/kg, IV).

15 A análise temporal da PAS em valores absolutos (Tabela 2), comparando os valores de
16 cada método com o seu T0 demonstrou que a avaliação do DOP e FPG no grupo MT
17 apresentou valores oscilatórios de PAS ao longo do período transoperatório. A PSI do grupo
18 MT em T10 e T15, apresentou valores maiores quando comparado a T0. No grupo MP tanto o
19 DOP quanto a FPG não revelaram alterações temporais dos valores da PAS. Por fim, a PSI no
20 grupo MP evidenciou que todos os tempos mensurados demonstraram diferença quando
21 comparados ao T0, denotando um aumento dos valores de PAS ao longo do período
22 operatório.

23 Para a comparação entre os métodos em cada grupo (Tabela 2), notou-se que no grupo
24 MT não houveram distinções dos valores de PAS ao se comparar os três métodos (DOP, FPG
25 e PSI) dentro do mesmo tempo de avaliação. Apenas no T40, os valores de PSI diferiram dos

1 valores da FPG, não denotando importância clínica. Todavia, no grupo MP os valores de PSI
2 diferiram dos métodos DOP e FPG em todos os tempos avaliados.

3 Na comparação entre os grupos (Tabela 2), o método DOP ao ser comparado entre os
4 grupos MT e MP, demonstrou diferença nos valores de PAS nos tempos T0, T5, T20, T25,
5 T30 e T40. Semelhantemente, a FPG demonstrou o mesmo comportamento na comparação
6 entre grupos, com exceção do T20, onde não houve diferença. A PSI, por sua vez, demonstrou
7 alterações apenas nos tempos T0 e T35, apresentando valores de PAS menores no MP em
8 todos os momentos mensurados.

9 Quanto às correlações (r^2) entre os parâmetros (Figura 1), a FPG apresentou correlação
10 muito forte com o DOP ($r^2 = 0,95$), indiferente do grupo avaliado (MT e MP). Na comparação
11 de DOP com a PSI obteve-se correlação moderada para o MT ($r^2 = 0,41$) e fraca ($r^2 = 0,22$)
12 para o MP. Ao relacionar a FPG com a PSI, houve correlação fraca no grupo MT ($r^2 = 0,38$) e
13 muito fraca ($r^2 = 0,17$) no MP.

14 A Figura 2 representa os valores de concordância e viés entre os três métodos (DOP,
15 FPG e PSI) em ambos os grupos (MT e MP). Ademais, foi executada a correlação (r^2) entre a
16 diferença da PAS com a média dos métodos avaliados. Os valores de vieses obtidos entre os
17 métodos DOP e FPG do grupo MT (Fig. 2A) foi de 0,31 mmHg ($r^2 = -0,0061$; $p = 0,85$) e
18 2,52 mmHg ($r^2 = 0,0014$; $p = 0,26$) para o MP (Fig. 2D). Na comparação entre DOP e PSI o
19 viés foi de 13,29 mmHg ($r^2 = 0,07$; $p = 0,00046$) no MT (Fig. 2B) e de 47,16 mmHg ($r^2 =$
20 $0,39$; $p < 0,0001$) no grupo MP (Fig. 2E). Por fim, a comparação entre FPG e PSI demonstrou
21 valores de viés de -12,87 mmHg ($r^2 = 0,071$; $p = 0,00053$) para o MT (Fig. 2C) e 44,63
22 mmHg ($r^2 = 0,31$; $p < 0,0001$) para o grupo MP (Fig. 2F).

23 **DISCUSSÃO**

24 Corroborando com o já relatado em pacientes anestesiados (DOYLE *et al.*, 2020;
25 KARNEZI *et al.*, 2020; RODRIGUEZ-DIAZ *et al.*, 2020), a redução da temperatura corporal

1 foi a complicação anestésica mais observada neste estudo. Segundo diretrizes atuais a respeito
2 da anestesia e monitoração de pequenos animais, é definida como hipotermia situações onde
3 os valores de temperatura se encontram abaixo de 36,7° C (GRUBB *et al.*, 2020). Quando
4 muito intensa, a hipotermia pode cursar com arritmias e vasoconstrição periférica como
5 tentativa do organismo em reduzir a perda de calor (REDONDO *et al.*, 2012), podendo
6 dificultar a aferição da PAS através de métodos não invasivos (MILLER; FLAHERTY,
7 2017), como a fotopletismografia e o doppler vascular. Entretanto, a hipotermia intensa foi
8 pouco observada no presente estudo, demonstrando que a obtenção dos valores de PAS por
9 ambos os métodos foram confiáveis e fidedignas.

10 A ocorrência de arritmias, como o BAV de II grau observado, pode estar relacionada à
11 presença de bradicardia acentuada (POSNER *et al.*, 2014; MILLER; FLAHERTY, 2017;
12 WILLIS; OLIVEIRA; MAVROPOULOU, 2018) ou à administração de opioides agonistas
13 totais (POSNER *et al.*, 2014; MILLER; FLAHERTY, 2017). A ocorrência dos bloqueios foi
14 relacionada com a bradicardia decorrente da administração de fentanil após a indução
15 anestésica ou resgate analgésico transoperatório. Notou-se a relação clínica entre a bradicardia
16 e BAV com alterações na conformação da onda fotopletismográfica, a qual demonstrava-se
17 achatada e prolongada. Todavia, durante esses episódios, não houve maior diferença das PAS
18 entre os dois métodos (DOP e FPG), quando comparado aos demais tempos de monitoração.

19 Ao se verificar a confiabilidade do emprego da FPG sob diferentes níveis de PA
20 (baixa, normal e alta) em cães, Dyson (2007) cita que, mesmo quando submetido a valores
21 baixos de PA, o método FPG pode ser empregado com segurança para avaliar a tendência da
22 PAS. Semelhantemente, neste presente estudo, a presença de hipotensão arterial não teve
23 influência na aferição e obtenção dos resultados de PAS. O tratamento com atropina (0,022
24 mg/kg, IV) foi instituído nos pacientes que demonstraram múltiplos bloqueios ou bloqueios
25 isolados associados à hipotensão arterial, conforme o recomendado por Miller e Flaherty

1 (2017). Todos os casos tratados apresentaram retorno do ritmo cardíaco normal, correção da
2 bradicardia e hipotensão e desaparecimento dos BAV.

3 As oscilações nos valores de PAS ao longo do período transoperatório encontradas
4 neste estudo são consideradas normais, sendo atribuídas aos eventos decorrentes do período
5 anestésico, como mínimas alterações do grau de profundidade anestésica, intensidade de
6 manipulação cirúrgica e intensidade dolorosa. Quando o valor da PAS apresentava aumento
7 em um dos métodos não invasivos, observava-se o mesmo comportamento no outro
8 dispositivo. Isso demonstra que, independentemente do método de aferição empregado (DOP
9 ou FPG), ambos são adequados para avaliar as tendências de comportamento da PAS.
10 Ademais, percebeu-se a obtenção de valores de PAS mais elevados no grupo MP quando
11 comparados ao grupo MT, no mesmo tempo e método, podendo revelar tendência a
12 superestimação dos valores de pressão no membro pélvico, quando se utiliza do mesmo
13 delineamento experimental.

14 Em contrapartida, ambos os métodos não invasivos demonstraram fracas correlações e
15 baixa concordância com a PSI, principalmente no grupo MP, atribuindo-se à canulação da
16 artéria auricular para aferição da PSI. Essa escolha baseou-se na experiência do operador na
17 execução da técnica, associada a necessidade de empregar a canulação de uma artéria
18 periférica com o intuito de minimizar possíveis distinções de fluxo e perfusão sanguínea,
19 comparado aos locais de aferição através dos métodos não invasivos. Esses achados,
20 corroboram com um estudo que comparou quatro diferentes locais de canulação arterial e o
21 método oscilométrico para a aferição da PA, que demonstrou que a artéria auricular
22 apresentou os menores valores de pressão arterial média (PAM) e PAS (DA CUNHA *et al.*,
23 2017). Essas diferenças são vinculadas ao menor calibre desta artéria em comparação com as
24 outras regiões anatômicas, permitindo a punção apenas por cateteres de baixa vazão, como o
25 24G, por exemplo.

1 Em estudo pioneiro no emprego da FPG em humanos neonatos e crianças de até um
2 ano de idade, os métodos DOP e FPG demonstraram forte correlação ($r = 0,93$) para a
3 avaliação da PAS (WALLACE *et al.*, 1987). O presente estudo corrobora com estes achados,
4 demonstrando inclusive independência do membro ao qual a PAS foi aferida. Supõe-se que a
5 proximidade de ambos os sensores de pressão, resultando em mínima diferença de perfusão
6 entre os locais, explicaria este resultado. Somado a isso, ressalta-se a realização da
7 mensuração concomitante de ambos os métodos não invasivos, minimizando ainda mais
8 possíveis discordâncias de resultados, que poderiam decorrer de influências ao longo do
9 tempo na avaliação da PAS.

10 Sabe-se que a avaliação da onda fotopleetismográfica sofre interferência decorrente da
11 movimentação de pacientes conscientes, produzindo artefatos, podendo se tornar um
12 obstáculo para a utilização nestes pacientes (KRISHNAN; NATARAJAN; WARREN, 2010).
13 No presente estudo, mesmo com o paciente sob anestesia geral, observaram-se interferências
14 na onda fotopleetismográfica que foram relacionadas à manipulação cirúrgica excessiva, sendo
15 corrigidas pela redução do estímulo cirúrgico, no momento da aferição, solicitada pelos
16 avaliadores. Isso pode ter contribuído para aumentar a correlação e a concordância dos
17 métodos DOP e FPG.

18 Apesar de ser observada uma fraca correlação entre os métodos não invasivos e a PSI,
19 os métodos DOP e FPG demonstraram forte correlação e alta concordância entre si, com
20 mínimas ou ausentes diferenças das médias de pressão arterial entre métodos de avaliação.
21 Estes resultados reforçam a hipótese de que para avaliar o comportamento e as tendências
22 oscilatórias da PAS em cães anestesiados, não há grande distinção entre o emprego do método
23 doppler ou fotopleetismográfico, sendo que ambos os métodos demonstraram comportamento
24 similar, principalmente quando aferidos no membro torácico dos pacientes. Ressalta-se que o
25 presente estudo foi executado avaliando a confiabilidade em empregar o método FPG em cães

1 hígidos, anestesiados e submetidos a procedimento eletivo. Para utilizar a FPG em
2 substituição ao DOP em pacientes de outras espécies, conscientes ou críticos, novos estudos
3 são necessários.

4 **CONCLUSÃO**

5 Conclui-se que os métodos não invasivos de avaliação da pressão arterial sistólica
6 demonstraram fraca correlação quando comparadas ao método invasivo. Em contrapartida,
7 observou-se comportamento similar entre os métodos não invasivos, podendo-se empregar o
8 método fotopletimográfico em substituição ao doppler vascular para a aferição da pressão
9 arterial sistólica de cães hígidos submetidos à anestesia geral, preferencialmente em membro
10 torácico.

11 **AGRADECIMENTOS**

12 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

13 **DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES**

14 Os autores contribuíram igualmente para o manuscrito. Não existem conflitos de interesse
15 para declarar.

16 **CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

17 Todos os autores contribuíram igualmente para a confecção e redação do manuscrito. Todos
18 os autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

19 **COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA**

20 Aprovado pela comissão de ética no uso de animais protocolada sob o CEUA nº 6006260819.

21 **REFERÊNCIAS**

22 BARTELS, K.; THIELE, R. H. Progrès de la photopléthysmographie: au-delà de la saturation
23 artérielle en oxygène. **Canadian Journal of Anesthesia**, [s. l.], v. 62, n. 12, p. 1313–1328,
24 2015. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12630-015-0458-0>

1 BINNS, S. H. *et al.* **Doppler Ultrasonographic, Oscillometric Sphygmomanometric, and**
2 **Photoplethysmographic Techniques for Noninvasive Blood Pressure Measurement in**
3 **Anesthetized Cats.** [*S. l.: s. n.*], 1995. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1939->
4 [1676.1995.tb03301.x](https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1995.tb03301.x)

5 DA CUNHA, A. F. *et al.* Validation of noninvasive blood pressure equipment: which
6 peripheral artery is best for comparison studies in dogs? **Veterinary Anaesthesia and**
7 **Analgesia,** [*s. l.*], v. 44, n. 5, p. 1068–1075, 2017. Available at:
8 <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2017.07.002>

9 DOYLE, C. R. *et al.* Anesthetic risk during subsequent anesthetic events in brachycephalic
10 dogs that have undergone corrective airway surgery: 45 cases (2007-2019). **Journal of the**
11 **American Veterinary Medical Association,** [*s. l.*], v. 257, n. 7, p. 744–749, 2020. Available
12 at: <https://doi.org/10.2460/javma.257.7.744>

13 DYSON, D. H. Indirect measurement of blood pressure using a pulse oximeter in isoflurane
14 anesthetized dogs. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care,** [*s. l.*], v. 17, n. 2,
15 p. 135–142, 2007. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2007.00226.x>

16 GRUBB, T. *et al.* 2020 AAHA Anesthesia and Monitoring Guidelines for Dogs and Cats.
17 **Journal of the American Animal Hospital Association,** [*s. l.*], v. 56, n. 2, p. 59–82, 2020.
18 Available at: <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-7055>

19 JACOBS-FOHRMAN, Z. R. *et al.* Clinical evaluation of arterial blood pressure in
20 anesthetized dogs by use of a veterinary-specific multiparameter monitor. **American Journal**
21 **of Veterinary Research,** [*s. l.*], v. 81, n. 8, p. 635–641, 2020. Available at:
22 <https://doi.org/10.2460/ajvr.81.8.635>

23 KARLEN, W. *et al.* Photoplethysmogram signal quality estimation using repeated Gaussian

1 filters and cross-correlation. **Physiological Measurement**, [s. l.], v. 33, n. 10, p. 1617–1629,
2 2012. Available at: <https://doi.org/10.1088/0967-3334/33/10/1617>

3 KARNEZI, G. *et al.* Body Temperature Fluctuation After Ovariohysterectomy in Dogs in
4 Luteal Phase, Inactive Phase and Pyometra: A Clinical Study of 77 Cases. **Topics in
5 Companion Animal Medicine**, [s. l.], v. 40, p. 100440, 2020. Available at:
6 <https://doi.org/10.1016/j.tcam.2020.100440>

7 KRISHNAN, R.; NATARAJAN, B.; WARREN, S. Two-stage approach for detection and
8 reduction of motion artifacts in photoplethysmographic data. **IEEE Transactions on
9 Biomedical Engineering**, [s. l.], v. 57, n. 8, p. 1867–1876, 2010. Available at:
10 <https://doi.org/10.1109/TBME.2009.2039568>

11 MILLER, C.; FLAHERTY, D. Anaesthetic-associated cardiac arrhythmias in dogs and cats:
12 part 1. **Companion Animal**, [s. l.], v. 22, n. 9, p. 504–509, 2017. Available at:
13 <https://doi.org/10.12968/coan.2017.22.9.504>

14 POSNER, L. P. *et al.* Perianesthetic morbidity and mortality in dogs undergoing cervical and
15 thoracolumbar spinal surgery. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, [s. l.], v. 41, n. 2, p.
16 137–144, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1111/vaa.12127>

17 RABELLO, T. A. *et al.* Mensuração Da Pressão Arterial Por Palpação Digital Do Pulso
18 Periférico Em Cães Anestesiados. **Ars Veterinaria**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 57, 2015. Available
19 at: <https://doi.org/10.15361/2175-0106.2015v31n1p57-62>

20 REDONDO, J. I. *et al.* Retrospective study of the prevalence of postanaesthetic hypothermia
21 in dogs. **Veterinary Record**, [s. l.], v. 171, n. 15, p. 374, 2012. Available at:
22 <https://doi.org/10.1136/vr.100476>

1 RODRIGUEZ-DIAZ, J. M. *et al.* Decreased incidence of perioperative inadvertent
2 hypothermia and faster anesthesia recovery with increased environmental temperature: A
3 nonrandomized controlled study. **Veterinary Surgery**, [s. l.], v. 49, n. 2, p. 256–264, 2020.
4 Available at: <https://doi.org/10.1111/vsu.13328>

5 SHIH, A. *et al.* Evaluation of an indirect oscillometric blood pressure monitor in
6 normotensive and hypotensive anesthetized dogs. **Journal of Veterinary Emergency and**
7 **Critical Care**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 313–318, 2010. Available at:
8 <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2010.00536.x>

9 SLAPNIČAR, G.; MLAKAR, N.; LUŠTREK, M. Blood pressure estimation from
10 photoplethysmogram using a spectro-temporal deep neural network. **Sensors (Switzerland)**,
11 [s. l.], v. 19, n. 15, 2019. Available at: <https://doi.org/10.3390/s19153420>

12 TRIM, C. M. *et al.* A survey of the use of arterial catheters in anesthetized dogs and cats: 267
13 cases. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 89–95,
14 2017. Available at: <https://doi.org/10.1111/vec.12543>

15 WALLACE, C. T. *et al.* Comparison of blood pressure measurement by Doppler and by pulse
16 oximetry techniques. **Anesthesia and Analgesia**, [s. l.], v. 66, n. 10, p. 1018–1019, 1987.
17 Available at: <https://doi.org/10.1213/00000539-198710000-00019>

18 WILLIS, R.; OLIVEIRA, P.; MAVROPOULOU, A. **Guide to Canine and Feline**
19 **Electrocardiography**. [S. l.: s. n.], 2018. Available at:
20 <https://doi.org/10.1002/9781119254355>

21

1 **Tabela 1** - Valores de média e desvio padrão da temperatura (T°C) e concentração de dióxido
2 de carbono ao final da expiração (EtCO₂).

	T°C	EtCO₂
T0	37,12±0,53 ^a	36,00±8,35 ^b
T5	37,04±0,54 ^b	35,64±8,71 ^b
T10	36,91±0,60 ^c	35,52±8,92 ^b
T15	36,75±0,63 ^d	38,60±9,06 ^{ab}
T20	36,63±0,65 ^e	41,76±8,32 ^a
T25	36,53±0,68 ^e	40,64±7,76 ^a
T30	36,39±0,69 ^f	39,05±7,58 ^{ab}
T35	36,27±0,73 ^f	39,00±7,94 ^{ab}
T40	36,14±0,81 ^g	37,94±8,07 ^{ab}

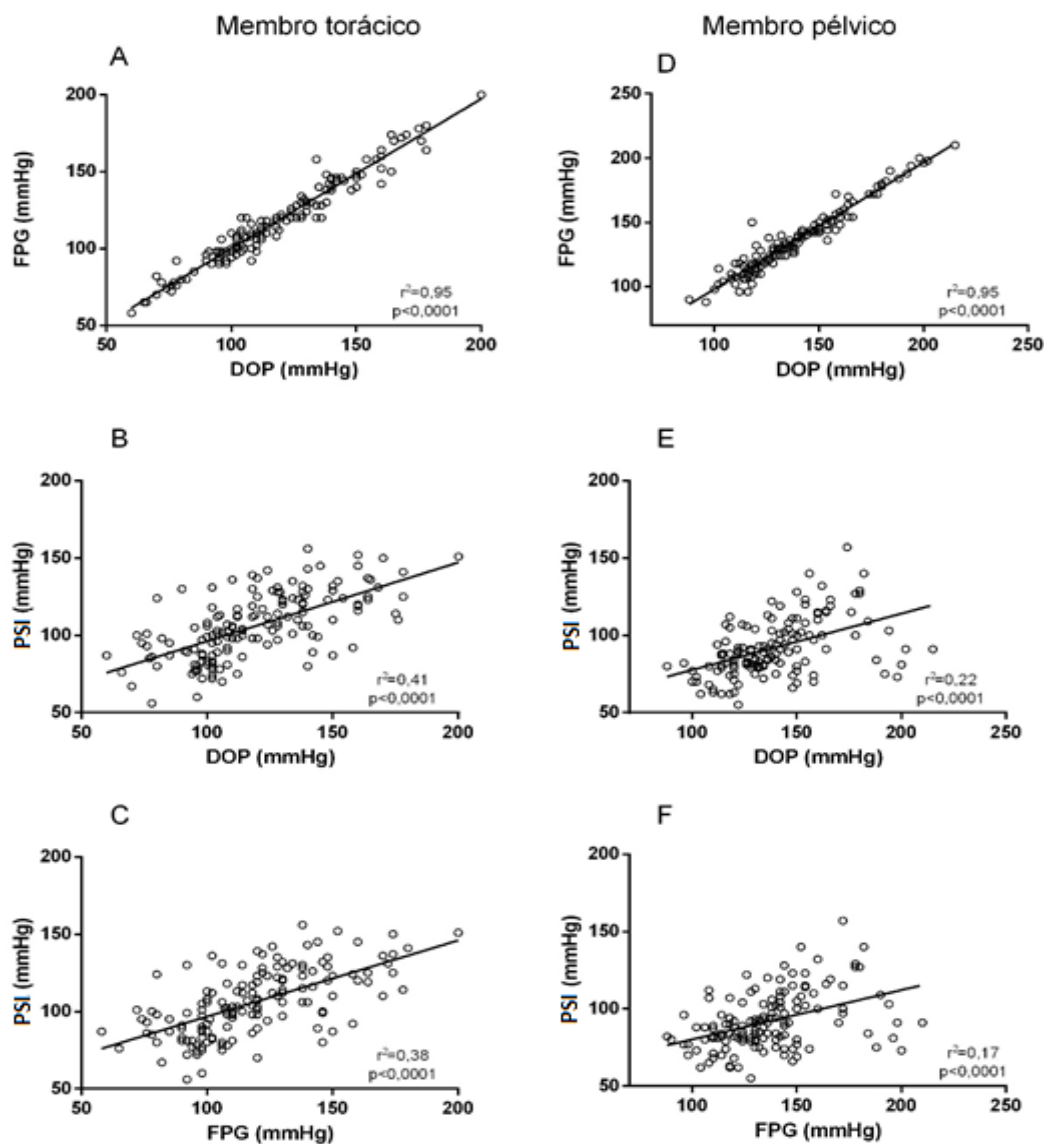
3 Letras iguais correspondem a valores iguais e letras diferentes indicam valores diferentes, em
4 relação a análise temporal dentro de cada parâmetro avaliado. Valores foram considerados
5 significativos quando $p < 0,05$.

6

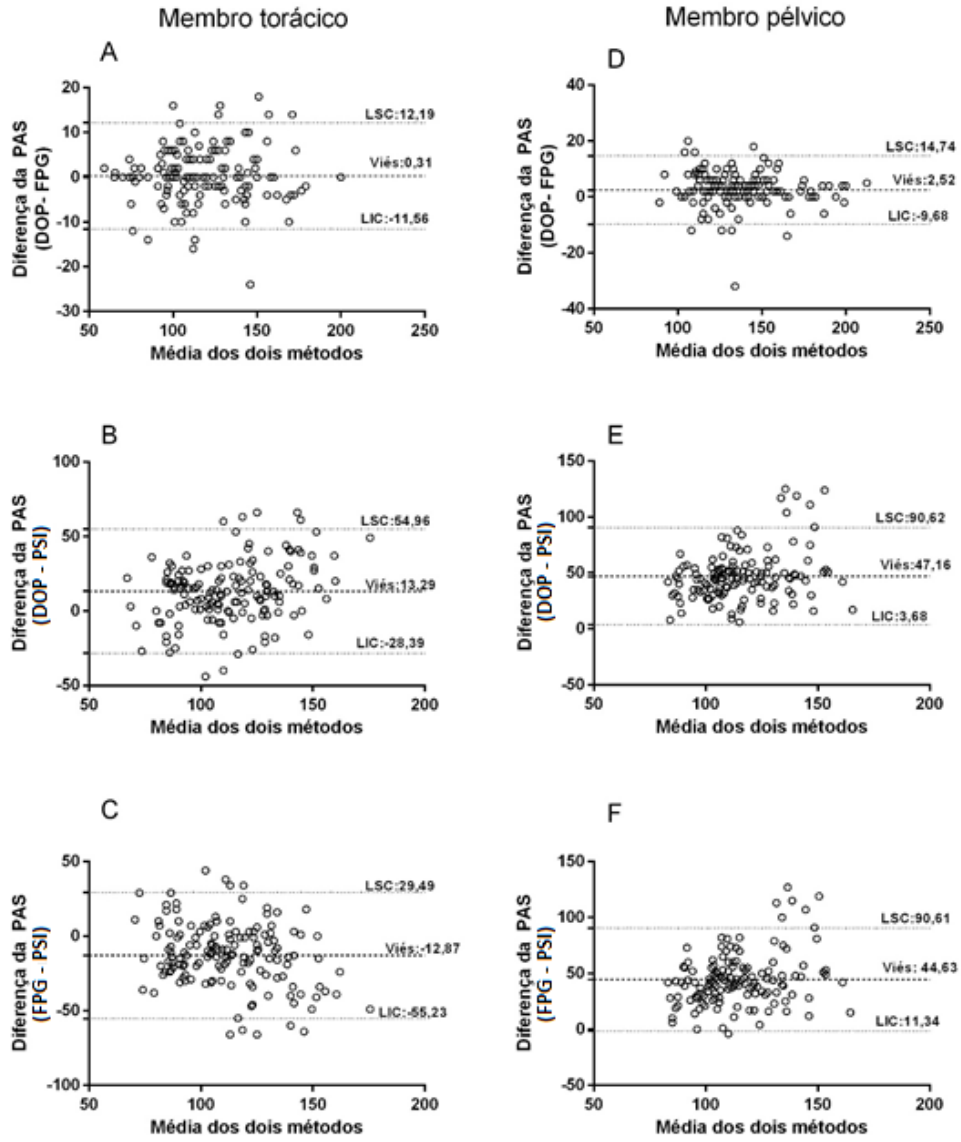
1 **Tabela 2** - Avaliação da PAS em valores absolutos obtidas pelos métodos Doppler vascular (DOP), fotopletagemográfico (FPG) e pressão arterial
 2 invasiva (PSI) entre os grupos experimentais (membro torácico ou pélvico), ao longo do período transoperatório de cadelas submetidas à
 3 ovariectomia eletiva.

	T0	T5	T10	T15	T20	T25	T30	T35	T40
Membro torácico									
DOP	100±16,9 _b	113,11±25,31 _{ab}	126,33±34,5 _a	120,77±32,7 _a	117,11±31,4 _{ab}	118,38±21,5 _{ab}	121,38±23,0 _a	123,38±28,6 _a	122,52±23,3 _a
FPG	101,06±16,2 _b	112,38±24,9 _{ab}	126,11±32,8 _a	121,55±33,2 _{ab}	116,5±30,9 _{ab}	118,44±23,8 _{ab}	123,77±28,5 _a	121,94±23,15 _{ab}	121,94±23,1 _{ab}
PSI	90,41±18,1 _b	104,5±24,4 _b	111,62±23,8 _a	110,94±22,8 _a	104,22±22,8 _b	104,44±19,6 _b	108,77±20,88 _b	108,55±19,83 _b	105,55±15,82 _b [•]
Membro pélvico									
DOP	121,62±20,0 [*]	135,5±22,9 [*]	140,75±23,5	144,56±29,3	137,5±20,0 [*]	142,50±23,4 [*]	141,68±24,7 [*]	140,87±20,8	144,12±25,3 [*]
FPG	122,62±20,6 [*]	133,75±26,1 [*]	136,75±25,5	139,87±31,3	133,00±19,7	139,12±22,1 [*]	140,12±23,3 [*]	137,87±20,7	143,25±26,0 [*]
PSI	73,76±12,00 _b ^{**}	95,06±21,7 _a ^{**}	94,37±20,0 _a ^{**}	98,12±20,15 _a ^{**}	91,87±14,1 _a ^{**}	94,37±17,24 _a ^{**}	93,87±16,1 _a ^{**}	90,06±16,6 _a ^{**}	92,12±18,9 _a ^{**}

4 Letras iguais representam resultados iguais, letras diferentes representam resultados diferentes. Símbolos: (*) denota diferença para o grupo MT; (#) denota diferença para o
 5 método DOP; (●) denota diferença para a FPG. Valores foram considerados significativos quando p < 0,05.



1
 2 **Figura 1-** Correlação (r^2) entre os métodos Doppler vascular (DOP), fotopletismografia
 3 (FPG) e pressão arterial sistólica invasiva (PSI) e entre os grupos membro torácico (MT) e
 4 membro pélvico (MP) de cadelas submetidas a ovariectomia eletiva. DOP *versus* FPG
 5 no grupo MT (Fig. 1A) e no grupo MP (Fig. 1D). DOP *versus* PSI no grupo MT (Fig. 1B) e
 6 no grupo MP (Fig. 1E). FPG *versus* PSI no grupo MT (Fig. 1C) e no grupo MP (Fig. 1F).



1

2 **Figura 2** - Análise de Bland-Altman para os métodos (DOP, FPG e PSI), nos diferentes

3 grupos (membro torácico e pélvico). Abreviaturas: LIC: Limite inferior de concordância;

4 LSC: Limite superior de concordância.

CONCLUSÃO

Conclui-se que os métodos não invasivos demonstram baixa correlação com a PSI, entretanto, observou-se que ambos demonstram comportamento similar, podendo empregar com segurança o método fotopleletismográfico como alternativa ao método doppler vascular em cães hípidos submetidos à anestesia geral.

REFERÊNCIAS

BARTELS, K; THIELE, R. H. Progrès de la photoplethysmographie: au-delà de la saturation artérielle en oxygène. **Canadian Journal of Anesthesia**, [s. l.], v. 62, n. 12, p. 1313–1328, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12630-015-0458-0>

BINNS, S. H. et al. **Doppler Ultrasonographic, Oscillometric Sphygmomanometric, and Photoplethysmographic Techniques for Noninvasive Blood Pressure Measurement in Anesthetized Cats**. [S. l.: s. n.], 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1995.tb03301.x>

DA CUNHA, A. F. et al. Validation of noninvasive blood pressure equipment: which peripheral artery is best for comparison studies in dogs? **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, [s. l.], v. 44, n. 5, p. 1068–1075, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2017.07.002>

DOYLE, C. R. et al. Anesthetic risk during subsequent anesthetic events in brachycephalic dogs that have undergone corrective airway surgery: 45 cases (2007-2019). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, [s. l.], v. 257, n. 7, p. 744–749, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2460/javma.257.7.744>

DYSON, D. H. Indirect measurement of blood pressure using a pulse oximeter in isoflurane anesthetized dogs. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 135–142, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2007.00226.x>

EGNER, B. Blood Pressure measurement- Basic Principles and Practical Application. In: EGNER, B.; CARR, A.; BROWN, S. **Essential Facts of Blood Pressure in Dogs and Cats**. 3. ed. Babenhausen, 2003. p. 1-14.

GRUBB, T. et al. 2020 AAHA Anesthesia and Monitoring Guidelines for Dogs and Cats. **Journal of the American Animal Hospital Association**, [s. l.], v. 56, n. 2, p. 59–82, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-7055>

JACOBS-FOHRMAN, Z. R. et al. Clinical evaluation of arterial blood pressure in anesthetized dogs by use of a veterinary-specific multiparameter monitor. **American Journal of Veterinary Research**, [s. l.], v. 81, n. 8, p. 635–641, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2460/ajvr.81.8.635>

KARLEN, W. *et al.* Photoplethysmogram signal quality estimation using repeated Gaussian filters and cross-correlation. **Physiological Measurement**, [s. l.], v. 33, n. 10, p. 1617–1629, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/0967-3334/33/10/1617>

KARNEZI, G. *et al.* Body Temperature Fluctuation After Ovariohysterectomy in Dogs in Luteal Phase, Inactive Phase and Pyometra: A Clinical Study of 77 Cases. **Topics in Companion Animal Medicine**, [s. l.], v. 40, p. 100440, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tcam.2020.100440>

KITTLESON, M. D.; KIENLE, R. D. Pulmonary Arterial and Systemic Arterial Hypertension. In: **Small Animal Cardiovascular Medicine**. San Luis, 1998. p. 433-449.

KRISHNAN, R.; NATARAJAN, B.; WARREN, S. Two-stage approach for detection and reduction of motion artifacts in photoplethysmographic data. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, [s. l.], v. 57, n. 8, p. 1867–1876, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/TBME.2009.2039568>

LOVE, L; HARVEY, R. Arterial Blood Pressure Measurement: Physiology, Tools, and Techniques. In: **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**. [s.l.], 2006. v. 28, n. 6, p. 450-462

MILLER, C.; FLAHERTY, D. Anaesthetic-associated cardiac arrhythmias in dogs and cats: part 1. **Companion Animal**, [s. l.], v. 22, n. 9, p. 504–509, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.12968/coan.2017.22.9.504>

NELSON, R. W.; COUTO, C. G. **Medicina interna de pequenos animais**. 5. ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

POSNER, L. P. *et al.* Perianesthetic morbidity and mortality in dogs undergoing cervical and thoracolumbar spinal surgery. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, [s. l.], v. 41, n. 2, p. 137–144, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/vaa.12127>

RABELLO, T. A. *et al.* Mensuração Da Pressão Arterial Por Palpação Digital Do Pulso Periférico Em Cães Anestesiados. **Ars Veterinaria**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 57, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.15361/2175-0106.2015v31n1p57-62>

REDONDO, J. I. *et al.* Retrospective study of the prevalence of postanaesthetic hypothermia in dogs. **Veterinary Record**, [s. l.], v. 171, n. 15, p. 374, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/vr.100476>

RODRIGUEZ-DIAZ, J. M. *et al.* Decreased incidence of perioperative inadvertent hypothermia and faster anesthesia recovery with increased environmental temperature: A nonrandomized controlled study. **Veterinary Surgery**, [s. l.], v. 49, n. 2, p. 256–264, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/vsu.13328>

SCHMIDT, A.; PAZIN FILHO, A.; MARCIEL, B. C. Medida Indireta da Pressão Arterial Sistêmica. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 37, n. 3/4, p. 240–245, Dez. 2004. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/501/500>. Acesso em: 10 dez. 2020.

SHIH, A. *et al.* Evaluation of an indirect oscillometric blood pressure monitor in normotensive and hypotensive anesthetized dogs. **Journal of Veterinary Emergency and**

Critical Care, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 313–318, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2010.00536.x>

SLAPNIČAR, G.; MLAKAR, N.; LUŠTREK, M. Blood pressure estimation from photoplethysmogram using a spectro-temporal deep neural network. **Sensors (Switzerland)**, [s. l.], v. 19, n. 15, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s19153420>

STEPIEN, R. L. Blood pressure measurement. In: FUENTES, V. L.; JOHNSON, L. R. DENNIS, S. **BSAVA Manual of Canine and Feline Cardiorespiratory Medicine**. 2. ed. Dorset: BSAVA, 2010. p. 103- 111.

TRIM, C. M. *et al.* A survey of the use of arterial catheters in anesthetized dogs and cats: 267 cases. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 89–95, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/vec.12543>

WALLACE, C. T. *et al.* Comparison of blood pressure measurement by Doppler and by pulse oximetry techniques. **Anesthesia and Analgesia**, [s. l.], v. 66, n. 10, p. 1018–1019, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1213/00000539-198710000-00019>

WARE, W. A. Systemic hypertension. In: WARE, W. A. **Cardiovascular Disease in Small Animal Medicine**. Londres: Manson Publishing Ltd, 2007. p.372-381.

WILLIS, R.; OLIVEIRA, P.; MAVROPOULOU, A. **Guide to Canine and Feline Electrocardiography**, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781119254355>