

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**DETERMINAÇÃO DA ACURÁCIA DO MONITOR OSCILOMÉTRICO DELTA  
LIFE MODELO DL 1000 NA MENSURAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL EM CÃES  
ANESTESIADOS DE DIFERENTES FAIXAS DE PESO**

**PORTO ALEGRE**

**2017/2**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**DETERMINAÇÃO DA ACURÁCIA DO MONITOR OSCILOMÉTRICO DELTA  
LIFE MODELO DL 1000 NA MENSURAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL EM CÃES  
ANESTESIADOS DE DIFERENTES FAIXAS DE PESO**

**Autora: Bárbara Silva Correia**

**Trabalho apresentado à Faculdade de  
Veterinária como requisito parcial para  
a obtenção da graduação em Medicina  
Veterinária**

**Orientador: Prof. Dr. Eduardo Raposo  
Monteiro**

**PORTO ALEGRE**

**2017/2**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador Eduardo Raposo Monteiro, por todo auxílio, orientação e paciência durante o desenvolvimento do meu trabalho de conclusão de curso. Agradeço também por ter sido um dos melhores professores ao longo da graduação, por ter me apresentado a especialidade de anestesiologia veterinária, por toda sua dedicação, e por ser uma inspiração de exemplo de ser humano e profissional.

Agradeço a todos que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho, incluindo meu colega de estágio João Victor, por todo apoio.

Agradeço aos meus pais e ao meu irmão que me deram amor, incentivo, carinho e apoio durante toda minha vida e principalmente durante esses anos de graduação, que entenderam minhas ausências e oscilações de humor, sendo meu porto seguro e minha motivação para correr atrás dos meus objetivos. Obrigada por serem os melhores presentes da minha vida.

Aos meus familiares mais próximos por sempre torcerem pelo meu sucesso e vibrar com minhas vitórias, acreditando sempre no meu potencial.

Aos meus amigos, que estão comigo, em sua maioria, há mais de 10 anos, me apoiando, incentivando, sendo meus companheiros de vida. Obrigada por não desistirem de mim apesar de minha ausência.

Aos meus amigos que fiz na faculdade, que devido a intensa convivência se tornaram minha segunda família sendo fundamentais para que eu tenha chegado até aqui. Mesmo que poucos sabem quem são e da sua importância na minha vida. Obrigada por serem minha base e espero que a nossa graduação seja apenas o começo de uma amizade e parceria para sempre. Agradecimento especial a Tayná Mayer Veronezi por ter sido minha irmã ao longo de toda essa trajetória.

Ao SOTVET que foi meu primeiro setor de estágio, o qual passei grande parte da graduação, onde adquiri muito conhecimento e principalmente muito carinho por todos. Especialmente aos pós-graduandos do setor e ao professor Marcelo Alievi pela oportunidade de estágio.

Ao setor do bloco de ensino que foi meu segundo setor de estágio, onde adquiri muito conhecimento, onde fiz grandes amizades e onde descobri qual especialidade gostaria de seguir. Especialmente a Luciana Branquinho Queiroga por todas as oportunidades, ensinamentos e acima de tudo, amizade.

Ao setor de anestesiologia veterinária da UFRGS por todas as oportunidades, conhecimento e experiências proporcionadas. Aos residentes, pós-graduandos e estagiários do setor. Espero que seja apenas o começo dessa trajetória junto de vocês.

A todos os médicos veterinários que cruzaram no meu caminho durante a graduação, sendo exemplos excelentes profissionais e de seres humanos acima de tudo. Obrigada por serem minha inspiração dia após dia.

Aos meus animais de estimação que foram minha maior inspiração, minha fonte inesgotável de amor, meus maiores exemplos de simplicidade, carinho e respeito. Obrigada por cada comemoração quando eu chegava em casa, por cada tarde de estudo deitados ao meu lado, por serem minha razão de seguir nessa profissão.

## RESUMO

**Introdução:** A forma mais confiável de se aferir a pressão arterial em cães e gatos é através do método direto (invasivo). Porém, algumas técnicas de aferição indireta, como o monitor oscilométrico, são mais práticas para uso na rotina veterinária. Embora sejam mais práticos, os monitores oscilométricos apresentam variabilidade quanto a sua acurácia. Baseado nisso, o presente estudo objetivou determinar a acurácia do monitor oscilométrico Delta Life DL 1000 na mensuração da pressão arterial sistólica (PAS), média (PAM) e diastólica (PAD) em cães anestesiados de diferentes faixas de peso. **Metodologia:** Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRGS. Foram utilizadas 15 cadelas, de raças variadas, pesando em média  $11,6 \pm 10,0$  kg e com idade média de  $48 \pm 51$  meses. Todos os animais foram oriundos da rotina cirúrgica do Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS. As cadelas foram submetidas à anestesia com morfina, propofol e isoflurano e tiveram um cateter 22G introduzido na artéria dorsal pedal para monitoração invasiva contínua da PAS, PAM e PAD. Para monitoração pelo método oscilométrico, foi posicionado sobre o terço médio do membro torácico do animal um manguito, que era conectado ao monitor Delta Life DL 1000. As mensurações com o método oscilométrico foram realizadas a cada 5 minutos e simultaneamente eram registrados os valores de PAS, PAM e PAD mensurados pelo método invasivo obtendo-se, assim, pares de mensuração constituídos por valores de pressão invasiva e não invasiva. A partir dos valores obtidos, foi feita a comparação entre os dois métodos (invasivo *versus* oscilométrico) pelo método Bland Altman. Esse método fornece viés, desvio-padrão do viés e limites de concordância a 95%. Foram calculadas as porcentagens de erro entre os valores obtidos pelos dois métodos  $\leq 10$  mmHg e  $\leq 20$  mmHg. Os resultados obtidos foram comparados com os critérios do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (CAMIV) para validação de métodos indiretos de pressão arterial. **Resultados:** Os dados foram divididos em dois grupos quanto ao peso das cadelas, sendo um grupo de 9 animais com peso inferior a 10 kg (grupo 1), e outro grupo composto por 6 animais, com peso superior a 10 kg (grupo 2). Do grupo 1 obteve-se um total de 119 pares de mensuração, sendo 4 pares em hipotensão (PAS < 90 mmHg), 98 pares em normotensão (PAS entre 90 e 140 mmHg) e 17 pares em hipertensão (PAS > 140 mmHg). Os valores do viés ( $\pm$ DP) das pressões sistólica, média e diastólica para os animais do grupo 1 foram os seguintes: PAS  $5,2 \pm 18,1$  mmHg; PAM  $-3,4 \pm 17,2$  mmHg; e PAD  $12,0 \pm 17,5$  mmHg. As porcentagens de erro  $\leq 10$  mmHg para PAS foram 40,3%, para

PAM 45,4% e para PAD 28,6%. As porcentagens de erro  $\leq 20$  mmHg para PAS foram 72,3%, para PAM 84,0% e para PAD 68,1%. Do grupo 2, obteve-se um total de 66 pares de mensurações, sendo desses 9 pares em hipotensão, 56 pares em normotensão e 1 par em hipertensão. Os valores do viés ( $\pm$ DP) das pressões sistólica, média e diastólica para os animais do grupo 2 foram: PAS  $13,6 \pm 14,3$  mmHg; PAM  $-1,1 \pm 13,5$  mmHg; e PAD  $8,2 \pm 16,0$  mmHg. As porcentagens de erro  $\leq 10$  mmHg para PAS foram 33,3%, para PAM 77,3% e para PAD 33,3%. As porcentagens de erro  $\leq 20$  mmHg para PAS foram 65,1%, para PAM 92,4% e para PAD 83,4%. Conclusão: Baseado nos resultados e nos critérios de referência do CAMIV, o monitor Delta Life DL 1000 possui acurácia e precisão pobres para mensuração da PAS, PAM e PAD em cães anestesiados com peso inferior a 10 kg. Para cães com peso superior a 10 kg, somente a PAM atendeu os critérios de referência do CAMIV.

Palavras-chave: Pressão arterial sanguínea, pressão não invasiva, monitoração anestésica.

## ABSTRACT

**Introduction:** The most reliable method for measuring arterial blood pressure in dogs and cats is the direct (invasive) method. However, some techniques of indirect measurement, such as the oscillometric monitor, are more practical to be used in the veterinary clinical practice. Although they are more practical, oscillometric monitors present great variability in accuracy. Therefore, the present study aimed to determine the accuracy of the Delta Life DL 1000 oscillometric monitor in measuring systolic (SAP), mean (MAP) and diastolic (DAP) arterial pressure in anesthetized dogs of different weight ranges. **Methods:** This study was approved by the Institutional Ethics Committee of Animal Use. Fifteen female dogs of different breeds, weighing  $11.6 \pm 10.0$  kg and with a mean age of  $48 \pm 51$  months were used. All animals were from the UFRGS Veterinary Hospital surgical routine. Dogs were anesthetized with morphine, propofol and isoflurane and had a 22G catheter introduced into the dorsal pedal artery for continuous, invasive monitoring of SAP, MAP and DAP. For monitoring with the oscillometric method, a cuff was positioned over the middle third of the animal's thoracic limb, and was connected to Delta Life DL 1000 monitor. Oscillometric readings of SAP, MAP and DAP were registered every 5 minutes, and invasive values were simultaneously recorded. . The two methods were compared (invasive *versus* oscillometric) with the Bland Altman method. This method provides bias, standard deviation of bias and 95% limits of agreement. The percentages errors between the methods within 10 mmHg and within 20 mmHg were calculated. The results obtained were compared to the criteria from the American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM) for validation of arterial pressure indirect methods. **Results:** Data were divided into two groups, one containing 9 animals with body weight lower than 10 kg (group 1), and another containing 6 animals with body weight higher than 10 kg (group 2). In group 1, 119 of paired measurements were obtained, 4 of which classified as hypotension (SAP < 90mmHg), 98 as normotension (SAP between 90 and 140mmHg) and 17 as hypertension (SAP > 140 mmHg). Bias ( $\pm$ SD) for SAP, MAP and DAP in group 1 were as follows: SAP  $5.2 \pm 18.1$  mmHg; MAP  $-3.4 \pm 17.2$  mmHg; and DAP  $12.0 \pm 17.5$  mmHg. Percentages errors within 10 mmHg were 40.3% for SAP; 45.4% for MAP and 28.6% for DAP. Percentages errors within 20 mmHg were 72.3% for SAP; 84.0% for MAP and 68.1% for DAP. In group 2, 66 of paired measurements were obtained, 9 of which classified as hypotension, 56 as normotension and 1 as hypertension. Bias ( $\pm$ SD) for SAP, MAP and DAP in group 2 were: SAP  $13.6 \pm 14.3$  mmHg; MAP  $-1.1 \pm$

13.5 mmHg; and DAP  $8.2 \pm 16.0$  mmHg. Percentages errors within 10 mmHg were 33.3% for SAP; 77.3% for MAP and 33.3% for DAP. Percentages errors within 20 mmHg were 65.1% for SAP; 92.4% for MAP and 83.4% for DAP. Conclusion: Based on the results of this study and reference criteria from ACVIM, the Delta Life DL 1000 monitor had a poor accuracy and precision for SAP, MAP and DAP measurement in anesthetized dogs under 10 kg. For dogs over 10 kg, only MAP met the reference criteria from ACVIM.

Key words: Arterial blood pressure, noninvasive blood pressure, anesthetic monitoring.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 .....	17
Figura 2 .....	18

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 .....	16
Tabela 2 .....	16

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 DESENVOLVIMENTO</b> .....	12
<b>2.1 Materiais e métodos</b> .....	12
2.1.1 Animais.....	12
2.1.2 Procedimento anestésico e instrumentação.....	12
2.1.3 Coleta de dados.....	13
2.1.4 Análise estatística.....	13
<b>2.2 Resultados</b> .....	14
<b>2.3 Discussão</b> .....	19
<b>3 CONCLUSÕES</b> .....	22
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23

## 1 INTRODUÇÃO

A pressão arterial sistêmica é o produto do débito cardíaco e da resistência vascular sistêmica, sendo um dos parâmetros usados para avaliar a função cardiovascular em cães, tanto na rotina clínica como durante a anestesia. Embora não seja um indicador preciso de perfusão tecidual, fornece meios práticos e relativamente confiáveis para avaliar a condição cardiovascular do paciente (MUIR, 2015).

A pressão arterial sistólica (PAS) é a maior pressão intra-arterial de cada ciclo cardíaco, e seu valor deve ser de 100-160 mmHg em cães e gatos conscientes. A pressão arterial diastólica (PAD) é a pressão mais baixa antes do próximo batimento cardíaco, e seus valores devem estar entre 60-100 mmHg. Já a pressão arterial média (PAM) corresponde a média da área sob a onda de pressão de pulso, e seus valores devem estar no intervalo de 80-120 mmHg. Porém esses valores estão sujeitos a variações conforme nível de estresse, posição do corpo e técnica de mensuração (HASKINS, 2015).

Quando há redução acentuada da pressão arterial, levando ao quadro de hipotensão (PAM < 60 mmHg ou PAS < 80mmHg), haverá comprometimento da perfusão cerebral e coronária, além da possibilidade de lesões em órgãos alvo (HASKINS, 2015). A hipotensão pode ter diversas causas e durante a anestesia pode estar relacionada a agentes anestésicos injetáveis e inalatórios devido ao fato de possuírem efeitos adversos como diminuição do débito cardíaco, resistência vascular sistêmica e conseqüentemente da pressão arterial, sendo esta a complicação mais comum durante a anestesia em medicina veterinária (MAZZAFERRO; WAGNER, 2001).

Já o aumento excessivo da pressão, levando ao quadro de hipertensão, é caracterizado por valores de PAM superiores a 140 mmHg ou de PAS superiores a 180 mmHg. A hipertensão aguda grave, mesmo que transitória, pode causar edema e hemorragia em diversos órgãos, sendo cérebro e pulmões os de maior importância. Geralmente esses quadros são atribuídos à vasoconstrição, que pode ser causada por nível superficial de anestesia, hipercapnia, administração excessiva de fármacos simpatomiméticos, ou doenças sistêmicas (HASKINS, 2015). Dessa forma, entende-se a importância da aferição de forma confiável dos valores de pressão, para que a terapia adequada possa ser instituída visando evitar as conseqüências das variações acentuadas de pressão.

Existem diversas formas de aferição da pressão arterial. O método considerado padrão-ouro é o método invasivo. Esse método consiste em acesso arterial por meio de um cateter, conexão a um sistema tubular rígido, preenchido com solução heparinizada,

conectado a um transdutor ou a um manômetro, que vai fornecer os valores reais e precisos de pressão (BODEY *et al.*, 1994). Embora forneça valores mais precisos, esse método não é usado rotineiramente e é pouco prático, pois exige habilidade técnica para realização do acesso arterial, equipamentos específicos e dispendiosos, além de ter maiores riscos de complicações como hemorragia, infecção e hematoma (HABERMAN *et al.*, 2006).

Por esses motivos, as técnicas mais utilizadas são as técnicas não invasivas ou indiretas de mensuração da pressão arterial, que são mais práticas e rotineiras na medicina veterinárias. Os mais conhecidos são o método oscilométrico e o doppler ultra-sônico, os quais utilizam um manguito externo e insuflável bem como dispositivos de detecção (HABERMAN *et al.*, 2006).

Os dispositivos oscilométricos usam variações na amplitude das oscilações durante a compressão da parede arterial através do manguito inflável para estimar a pressão arterial (VACHON; BELANGER; BURNS, 2014). Embora sejam práticos, o métodos oscilométrico apresenta variabilidade nas aferições entre diferentes monitores e com isso há dúvidas quanto a sua confiabilidade.

Otimizar a precisão dos monitores de pressão arterial não invasiva (PANI) é muito importante devido a sua ampla utilização na rotina anestésica uma vez que falhas na aferição da pressão pode levar diagnósticos errados e conseqüentemente erros terapêuticos. Apesar de ser empregado na rotina clínica de cães para a mensuração da pressão arterial em cães anestesiados, não foram encontrados na literatura consultada estudos sobre a acurácia do monitor oscilométrico Delta Life modelo DL 1000. Baseado nisso, o objetivo deste estudo foi determinar a acurácia do monitor oscilométrico Delta Life DL 1000 na mensuração da pressão arterial sistólica, média e diastólica em cães anestesiados de diferentes faixas de peso.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Materiais e métodos

#### 2.1.1 Animais

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRGS. Foram utilizadas 15 cadelas, de raças variadas, pesando em média  $11,6 \pm 10,0$  kg e com idade média de  $48 \pm 51$  meses. Todas as cadelas foram oriundas da rotina cirúrgica do Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS para a realização de ovariosalpingohisterectomia eletiva ou mastectomia unilateral.

Em todas as pacientes, foi realizado exame físico completo, hemograma, bioquímica sérica (dosagem de albumina, alanina aminotransferase, creatinina e ureia), radiografia torácica e ultrassonografia abdominal. Animais com anormalidades nos exames foram excluídas do estudo.

#### 2.1.2 Procedimento anestésico e instrumentação

Os animais foram submetidos a jejum alimentar de seis horas e sem restrição hídrica. No dia do procedimento, era feito exame físico pré-anestésico seguido da medicação pré-anestésica (MPA). A MPA foi feita com morfina na dose de 0,3 mg/kg, associada ou não à acepromazina na dose 0,02 mg/kg, ambos via intramuscular, na mesma seringa. Após feita MPA, foi realizada tricotomia do membro torácico para acesso venoso na região da veia cefálica, da região cirúrgica e do membro pélvico para acesso arterial. Após o acesso venoso, os animais eram encaminhados para a sala de cirurgia. Durante todo o período cirúrgico, foi administrada fluidoterapia intravenosa com solução de Ringer com lactato de sódio na taxa de 10 mL/kg/hora.

A indução anestésica foi feita com propofol e, após constatado relaxamento da cabeça, perda do reflexo interdigital e perda do tônus mandibular, era feita a intubação orotraqueal. Subsequentemente, iniciava-se manutenção anestésica com isoflurano vaporizado em oxigênio 100%. Os animais foram submetidos à ventilação mecânica e se iniciava a monitoração anestésica com o aparelho DASH modelo 4000 ou o Digicare Lw9 que fornecia as informações de eletrocardiograma, frequência cardíaca, pressão arterial invasiva e não invasiva, saturação de hemoglobina com oxigênio, concentração expirada de dióxido de carbono e temperatura esofágica.

Um cateter 20G ou 22G foi introduzido por punção percutânea da artéria dorsal pedal para monitoração invasiva contínua da PAS, PAM e PAD. Após acesso arterial, era feita a conexão ao sistema de monitoração invasiva, que possuía um sistema tubular de baixa

complacência, e a solução salina heparinizada estava contida em uma bolsa pressurizada a 300 mmHg. Todo sistema foi previamente preenchido com solução heparinizada e o transdutor de pressão arterial invasiva foi zerado ao nível do coração do paciente. Então todo sistema era conectado a um monitor multiparamétrico, que poderia ser o General Electric Healthcare – modelo DASH 4000 ou o Digicare Animal Health – Modelo LifeWindow LW9.

O formato das ondas de pressão arterial era verificado constantemente e, em caso de ondas de pressão com característica superamortecida, sugestivo de oclusão por coágulo, o sistema era lavado antes de se efetuar os registros.

Para monitoração pelo método oscilométrico, foi posicionado um manguito, proximal ao carpo do membro torácico do animal. A largura do manguito correspondia a 40% da circunferência do membro do animal, e o mesmo era conectado ao monitor Delta Life DL 1000.

### 2.1.3 Coleta de dados

A monitoração era realizada durante todo o procedimento anestésico, com intervalos de 5 minutos entre elas. Inicialmente era feito o registro da pressão arterial pelo método invasivo dos valores de PAS, PAM e PAD. A seguir, era iniciada a aferição da pressão arterial pelo método oscilométrico de forma automatizada. Depois de concluída a mensuração pelo método oscilométrico, eram fornecidos os valores de PAS, PAM e PAD e então, os valores de pressão invasiva eram novamente registrados. A média aritmética entre os valores de PAS, PAM e PAD registrados imediatamente antes e após a mensuração pelo método oscilométrico foi utilizada para análise. O tempo decorrido entre o início e a conclusão da aferição pelo método oscilométrico também era registrado assim como a ocorrência de erros de mensuração pelo monitor.

### 2.1.4 Análise estatística

A análise estatística foi realizada empregando-se o software Graphpad Prism versão 6.0 para plataforma Windows. A partir dos valores obtidos, os dados foram separados em dois grupos. Um grupo de 9 animais de até 10 kg, e outro grupo com 6 animais com mais de 10 kg. Foi feita a comparação entre os valores de PAS, PAM e PAD registrados pelos dois métodos (invasivo *versus* oscilométrico) empregando a análise de Bland Altman para cálculo do viés, desvio-padrão do viés e limites de concordância 95%. Para efeito de análise, o método invasivo de aferição foi considerado o padrão ouro e o método oscilométrico o alternativo, de forma que valores de viés positivos caracterizam pressão arterial subestimada pelo método

oscilométrico, enquanto que valores de viés negativos representam pressão não invasiva superestimada.

Foram calculadas as porcentagens de erro entre os valores de pressão mensurados pelo método oscilométrico em relação ao método invasivo e as diferenças foram classificadas em  $\leq 10$  mmHg e  $\leq 20$  mmHg. Os resultados obtidos foram comparados com os critérios do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (CAMIV) para validação de métodos indiretos de pressão arterial.

## 2.2 Resultados

Foi obtido um total de 185 pares (valores simultâneos de registro da pressão invasiva e não invasiva) de mensurações das 15 cadelas avaliadas. O tempo médio das mensuração do monitor oscilométrico Delta Life DL 1000 foi de  $109 \pm 3$  segundos

Esses dados relativos à pressão arterial foram separados em dois grupos, sendo um grupo de 9 animais com peso inferior a 10 kg (grupo 1), e outro grupo composto por 6 animais, com peso superior a 10 kg (grupo 2).

Do total de mensurações do grupo 1, não houve nenhum erro de mensuração referente ao aparelho oscilométrico. Obteve-se um total de 119 pares de mensuração. Baseado nos valores de pressão arterial invasiva, 4 pares foram classificados como hipotensão (PAS < 90mmHg), 98 pares como normotensão (PAS entre 90 e 140mmHg) e 17 pares como hipertensão (PAS > 140mmHg).

No grupo 2, do total de 70 pares de mensurações, 5,71% obtiveram erro, totalizando 66 pares validos. Baseado nos valores de pressão arterial invasiva, 9 pares foram classificados como em hipotensão, 56 pares em normotensão e 1 par em hipertensão.

Os valores do viés, desvio padrão, e porcentagens de erro  $\leq 10$  mmHg e  $\leq 20$  mmHg das pressões sistólica, média e diastólica para cães até 10 kg encontram-se na tabela 1, enquanto que esses mesmos valores para animais com mais de 10 kg encontram-se na tabela 2. Os critérios de referência do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (CAMIV) são relatados nas mesmas tabelas para comparação (BROWN, S. *et al.*, 2016). A representação gráfica obtida pelo método Bland Altman encontra-se nas figuras 1 e 2.



Tabela 1 - Valores do viés, desvio padrão do viés, limites de concordância e porcentagens mensurações com diferenças entre os métodos < 10 e < 20 mmHg obtidos em 9 cadelas com peso inferior a 10 kg. Os critérios de referência do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (CAMIV) são relatados para comparação.

Critérios do CAMIV	Referência CAMIV	Resultados		
		PAS	PAM	PAD
Viés	± 10	5,2	-3,4	12,0
Desvio padrão do viés	≤ 15 mmHg	18,1	17,2	17,5
Limites de concordância 95%	NR	- 30,3 a 40,6	-37,2 a 30,2	-22,2 a 46,4
% diferenças ≤ 10 mmHg	≥ 50%	40,3	45,4	28,6
% diferenças ≤ 20 mmHg	≥ 80%	72,3	84,0	68,1

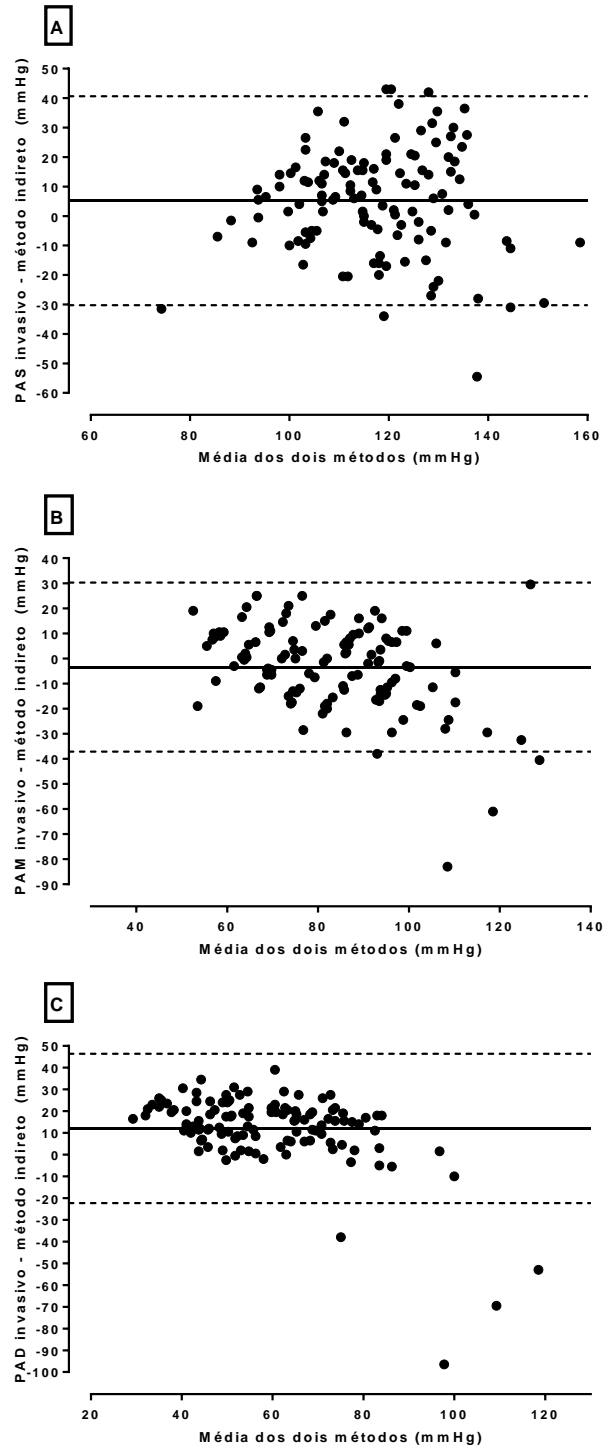
Fonte: Próprio autor; NR: não relatado

Tabela 2 - Valores do viés, desvio padrão do viés, limites de concordância e porcentagens mensurações com diferenças entre os métodos < 10 e < 20 mmHg obtidos em 6 cadelas com peso superior a 10 kg. Os critérios de referência do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (CAMIV) são relatados para comparação.

Critérios do CAMIV	Referência CAMIV	Resultados		
		PAS	PAM	PAD
Viés	± 10	13,6	-1,1	8,2
Desvio padrão do viés	≤ 15 mmHg	14,3	13,5	16,0
Limites de concordância 95%	NR	- 14,5 a 41,7	-27,5 a 25,4	-23,1 a 39,5
% diferenças ≤ 10 mmHg	≥ 50%	33,3	77,3	33,3
% diferenças ≤ 20 mmHg	≥ 80%	65,1	92,4	83,3

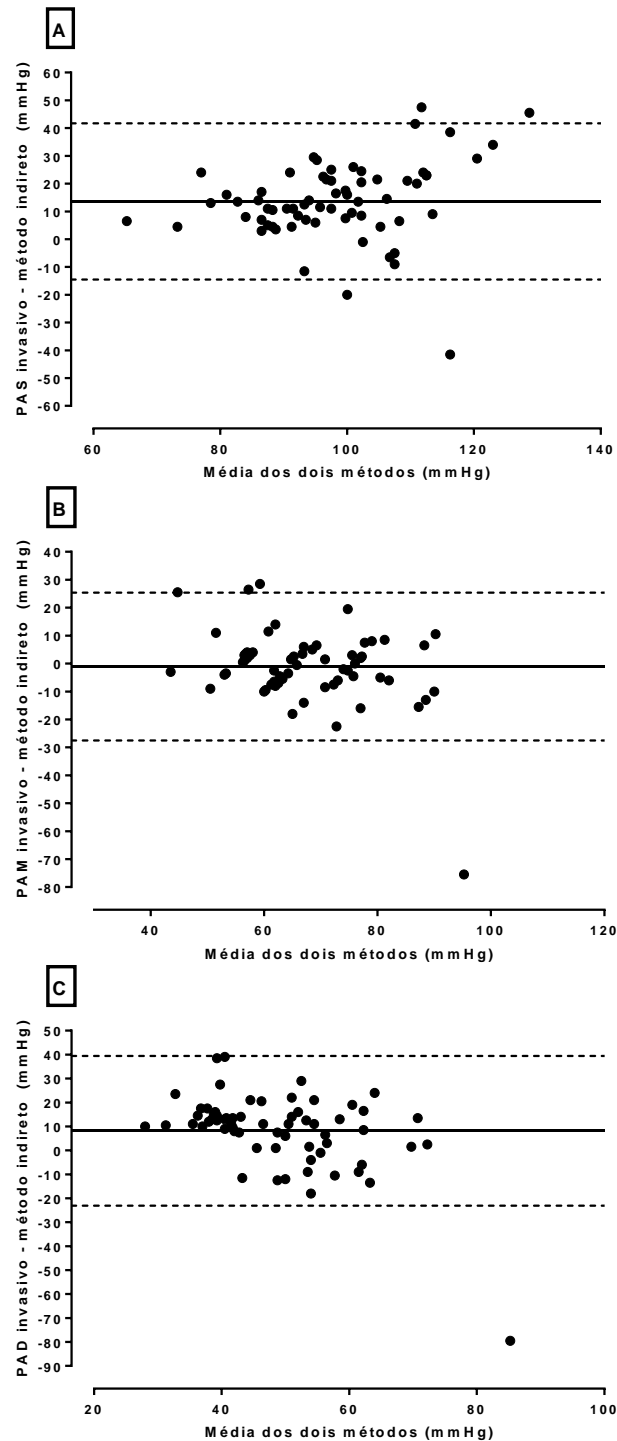
Fonte: Próprio autor; NR: não relatado

Figura 1 – Representação gráfica da análise pelo método Bland Altman. Cada ponto representa um par de mensurações da PAS (A), PAM (B) e PAD (C) pelo método invasivo de aferição e pelo monitor oscilométrico Delta Life modelo DL 1000 em cães com peso inferior a 10 kg. A linha horizontal contínua representa o viés e as linhas pontilhadas representam os limites de concordância no nível de 95%. O eixo y corresponde ao erro individual de cada par, e o eixo x corresponde ao valor obtido a partir da média dos dois métodos (oscilométrico e invasivo).



Fonte: Software Graphpad Prism versão 6.0 para plataforma Windows.

Figura 2 – Representação gráfica da análise pelo método Bland Altman. Cada ponto representa um par de mensurações da PAS (A), PAM (B) e PAD (C) pelo método invasivo de aferição e pelo monitor oscilométrico Delta Life modelo DL 1000 em cães com peso superior a 10 kg. A linha horizontal contínua representa o viés e as linhas pontilhadas representam os limites de concordância no nível de 95%. O eixo y corresponde ao erro individual de cada par, e o eixo x corresponde ao valor obtido a partir da média dos dois métodos (oscilométrico e invasivo).



Fonte: Software Graphpad Prism versão 6.0 para plataforma Windows.

### 2.3 Discussão

Baseado nos resultados obtidos nesse estudo, o desempenho do monitor DeltaLife DL 1000 foi inferior para animais com menos de 10 kg em comparação a animais com mais de 10 kg. Também houve diferença no desempenho do monitor para as três pressões, sendo melhor para aferição da PAM do que para PAS e PAD.

Para os animais com peso inferior a 10 kg, o monitor Delta Life modelo DL 1000 não atendeu à maioria dos critérios estabelecidos pelo CAMIV. Apesar dos valores de viés de PAS, PAM e PAD terem se apresentado dentro dos valores de referência, o DP, assim como as porcentagens de erro  $< 10$  mmHg e  $< 20$  mmHg se encontraram fora dos valores de referência. Os valores de PAM foram os que mais se aproximaram dos critérios do CAMIV e os valores de PAD foram os que mais destoaram desses critérios.

Já para cães com peso superior a 10 kg, a PAM atendeu a todos os critérios de referência do CAMIV, enquanto que PAD e PAD foram reprovadas em pelo menos dois critérios. Em outro estudo (ACIERNO *et al*, 2013) analisaram a concordância do método oscilométrico pelo monitor PetMap graphic. Os resultados demonstraram que houve pobre concordância dos valores de PAS, PAM e PAD obtidos pelo método oscilométrico em relação ao método invasivo em cães anestesiados em ampla faixa de peso. Esses resultados reforçam a ideia de que a acurácia pode ser variável entre os diferentes monitores oscilométricos e que a faixa de peso é um fator que pode influenciar o desempenho do monitor.

A diferença observada no desempenho do monitor entre cães de pequeno e grande porte pode ser explicada devido a maior imprecisão que o oscilométrico apresenta em pacientes pequenos (WADDELL, 2000), em decorrência da dificuldade de mensuração em vasos de pequeno calibre, seja pelo tamanho do animal ou por vasoconstrição (HASKINS, 2015). Já para cães de médio a grande porte, o oscilométrico é mais confiável para aferição da pressão arterial (VACHON; BELANGER; BURNS, 2014).

A maior concordância observada com a pressão arterial média pode ser explicada pelo fato de monitores oscilométricos estimarem os valores de pressão a partir da PAM. A pressão do manguito em que ocorrem oscilações máximas corresponde à pressão arterial média e então as pressões sistólica e diastólica são calculadas a partir do sinal oscilométrico por algoritmos lineares próprios (LEE; WESTENKOW, 1998). Sabe-se da importância da confiabilidade na mensuração da PAM, uma vez que sugere adequada pressão de perfusão tecidual, sendo essa a prioridade durante a anestesia geral (VACHON; BELANGER; BURNS, 2014).

No presente estudo, independentemente da faixa de peso (grupos 1 e 2), o valor do viés foi negativo para a PAM. Os valores de viés negativos possuem uma relevância clínica bastante importante, pois havendo superestimação do valor de pressão, pode-se deixar de tratar um animal hipotenso, trazendo consequências graves como diminuição da perfusão de órgãos vitais levando a sua disfunção (MAZZAFERRO; WAGNER, 2001).

Em estudo realizado anteriormente (SHIH *et al.*, 2010), utilizando oito cães com peso de 19 a 32 kg, a concordância do monitor oscilométrico PetMap foi avaliada em normotensão e hipotensão (PAM ~ 40 mmHg) induzida pela retirada de aproximadamente 40% do volume sanguíneo. Os valores de viés obtidos em normotensão foram 14,7 mmHg para PAS, 16,4 mmHg para PAM e 14,1 mmHg para PAD. Já em hipotensão os valores foram 32,0 mmHg para PAS, 24,2 mmHg para PAM e 16,8 mmHg para PAD. Dessa forma pode-se concluir que os valores de viés variaram significativamente de acordo com o estado hemodinâmico do paciente, especialmente para PAS e PAM. No presente estudo houve poucas mensurações em hipotensão. Dessa forma, é possível que a acurácia do monitor seja pior nessas circunstâncias, mas essa hipótese necessita confirmação por estudos com um número maior de cães submetidos à hipotensão.

As medidas de pressão arterial não invasiva estão suscetíveis a variações, que podem ocorrer devido à largura incorreta do manguito, posicionamento do manguito, posicionamento do paciente e movimentação do animal no momento da mensuração (HASKINS, 2015). No presente estudo buscou-se minimizar essas fontes de erro ao padronizar o manguito com 40% da circunferência do membro do animal (HASKINS, 2015), posicionar o manguito proximal ao carpo em todas as ocasiões, padronizar o decúbito dorsal e utilizar somente animais imóveis, submetidos à anestesia geral.

As medidas de pressão arterial invasiva também estão suscetíveis a variações devido ao local do acesso arterial (VACHON; BELANGER; BURNS, 2014), bem como ao sistema tubular utilizado, formação de coágulos sanguíneos ou bolhas de ar e a calibração do transdutor, podendo ocorrer amortecimento do sinal, resultando em alterações no traçado da onda de pulso (HASKINS, 2015). Buscou-se evitar essas variações ao padronizar o acesso na artéria dorsal pedal, utilizar o mesmo sistema tubular em todo estudo, o qual era pressurizado para evitar a formação de coágulos, calibração do transdutor, que foi zerado periodicamente ao nível do coração do animal, além da inspeção visual do sistema tubular em busca de bolhas de ar bem como do formato das ondas de pressão na tela do monitor multiparamétrico.

Uma limitação do presente estudo é que os critérios do CAMIV são definidos para PAS (BROWN, S. *et al.*, 2016). Uma vez que não foram encontrados na literatura critérios

para validação da PAM e PAD mensurada por métodos indiretos, optou-se por utilizar os mesmos critérios definidos para PAS.

### **3 CONCLUSÕES**

Para cães anestesiados com peso inferior a 10 kg, o monitor oscilométrico Delta Life DL 1000 não atendeu os critérios do CAMIV para validação de monitores oscilométricos. Já para cães com peso superior a 10 kg, somente a PAM atendeu as referências do CAMIV. Dessa forma, há diferença na acurácia do monitor em diferentes faixas de peso, e há diferença entre a acurácia das mensurações de PAS, PAM e PAD, sendo PAM a mais confiável.

## REFERÊNCIAS

- ACIERNO, M. J. et al. Measuring the level of agreement between directly measured blood pressure and pressure readings obtained with a veterinary-specific oscillometric unit in anesthetized dogs. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 23, n. 1, p. 37–40, 2013.
- BODEY, A. R. *et al.* A comparison of direct and indirect (oscillometric) measurements of arterial blood pressure in anesthetised dogs using tail and limb cuffs. **Research in Veterinary Science**, v. 57, n. 3, p. 265-269, 1994.
- BROWN, S., *et al.* Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**. v. 21, n. 3, p. 542-558, 2007.
- HABERMAN, C. E. et al. Evaluation of oscillometric and Doppler ultrasonic methods of indirect blood pressure estimation in conscious dogs. **The Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 2, n. 70, p. 211–17, 2006.
- HASKINS, S. C. Monitoring Anesthetized Patients. *In*: GRIMM, K. A.; LEIGH, L. A.; TRANQUILLI, W. J.; GREENE, S. A.; ROBERTSON, S. A. (Ed). **Lumb & Jones Veterinary Anesthesia and analgesia**, ed 5. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. 2015, cap 4, p. 86-113.
- LEE, T. K.; WESTENKOW, D. R. Comparison of blood pressure measured by oscillometry from the supraorbital artery and invasively from the radial artery. **Journal of clinical monitoring and computing**, v. 14, n. 2, p. 113–117, 1998.
- MAZZAFERRO, E.; WAGNER, A. E. Hypotension During Anesthesia in Dogs and Cats : Recognition , Causes , and Treatment. **Compendium**, v. 23, n. 8, p. 728–737, 2001.
- MUIR, W. W. Cardiovascular Physiology; *In*: GRIMM, K. A.; LEIGH, L. A.; TRANQUILLI, W. J.; GREENE, S. A.; ROBERTSON, S. A. (Ed). **Lumb & Jones Veterinary Anesthesia and analgesia**, ed 5. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. 2015, cap 22, 417-472.
- 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**, v. 20, n. 3, p. 313–318, 2010.
- VACHON, C.; BELANGER, M. C.; BURNS, P. M. Evaluation of oscillometric and doppler ultrasonic devices for blood pressure measurements in anesthetized and conscious dogs. **Research in Veterinary Science**, v. 97, n. 1, p. 111–117, 2014.
- WADDELL, L. S. Direct blood pressure monitoring. **Clinical techniques in small animal practice**, v. 15, n. 3, p. 111–118, 2000.