Influência de diferentes doses de butorfanol na anestesia com sevoflurano em papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*)

Influence of Different Doses of Butorphanol in Anesthesia with Sevoflurane in Blue-fronted Parrots (*Amazona aestiva*)

Andresa de Cássia Martini¹, Lianna Ghisi Gomes², Matias Bassinello Stocco³,
Paulo Ricardo Mallmann⁴, Regina Célia Rodrigues da Paz² & Luciana Dambrósio Guimarães²

ABSTRACT

Background: Parrots frequently require veterinary medical care. To reduce their stress, it is necessary to use chemical restraint or anesthesia. The use of balanced anesthesia techniques such as combinations of inhaled and injectable drugs is recommended. However, there is a shortage of anesthetic and analgesic protocols and data on cardiovascular and respiratory variables in wild birds. The objective of the present study was to evaluate the analgesic, cardiovascular, and respiratory effects and the quality of anesthetic recovery in blue-front parrots (*Amazona aestiva*) anesthetized with sevoflurane in combination with various doses of butorphanol.

Materials, Methods & Results: Twenty-four clinically healthy animals, based on their clinical and hematological results (hematocrit and total plasma protein), were divided into 3 groups: 1- sevoflurane alone (GS); 2- associated with butorphanol at 3 mg/kg (GB3), and 3- 6 mg/kg (GB6) doses administered via the intramuscular (IM) route; digital clamping was used as a nociceptive stimulus. Induction and anesthetic maintenance were performed with sevoflurane at 5 and 2.5 V%, respectively, administered through a calibrated vaporizer and an anesthetic system adequate for the weight of the animals that were kept under spontaneous ventilation. It took 15 min after induction for the expired sevoflurane concentration (EtSevo) to stabilize, after which one intramuscular treatment was applied. The digital clamping was continued as a supramaximal nociceptive stimulus; if it presented a positive response, EtSevo increased by 10%, and when the stimulus decreased by 20%, digital clamping was repeated every 15 min until a positive response to the stimulus was observed. Heart rate (HR) and rhythm, respiratory rate (*f*), systolic blood pressure (SBP), EtSevo, expired CO₂ (EtCO₂), and body temperature (T°C) were measured during digital clamping. At the end, anesthetic recovery was evaluated through the extubation times, bipedal positioning, and quality of recovery. Significant statistical differences were observed between the GS and GB6 groups in the variable EtSevo and SBP, with mean $\pm$ standard deviation of 2.61 ± 0.48 and 2.17 ± 0.43 V%, and 188 ± 20 and 159 ± 22 mmHg, respectively. The quality of recovery was optimal for all groups, with the mean time $\pm$ standard deviation of extubation time of 1.25 ± 0.46 , 1.12 ± 0.35 , and 1.50 ± 0.92 min, and bipedal positioning of 1.87 ± 1.45 , 1.75 ± 0.88 , and 2.75 ± 1.28 min for the GS, GB3, and GB6 groups, respectively.

Discussion: Balanced anesthesia techniques have demonstrated benefits in veterinary medicine as they reduce cardiovascular and respiratory depression, increase drug potency due to synergism, and require a reduced amount of inhalable anesthetic. The results of this study showed that the combination of sevoflurane and butorphanol at the doses used in the present study reduced the anesthetic concentration necessary for the maintenance of the animals without nociceptive stimulation, respiratory stability, and rapid and quiet anesthetic recovery; it also maintained blood pressure and heart rate within the normal physiological limits. Severe heart rhythm disorders were observed in groups GB3 and GB6, but it is worth mentioning that at the end of anesthesia all animals sinus rhythm. However, the electrocardiographic findings showed that this practice was not considered safe for the species.

Keywords: *Amazona aestiva*, analgesia, wild animals, wild life.

Descritores: *Amazona aestiva*, analgesia, animais selvagens, vida selvagem.

DOI: 10.22456/1679-9216.108187

Received: 10 September 2020

Accepted: 6 November 2020

Published: 25 November 2020

¹Departamento de Ciências Agrárias, Centro Universitário de Mineiros, Mineiros, GO, Brazil. ²Faculdade de Medicina Veterinária (FAVET) & ⁴Discente, Programa Uniprofissional em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT, Brazil. ³M.V. Autônomo, Cuiabá. CORRESPONDENCE: L.G. Gomes [liannaghisi@gmail.com] Hospital Veterinário - UFMT. Av. Fernando Côrrea da Costa n. 2367. CEP 78060-900 Cuiabá, MT, Brazil.

INTRODUÇÃO

Os papagaios são espécies frequentemente apresentadas ao atendimento médico veterinário, contudo a contenção física induz ao estresse e o manuseio correto pode reduzir esta resposta fisiológica [16,24]. Para este fim, técnicas de anestesia balanceada são recomendadas, associações de fármacos inalatórios e injetáveis [10,23,28,30,37].

A anestesia inalatória é o método preferido, devido à sua eficácia, rápido início e recuperação, além de promover a depressão do sistema nervoso central suficiente para um procedimento cirúrgico, porém não produz analgesia [14,29]. O tartarato de butorfanol é um opioide agonista-antagonista utilizado na maioria das espécies domésticas, e considerado o fármaco mais recomendado e utilizado em aves [1,17,18,23,29] devido a identificação e presença de uma maior porcentagem de receptores kappa, sendo eficaz na produção de analgesia [23].

Os métodos de avaliação analgésica dos opioides e da redução da concentração anestésica mínima (CAM) de anestésicos inalatórios já foram relatados em diversas espécies de aves [5,8,12,26,29,35]. No entanto, são estudos contraditórios [29], não demonstrando doses adequadas e frequências de administração de analgésicos opioides para as diferentes espécies de aves a partir de estudos controlados [16].

Diante da escassez de protocolos anestésicos, analgésicos e dados das variáveis cardiorrespiratórias de aves silvestres, objetivou-se avaliar os efeitos da concentração anestésica necessária para manter a anestesia, variáveis cardiorrespiratórias e recuperação anestésica, produzidas por diferentes doses de butorfanol associado a anestesia com sevoflurano em papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*).

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais

Foram selecionados 24 papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*), de idade e sexo desconhecidos, com média $\pm$ desvio padrão de peso 377.25 ± 52.60 g, provenientes do Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Silvestres da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá. As aves foram consideradas clinicamente sadias baseado nos resultados dos exames clínico e hematológico (hematócrito e proteína plasmática total).

Delineamento experimental

Os animais foram alojados em gaiolas medindo 1.2 x 1.0 x 1.0 m, apropriadas para a espécie, e então submetidos a jejum sólido de 04 h 00 e hídrico de 02 h 00 [21]. Após, foram realocados em uma caixa de contenção menor, medindo 30x40x30 cm, para indução anestésica direta com sevoflurano¹ a 5V% diluído em oxigênio a 100% com fluxo de 1 L/min, sem a necessidade de contenção física.

Após a verificação da perda do tônus muscular, as aves foram retiradas da caixa e posicionadas em decúbito dorsal sob bolsa térmica aquecida entre 45 e 50°C e realizou-se a intubação com sonda orotraqueal² de 3.0 mm de diâmetro, desprovida de balonete, e mantidas com 2.5V% de sevoflurano (avaliado através de analisador de gases anestésicos), administrado através de vaporizador calibrado conectado a um sistema anestésico não reinalatório de Baraka, e diluído em oxigênio a 100% com fluxo de 1 L/min [25].

Os animais foram distribuídos de forma aleatória em 3 grupos: sevoflurano isolado (GS) e associado ao butorfanol³ nas doses de 3 mg/kg (GB3) e 6 mg/kg (GB6), aplicados pela via intramuscular na musculatura peitoral após os 15 min da estabilização anestésica. Como estímulo nociceptivo supramáximo foi realizado o pinçamento digital, com pinça hemostática Carmalt fechada completamente em todo o seu comprimento, na segunda falange de um dos dígitos, e mantida assim durante 1 min, sendo sempre o mesmo examinador e preconizando-se a alternância entre dígitos a fim de evitar estímulos mecânicos repetidos acarretando em hiperalgesia ou analgesia, que pudessem inferir nos resultados [22,33]. Caso uma resposta positiva, aumentava-se 10% a concentração de sevoflurano expirado (EtSevo), e após uma resposta negativa ao estímulo era diminuída em 20% [34], repetindo a cada 15 min até ser observada uma resposta positiva a este estímulo, considerado quando observado movimentos bruscos, como bater das asas, levantar de cabeça ou flexão abrupta dos joelhos. Para efeito de diminuição de variação, os protocolos utilizados em cada animal foram desconhecidos pelo anestesta e examinador.

Parâmetros fisiológicos

As variáveis cardiovasculares e respiratórias foram monitoradas durante toda a anestesia e anotadas a cada 15 min e durante o pinçamento digital, com o auxílio de um monitor multiparamétrico⁴, e mensuradas

em triplicata. O sensor de capnografia e analisador de gases anestésicos foi adaptado na extremidade de uma agulha 40x12 na região distal da sonda orotraqueal, para a mensuração EtSevo e CO₂ expirado (EtCO₂), a frequência respiratória (*f*), foi determinada através dos movimentos intercostais. O termômetro foi inserido na cloaca para aferir a temperatura corpórea (T°C). Eletrodos foram empregados de maneira padrão para a monitoração da frequência cardíaca (FC) e ritmo cardíaco, determinados através de eletrocardiografia computadorizado⁵, em DII e 50 mm/s. A pressão arterial sistólica (PAS) foi mensurada através de doppler ultrassônico⁶ com sensor posicionado sobre a artéria tibial e manguito correspondente à largura de 1/3 do diâmetro do membro pélvico.

Recuperação anestésica

Avaliou-se a qualidade de recuperação anestésica através dos tempos de extubação, considerando desde a interrupção do fornecimento do anestésico até a presença de movimentação da cabeça e imediata retirada da sonda orotraqueal; posicionamento bipedal, sendo desde a interrupção do anestésico inalatório até o posicionamento bipedal da ave. A qualidade do retorno pós-anestésico foi avaliado através de escores pré-estabelecidos, com notas de 0 a 2; considerando, ótimo (escore 2), quando a ave teve uma recuperação calma, sem excitação ou vocalização; bom (escore 1), despertar calmo, porém com muita sonolência ou tentativas de manter-se em estação com bater de asas, e ruim (escore 0) o despertar agitado, bater de asas, tremores ou vocalização.

Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas no software PRISM 4.0^{®7}, para comparação entre grupos. Inicialmente, avaliou-se a normalidade dos dados através do teste de Kolmogorov-Smirnov ($P > 0.10$). Posteriormente, comparou-se o GS com GB3 e GB6 através do Teste *T-student* pareado. As variáveis foram reportadas por média $\pm$ desvio padrão, considerando significativo $P < 0.05$.

RESULTADOS

Neste estudo, as associações utilizadas não ocasionaram alterações estatisticamente significativas nos valores de FC, *f*, EtCO₂ e T°C (Tabela 1). Já os valores médios encontrados para a EtSevo foram de 2.61 ± 0.48 , 2.37 ± 0.47 e 2.17 ± 0.43 V% para os

grupos GS, GB3 e GB6, respectivamente, diferindo estatisticamente entre os grupos GS e GB6 (Tabela 1).

Não foram identificadas alterações no ritmo cardíaco com o uso isolado de sevoflurano (GS), contudo após a administração de butorfanol nas doses 3 mg/kg (GB3) e 6 mg/kg (GB6), observou-se taquicardia ventricular em 37% e 100% (Figura 1), extra-sístoles ventriculares em 25% e 37%, arritmia sinusal em 50% e 37% respectivamente, e bloqueio átrio ventricular de segundo grau em 12% dos animais do grupo GB3 (Tabela 2).

O tempo médio de extubação foi de 1.25 ± 0.46 , 1.12 ± 0.35 e 1.50 ± 0.92 min, e posicionamento bipedal foi de 1.87 ± 1.45 , 1.75 ± 0.88 e 2.75 ± 1.28 min para os grupos GS, GB3 e GB6, respectivamente, não apresentando diferenças estatísticas entre os grupos avaliados; porém no GB6 observou-se os maiores valores. Não houve diferença estatística entre o tempo médio de recuperação entre os grupos, não sendo observados retardos em nenhum dos grupos para recuperação anestésica.

Tabela 1. Valores médios e desvios-padrão das variáveis fisiológicas: concentração de sevoflurano expirado (EtSevo), frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), frequência respiratória (*f*), pressão parcial de gás carbônico (EtCO₂) e temperatura corporal (T°C), observados em papagaios verdadeiros-verdadeiros (*Amazona aestiva*) anestesiados com sevoflurano isolado (GS) e associado a butorfanol em diferentes doses, 3 mg/kg (GB3) e 6 mg/kg (GB6).

Variável	Grupos		
	GS	GB3	GB6
EtSevo	$2.61 \pm 0.48^*$	2.37 ± 0.47	$2.17 \pm 0.43^*$
FC (bpm)	179 ± 74	199 ± 61	212 ± 80
PAS (mmHg)	$188 \pm 20^*$	178 ± 21	$159 \pm 22^*$
<i>f</i> (mpm)	20 ± 8	31 ± 16	24 ± 9
EtCO ₂ (mmHg)	41 ± 7	40 ± 8	40 ± 7
T (°C)	40.2 ± 0.51	40.3 ± 0.60	39.8 ± 1

*Indica média estatisticamente diferente de acordo com o teste *T-Student* pareado ($P < 0.05$).

Tabela 2. Alterações do ritmo cardíaco, observados em papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*) anestesiados com sevoflurano isolado (GS) e associado a butorfanol em diferentes doses, 3 mg/kg (GB3) e 6 mg/kg (GB6).

Alteração	GS	GB3	GB6
AR	-	4/8	3/8
BAV II	-	1/8	-
EV	-	2/8	3/8
TQventr	-	3/8	8/8

AR= arritmia sinusal; BAV II= bloqueio átrio ventricular de segundo grau; EV= extra-sístole ventricular; TQventr= taquicardia ventricular. [Ocorrência/número de animais testados].

Figura 1. Diagrama das alterações encontradas no ritmo cardíaco de papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*) anestesiados com sevoflurano (GS) - Ritmo sinusal (A) e em associação com butorfanol na dose de 6 mg/kg (GB6) - taquicardia ventricular (B).

DISCUSSÃO

O sevoflurano promove boa estabilidade cardiovascular nas aves, fato comprovado por outros autores [1,14]. Neste estudo, as associações utilizadas não ocasionaram alterações estatisticamente significativas nos valores de FC, corroborando com o estudo [5] realizado em galinhas domésticas anestesiadas com isoflurano. No entanto, outros trabalhos demonstraram diminuição dos valores de FC em um estudo comparativo entre sevoflurano, halotano e isoflurano em galinhas domésticas [12]; já em cacatuas anestesiadas com isoflurano associado ao butorfanol na dose de 1 mg/kg, houve redução da FC [8]. Este fato não foi observado na espécie em questão e em nenhum dos grupos estudados.

Os efeitos cardiovasculares promovidos pelos opioides e anestésicos inalatórios envolvem redução da pressão arterial [11], sendo um evento que ocorre devido à ação depressora desses agentes sobre o débito cardíaco e a resistência vascular periférica [9]; e confirmado por alguns autores, que observaram hipotensão nos primeiros 5 min após a administração de butorfanol [11]. Contudo, apesar de observarmos neste estudo a diminuição da PAS nos grupos GB3 e GB6 e diferença estatística entre os grupos GS e GB6 ($P < 0.05$), não diagnosticou-se hipotensão, sugerindo que não houve interferência na PAS nos resultados obtidos; em contraste, outro estudo [6] com galinhas anestesiadas com isoflurano e pré-medicadas com meloxicam,

após o pinçamento digital ocorreu aumento na média de PAS em 19%.

O eletrocardiograma é uma técnica eficaz no diagnóstico cardiovascular em muitas espécies de mamíferos e aves, valores de referências foram estabelecidos em papagaios cinzentos africanos (*Psittacus erithacus*) e papagaios (*Amazona* spp.), tendo o ritmo sinusal predominante em 83% dos animais anestesiados com isoflurano [27]. Para o grupo GS não foram observadas arritmias, assim como descrito em outro estudo [19] em carcarás (*Caracara plancus*) e águias de cabeça branca (*Haliaeetus leucocephalus*), sugerindo que o sevoflurano possui poucos efeitos arritmogênicos. Porém, sabe-se que fármacos anestésicos podem produzir mudanças na atividade celular cardíaca e em suas propriedades eletrofisiológicas causando arritmias [36], assim como distúrbios do ritmo cardíaco observados nos grupos GB3 e GB6, porém vale ressaltar que ao final da anestesia todos os animais apresentaram ritmo sinusal. Arritmia sinusal e bloqueio átrio ventricular de 2º grau já foram relatadas diferentes espécies de aves, e consideram como sendo fisiológicas para essa classe [4]. Contudo, no grupo GB6 ocorreu predomínio de taquicardia ventricular (100%) após aplicação de butorfanol na dose de 6 mg/kg, à semelhança de outros estudos [11], com galinhas d'angola utilizando butorfanol na dose de 4 mg/kg. Baseado nisto, sugerimos cautela ao utilizar esta dose, pois não denota segurança para os animais nessa dosagem analgésica.

Os anestésicos inalatórios são considerados potentes depressores respiratórios [22], e sabe-se que sevoflurano pode causar esta alteração em diferentes espécies de aves anestesiadas sob ventilação espontânea ou controlada, como descrito por diversos autores [5,11,19,21,26]. Esta depressão parece ser maior em aves do que em mamíferos [15], pelo fato de não possuírem diafragma [36] e pela diminuição de resposta aos quimiorreceptores intrapulmonares de CO_2 , entre outros [31].

Durante o estudo os animais foram mantidos sob ventilação espontânea, não sendo observada diminuição significativa na frequência respiratória ou apnéia, corroborando com outro estudo [38] realizado com galinhas anestesiadas com sevoflurano em associação com cetamina (20 mg/kg) e diazepam (2 mg/kg). No entanto, há relatos de alterações respiratórias, como apnéia, nos primeiros 5 min após a administração de butorfanol [11].

Os valores médios de EtCO_2 encontrados foram de 41 ± 7 , 40 ± 8 e 40 ± 7 , para os grupos GS, GB3 e GB6, respectivamente, e apesar de não ter sido mensurada a pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial (PaCO_2), sabe-se que estes valores podem ser menores em até 5 mmHg [10], como observado em papagaios cinza anestesiados com isoflurano. A EtCO_2 ser superior nas aves pode estar atribuída ao mecanismo contracorrente do parabrônquio, que permite uma troca de gases mais eficiente quando comparado aos mamíferos [9]. Em um estudo realizado em papagaios anestesiados com sevoflurano, notou-se resultados abaixo de 45 mmHg, resultando em normocapnia [20], com isto os valores encontrados nesse estudo são comparáveis aos já descritos na literatura e considerados dentro da normalidade, comprovando que não houve depressão respiratória.

Durante a anestesia há diminuição da produção de calor pelo decréscimo da função metabólica, atividade muscular, além da diminuição da resistência vascular sistêmica [3,32]. Observou-se que no decorrer da experimentação todos os animais tiveram redução da temperatura corpórea, semelhante aos estudos com galinhas d'angola [11], galinhas domésticas [12] e papagaios [9], contudo estes valores ainda permaneceram dentro do recomendado para um procedimento anestésico em aves. O controle e manutenção da temperatura corpórea em níveis fisiológicos é de extrema importância, pois sua diminuição leva à redução do requerimento anestésico, assim como sua elevação pode causar aumento no consumo, o que influenciará

diretamente na resposta do animal frente a algum estímulo [7,11,33].

Os valores médios encontrados para a EtSevo foram de 2.61 ± 0.48 , 2.37 ± 0.47 e 2.17 ± 0.43 V% para os grupos GS, GB3 e GB6, respectivamente, diferindo estatisticamente entre os grupos GS e GB6. Utilizando butorfanol na dose de 6 mg/kg, podemos sugerir que houve analgesia na dose utilizada, quando realizado o pinçamento digital como estímulo doloroso, contudo a dose de 3 mg/kg não demonstrou dados estatísticos significativos para papagaios-verdadeiros, discordando de outros autores [13,20]; com isto denota-se a importância da realização de estudos com diferentes doses e fármacos, além da identificação e presença dos diferentes receptores nesta espécie, para que ocorra a produção mais eficaz de analgesia.

Em aves os agentes inalatórios são rapidamente metabolizados e eliminados ao término da anestesia [9,12], o que justifica uma indução e recuperação anestésicas rápidas e tranquilas, observadas em 100% dos animais anestesiados, que obtiveram o escore 2 na recuperação anestésica. Não houve diferença estatística entre o tempo médio de recuperação entre os grupos, diferindo do estudo realizado com cacatuas anestesiadas com isoflurano em associação ao butorfanol, onde os autores [8] relataram recuperação ruim e com tremores.

Apesar de não apresentar diferenças estatísticas entre os grupos avaliados, o tempo médio de extubação para o GB6 demonstrou os maiores valores, à semelhança ao estudo com papagaios (*Amazona ventralis*) anestesiados com sevoflurano e pré medicados com butorfanol (2 mg/kg) [2], porém apesar dos opioides afetarem negativamente o sistema cardiopulmonar e possuírem potencial para prolongar a recuperação anestésica, neste estudo não foram observados retardos na recuperação em nenhum dos grupos.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que a associação de sevoflurano e butorfanol, nas doses utilizadas neste estudo, produziram redução na concentração anestésica necessária para manter os animais sem resposta ao estímulo nociceptivo utilizado, estabilidade respiratória e recuperação anestésica rápida e tranquila, além de manutenção da pressão arterial e frequência cardíaca dentro de limites fisiológicos. No entanto, as associações não são consideradas seguras para a espécie devido às graves alterações eletrocardiográficas.

MANUFACTURERS

¹Laboratório Cristália. São Paulo, SP, Brazil.

²Solidor. Barueri, SP, Brazil.

³Fort Dodge Animal Health. Overland Park, KS, U.S.A.

⁴Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co. Ltd. Nanshan, Shenzhen, China.

⁵Tecnologia Eletrônica Brasileira Ltda. São Paulo, SP, Brazil.

⁶Parks Medical Eletrônica Inc. Aloha, OR, U.S.A.

⁷Graphpad software Inc. San Diego, CA, U.S.A.

Ethical approval. Este estudo teve aprovação do Comitê de Ética para Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), sob protocolo de número 23108.010171/13-5 e autorizado para finalidades científicas no SISBIO sob número 27295-1.

Declaration of interest. The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

REFERENCES

- 1 Abou-Madi N. 2001.** Avian anesthesia. *The Veterinary Clinics of North America. Exotic Animal Practice*. 4(1): 147-167. DOI: 10.1016/s1094-9194(17)30055-5.
- 2 Atalan G., Uzun M., Demirkan I., Yildiz S. & Cenesiz M. 2002.** Effect of medetomidine- butorphanol-ketamine anesthesia and atipamezole on heart and respiratory rate and cloacal temperature of domestic pigeons. *Journal of Veterinary Medicine. A, Physiology, Pathology, Clinical Medicine*. 49(6): 281-285. DOI: 10.1046/j.1439-0442.2002.00451.x.
- 3 Boedeker N.C., Carpenter J.W. & Mason D.E. 2005.** Comparison of body temperature of pigeons (*Columbia livia*) anesthetized by three different anesthetic delivery systems. *Journal of Avian Medicine and Surgery*. 19(1): 1-6. DOI: 10.1647/2002-026.
- 4 Casares M., Enders F. & Montoya J.A. 1999.** Comparison of two techniques for attaching electrocardiographic electrodes to psittacines. *Journal of Applied Animal Research*. 16(1): 59-64. DOI: 10.1080/09712119.1999.9706263.
- 5 Concannon K.T., Dodam J.R. & Hellyer P.W. 1995.** Influence of a mu- and kappa-opioid agonist on isoflurane minimal anesthetic concentration in chickens. *American Journal of Veterinary Research*. 56(6): 806-811.
- 6 Costa A. 2009.** Pinçamento digital e estímulo elétrico na determinação da concentração anestésica mínima (CAM) de isoflurano em galinhas pré-tratadas ou não com meloxicam. 75f. Lages, SC. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade do Estado de Santa Catarina.
- 7 Cunha L.G. 2013.** Influência da morfina, fentanil e tramadol na concentração anestésica mínima do isoflurano em papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*). 88f. Cuiabá, MT. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Mato Grosso.
- 8 Curro T.G., Brunson D.B. & Paul-Murphy J. 1994.** Determination of isoflurane and evaluation of the isoflurane-sparing effect of butorphanol in cockatoos (*Cacatua spp.*). *Veterinary Surgery*. 23(5): 429-433. DOI: 10.1111/j.1532-950x.1994.tb00502.x.
- 9 De Paula V.V., Otsuki D.A., Auler Junior J.O.C., Nunes T.L., Ambrósio A.M. & Fantoni D.T. 2013.** The effect of premedication with ketamine, alone or with diazepam, on anaesthesia with sevoflurane in parrots (*Amazona aestiva*). *BMC Veterinary Research*. 9(142): 1-9. DOI: 10.1186/1746-6148-9-142.
- 10 Edling T.M. 2006.** Updates in anesthesia and monitoring. In: Harrison G.C. & Lightfoot T.L. (Eds). *Clinical Avian Medicine*. Palm Beach: Spix Publishing., pp.747-760.
- 11 Escobar A., Valadão C.A.A., Brosnan J.R., Denicol C.A., Flôres N.F., Thiesen R. & Coelho M.M.C. 2012.** Effects of butorphanol on the minimum anesthetic concentration for sevoflurane in guinea fowl (*Numida meleagris*). *American Journal of Veterinary Research*. 73(2): 183-188. DOI: 10.2460/ajvr.73.2.183.
- 12 Guimarães L.D., Moraes N.A., Campello R.A.V., Oleskovicz N. & Ulliana D. 2000.** Estudo comparativo entre sevoflurano, halotano e isoflurano em *Gallus domesticus*. *Ciência Rural*. 30(6): 999-1004. DOI: 10.1590/S0103-84782000000600013.
- 13 Guimarães L.D., Alievi M.M., Raiser A.G., Flôres F.N., Bopp S., Ferreira P.A. & Traesel C. 2007.** Efeitos do butorfanol e da morfina em pombos domésticos (*Columba livia*) anestesiados com isoflurano e submetidos à cirurgia ortopédica. *Acta Scientiae Veterinariae*. 35(3): 367-372. DOI: 10.22456/1679-9216.16132.
- 14 Granone T.D., Francisco O.N., Killos M.B., Quandt J.E. & Graham M.L.F. 2012.** Comparison of three different inhalant anesthetic agents (isoflurane, sevoflurane, desflurane) in red tailed hawks (*Buteo jamaicensis*). *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 39(1): 29-37. DOI: 10.1111/j.1467-2995.2011.00668.x.

- 15 Gunkel C. & Lafortune M. 2005. Current techniques in avian anesthesia. *Seminars in Avian and Exotic Pet*. 14(4): 263-276. DOI: 10.1053/j.saep.2005.09.006.
- 16 Guzman M.S.D., Flammer K., Paul-Murphy R.J., Steven A., Barker A.S. & Tully N.T. 2011. Pharmacokinetics of butorphanol after intravenous, intramuscular, and oral administration in hispaniolan amazon parrots (*Amazona ventralis*). *Journal of Avian Medicine and Surgery*. 25(3): 185-19. DOI: 10.1647/2009-054.1.
- 17 Hawkins M.G. & Paul-Murphy J. 2011. Avian analgesia. *The Veterinary Clinics of North America. Exotic Animal Practice*. 14(1): 61-80. DOI: 10.1016/j.cvex.2010.09.011.
- 18 Hoopes S., Flammer K., Hoersch K. & Paul-Murphy J. 2003. Disposition and analgesic effects of fentanyl in white cockatoos (*Cacatua alba*). *Journal of Avian Medicine and Surgery*. 17(3): 124-130.
- 19 Joyner P.H., Jones M.P., Ward D., Gompf R.E., Zagaya M. & Sleeman J.M. 2008. Induction and recovery characteristics and cardiopulmonary effects of sevoflurane and isoflurane in bald eagles. *American Journal of Veterinary Research*. 69(1): 13-22. DOI: 10.2460/ajvr.69.1.13.
- 20 Klaphake E., Schumacher J., Greenacre C., Jones M.P. & Zagaya N. 2006. Comparative anesthetic and cardiopulmonary effects of pre- versus postoperative butorphanol administration in hispaniolan amazon parrots (*Amazona ventralis*) anesthetized with sevoflurane. *Journal of Avian Medicine and Surgery*. 20(1): 2-7. DOI: 10.1647/1082-6742(2006)20[2:CAACEO]2.0.CO;2.
- 21 Ludders J.W., Rode J. & Mitchell G.S. 1989. Isoflurane anesthesia in sandhill cranes (*Grus canadensis*): minimal anesthetic concentration and cardiopulmonary dose-response during spontaneous and controlled breathing. *Anesthesia and Analgesia*. 68(4): 511-516.
- 22 Ludders J.W. 2001. Inhaled anesthesia for birds. In: Gleed R.D. & Ludders J.W. (Eds). *Recent Advances in Veterinary Anesthesia and Analgesia: Companion Animals*. Ithaca: Front Cover, 139p.
- 23 Machin K.L. 2005. Avian analgesia. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. 14(4): 236-242. DOI: 10.1053/j.saep.2005.09.004.
- 24 Manz C., Guzman M.S.D., Lahner L.L., Paul-Murphy R.J. & Sladky K.K. 2012. Sedation and physiologic response to manual restraint after intranasal administration of midazolam in hispaniolan amazon parrots (*Amazona ventralis*). *Journal of Avian Medicine and Surgery*. 26(3): 130-139. DOI: 10.1647/2011-037R.1.
- 25 Mercado J.A., Larsen R.S., Wack R.F. & Pypendop B.H. 2008. Minimum anesthetic concentration of isoflurane in captive thick-billed parrots (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*). *American Journal of Veterinary Research*. 69(2): 189-194. DOI: 10.2460/ajvr.69.2.189.
- 26 Naganobu K. & Hagio M. 2000. Dose-related cardiovascular effects of isoflurane in chickens during controlled ventilation. *Journal of Veterinary Medical Science*. 62(4): 435- 437. DOI: 10.1292/jvms.62.435.
- 27 Nap A.M.P., Lumeij J.T. & Stokhof A.A. 1992. Electrocardiogram of the african grey (*Psittacus erithacus*) and amazon (*Amazona spp.*) parrot. *Avian Pathology: Journal of the W.V.P.A.* 21(1): 45-53. DOI: 10.1080/03079459208418817.
- 28 Parra B.S., Bocardo M., Ferreira L.L., Gonzaga P.A.L. & Paschaol G.R. 2009. Sedativos e anestésicos em répteis e aves ornamentais. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*. VII(12): 1-7.
- 29 Paul-Murphy J.R., Brunson D.B. & Miletic V. 1999. Analgesic effects of butorphanol and buprenorphine in conscious african grey parrots (*Psittacus erithacus erithacus* and *psittacus erithacus timneh*). *American Journal of Veterinary Research*. 60(10): 1218-1221.
- 30 Paul-Murphy J.R., Krugner-Higby L.A., Tourdot R.L., Sladky K.K., Klauer J.M., Keuler N.S., Brown C.S. & Heath T.D. 2009. Evaluation of liposome-encapsulated butorphanol tartrate for alleviation of experimentally induced arthritic pain in green-cheeked conures (*Pyrrhura molinae*). *American Journal of Veterinary Research*. 70(10): 1211-1219. DOI: 10.2460/ajvr.70.10.1211.
- 31 Pizarro J., Ludders J.W., Douse M.A. & Mitchell G.S. 1990. Halothane effects on ventilatory responses to changes in intrapulmonary CO₂ in geese. *Respiratory Physiology*. 82(3): 337-347. DOI: 10.1016/0034-5687(90)90103-6.
- 32 Preckel B. & Bolten J. 2005. Pharmacology of modern volatile anaesthetics. *Best Practice & Research. Clinical Anaesthesiology*. 19(3): 331-348. DOI: 10.1016/j.bpa.2005.01.003.
- 33 Quasha A.L., Eger E.I. & Tinker J.H. 1980. Determination and applications of MAC. *Anesthesiology*. 53(4): 315-334. DOI: 10.1097/00000542-198010000-00008.
- 34 Sonner J.M. 2002. Issues in the Design and Interpretation of Minimum Alveolar Anesthetic Concentration (MAC) Studies. *Anesthesia and Analgesia*. 95(3): 609- 614. DOI: 10.1097/00000539-200209000-00021.

- 35 Souza M.J., Martin-Jimenez T., Jones M.P. & Cox S.K. 2009.** Pharmacokinetics of intravenous and oral tramadol in the bald eagle (*Haliaeetus leucocephalus*). *Journal of Avian Medicine and Surgery*. 23(4): 247-52. DOI: 10.1647/1082-6742-23.4.247.
- 36 Tranquilli W.J., Thurmon J.C. & Grimm K.A. 2007.** *Lumb & Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia*. Ames: Blackwell Publishing, 1192p.
- 37 Tonner P.H. 2005.** Balanced anaesthesia today. *Best Practice & Research. Clinical Anaesthesiology*. 19(3): 475-484. DOI: 10.1016/j.bpa.2005.02.005.
- 38 Varner J., Clifton K.R., Poulos S., Brodereson J.R. & Wyatt R.D. 2004.** Lack of efficacy of injectable ketamine with xylazine or diazepam for anesthesia in chickens. *Lab Animal*. 33(5): 36-39. DOI: 10.1038/labon0504-36.