



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE BACHARELADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

ANA ODILIA DE SOUSA PEDROSA

GASOMETRIA VENOSA EM GALINHAS DOMÉSTICAS (*GALLUS GALLUS DOMESTICUS*) SUBMETIDAS A DOIS PROTOCOLOS DE CONTENÇÃO QUÍMICA

AREIA

2025

ANA ODILIA DE SOUSA PEDROSA

GASOMETRIA VENOSA EM GALINHAS DOMÉSTICAS (*GALLUS GALLUS DOMESTICUS*) SUBMETIDAS A DOIS PROTOCOLOS DE CONTENÇÃO QUÍMICA

Trabalho de Conclusão de Curso em Medicina Veterinária da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof.(a) Dr.(a) Simone Bopp

AREIA

2025

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P372g Pedrosa, Ana Odilia de Sousa.

Gasometria venosa em galinhas domésticas (*Gallus gallus domesticus*) submetidas a dois protocolos de contenção química / Ana Odilia de Sousa Pedrosa. -
Areia:UFPB/CCA, 2025.

39 f. : il.

Orientação: Simone Bopp.

TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Medicina veterinária. 2. Sedação. 3. Cetamina. 4. Midazolam. 5. Opioides. 6. Aves. I. Bopp, Simone. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636.09(02)

ANA ODILIA DE SOUSA PEDROSA

GASOMETRIA VENOSA EM GALINHAS DOMÉSTICAS (*GALLUS GALLUS DOMESTICUS*) SUBMETIDAS A DOIS PROTOCOLOS DE CONTENÇÃO QUÍMICA

Trabalho de Conclusão de Curso em Medicina Veterinária da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Aprovado em: 02/10/2025.

BANCA EXAMINADORA



Prof. (a) Dr. (a) Simone Bopp (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



M.V. Dr. Jefferson Farias Cordeiro



M.V. Vanessa da Silva Torres

A todos os pacientes que em algum dia já me
ensinaram algo, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À minha família, por ter me confiado a missão de entrar nessa jornada e voltar maior, mais forte, corajosa, experiente e certa de minhas escolhas e riscos. Às minhas irmãs, Barbara e Camila, por terem sido as primeiras acadêmicas da família, e assim terem cimentado o chão em que eu caminharia em seguida, e servido de inspiração para que eu tivesse coragem e inteligência. À minha mãe, por sempre ter feito o possível para preencher as brechas que eu deixava e por ter dedicado tanto de sua vida para ver suas filhas alçando voos e realizando sonhos.

Aos meus amigos de graduação: Elissandra, Rian, Chiva, Misael, Amanda, Nyanne, dentre outros, que tornaram esta fase mais leve. Obrigada por me fortalecerem e por terem se feito presentes nos dias em que mais precisei.

À minha orientadora, Profa. Dra. Simone Bopp, por ter transmitido tanto conhecimento de forma consistente e apaixonada, ter aceitado participar da minha orientação, e ser um dos professores de maior referência e talento do curso de medicina veterinária da UFPB. Agradeço também à minha colega de estágio Any Karoline, por ter participado da realização deste trabalho, e ter sempre trazido o máximo de empolgação e alegria que pôde.

À Vanessa Torres, Alice Montenegro, Vitória Maria e Letícia Alves, por tanto terem me ensinado na medicina veterinária, e terem ativamente participado do meu processo de curiosidade e encantamento para com a anestesiologia. Sem vocês, não teria chegado até esse trabalho.

Ao grupo de extensão Medicina de Animais Silvestres e Pets Não-Convencionais, por tantas aventuras, risadas, aprendizados e experiências ao longo dos últimos anos. Em especial, agradeço ao coordenador e orientador do grupo, Rafael Lima, por ter sido o melhor mestre que podíamos ter. Agradeço a sua delicadeza, paciência, carisma, e seu jeito único de ser um dos profissionais mais brilhantes e uma das personalidades mais doces e inspiradoras que tive o prazer de conhecer.

À Almir Queiroga, por ter sido a pessoa que mais me amparou nesta fase final de graduação, onde todos os nervos estavam à flor da pele, e todas as responsabilidades pareciam se sobrepor. Você foi a pessoa que soube me fazer rir de todas as adversidades, e diminuir o peso e pressão que eu atribuía às circunstâncias,

porque viver ao seu lado é sempre uma grande aventura, e rir com você é meu momento favorito do dia.

A todos os pacientes que tive o prazer de conhecer, por terem me ensinado tanto sobre amor, gratidão, espiritualidade, resiliência e força. Trabalhar com vidas animais significa viver em uma montanha-russa de emoções, e o preparo de anos de graduação nunca é suficiente para lidar com uma profissão tão intensa, emocional e ao mesmo tempo rígida quanto a medicina veterinária. Com os pacientes, aprendi que ser veterinário significa viver com uma fonte inesgotável de amor e gratidão por aqueles que mais precisam, e menos conseguem expressar, a necessidade da nossa humanidade.

E por último, e creio que sobre todas as outras coisas, aos meus animais, alguns dos quais já não estão no mesmo plano espiritual que eu. Obrigada por terem sido a raiz do meu sonho, e por terem permanecido me fortalecendo, amando, e inspirando a ser um ser humano melhor, e uma profissional maior. Obrigada por terem me ensinado tanto, fosse na dor da perda, ou na felicidade inestimável das suas vidas.

RESUMO

A utilização de opioides, benzodiazepínicos e agentes dissociativos tem sido uma alternativa relevante na anestesia, analgesia e sedação de aves, especialmente na realização de procedimentos rápidos. Objetivou-se com este estudo avaliar as alterações no equilíbrio ácido-base em amostras de sangue venoso de 10 galinhas domésticas híbridas, submetidas a dois protocolos de contenção química diferentes: Grupo CMB - cetamina (7mg/kg), midazolam (0,5mg/kg) e butorfanol (1mg/kg) e Grupo CMM - cetamina (7mg/kg), midazolam (0,5mg/kg) e morfina (3mg/kg). Os dois protocolos foram realizados nos mesmos animais com intervalo de uma semana entre os tratamentos. As amostras foram colhidas da veia jugular antes da aplicação dos fármacos (Momento basal – M0) e 15 minutos após a administração intramuscular (M1). Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo programa R Core Team, 2023. Observou-se diminuição significativa da PO₂ e do potássio no grupo CMB e do lactato no grupo CMM. Na comparação entre os grupos, a temperatura cloacal apresentou diferença significativa nos dois momentos, sódio, cloro e cálcio ionizado em M0, e sódio e PO₂ em M1, porém sem alterações clínicas. Os demais parâmetros não apresentaram diferenças estatísticas significativas. Concluiu-se que os protocolos utilizados se mostraram eficazes e seguros na manutenção da homeostase dos animais, sem induzir desequilíbrios eletrolíticos ou ácido-básicos de relevância clínica.

Palavras-Chave: sedação; cetamina; midazolam; opioides; aves.

ABSTRACT

The use of opioids, benzodiazepines, and dissociative agents has been a relevant alternative for anesthesia, analgesia, and sedation in birds, especially for quick procedures. This study aimed to evaluate changes in acid–base balance in venous blood samples from 10 healthy domestic chickens subjected to two different chemical containment protocols: CMB Group — ketamine (7 mg/kg), midazolam (0.5 mg/kg), and butorphanol (1 mg/kg); and CMM Group — ketamine (7 mg/kg), midazolam (0.5 mg/kg), and morphine (3 mg/kg). Both protocols were performed in the same animals with a one-week interval between treatments. Samples were collected from the jugular vein before drug administration (baseline — M0) and 15 minutes after intramuscular administration (M1). The data were subjected to statistical analysis using R (R Core Team, 2023). A significant decrease was observed in PO₂ and potassium in the CMB group and in lactate in the CMM group. In the between-group comparison, cloacal temperature differed significantly at both time points; sodium, chloride, and ionized calcium at M0; and sodium and PO₂ at M1, but without clinical alterations. The remaining parameters showed no statistically significant differences. It was concluded that the protocols used were effective and safe for maintaining the animals' homeostasis, without inducing electrolyte or acid–base imbalances of clinical relevance.

Keywords: sedation; ketamine; midazolam; opioids; birds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Temperatura cloacal (T°C) de galinhas submetidas à contenção química com cetamina, midazolam e butorfanol (CMB) e cetamina, midazolam e morfina (CMM).....	25
Figura 2 - Pressão parcial de O ₂ no sangue venoso (PO ₂) de galinhas submetidas à contenção química com cetamina, midazolam e butorfanol (CMB) e cetamina, midazolam e morfina (CMM)	26
Figura 3 - Concentração de lactato (LAC) de galinhas submetidas à contenção química com cetamina, midazolam e butorfanol (CMB) e cetamina, midazolam e morfina (CMM)	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperatura cloacal (T°C), potencial hidrogeniônico (pH T), pressão parcial de CO ₂ (pCO ₂ T), pressão parcial de O ₂ no sangue venoso (pO ₂ T) e hematócrito (HCT) de galinhas submetidas à contenção química com cetamina, midazolam e butorfanol (CMB) e cetamina, midazolam e morfina (CMM)	24
Tabela 2 - Concentrações de íons sódio (Na ⁺), potássio (K ⁺), cloreto (Cl ⁻), cálcio ionizado (iCa) e glicose (Glu) de galinhas submetidas à contenção química com cetamina, midazolam e butorfanol (CMB) e cetamina, midazolam e morfina (CMM)	28
Tabela 3 - Bicarbonato (HCO ₃ ⁻), lactato (Lac), <i>Base Excess of Extracellular Fluid</i> (BE-ecf), <i>Base Excess of Blood</i> (BE-b) e ânion gap de galinhas submetidas à contenção química com cetamina, midazolam e butorfanol (CMB) e cetamina, midazolam e morfina (CMM)	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2. 1	ANATOMOFISIOLOGIA AVIÁRIA	14
2. 2	MEDICAÇÃO PRÉ-ANESTÉSICA EM AVES	15
2. 2. 1	Cetamina	16
2. 2. 2	Midazolam	17
2. 2. 3	Opióides	18
2. 3	EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO	19
3	METODOLOGIA	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS	34
	APÊNDICE A	38

1 INTRODUÇÃO

A medicina aviária tem se deparado com um considerável avanço na casuística de procedimentos clínicos e cirúrgicos, especialmente devido ao aumento do interesse na conservação da vida selvagem (Fantoni; Pinheiro, 2021) e da variedade de espécies no atendimento de aves pet (Curro, 1998). A classe das aves, entretanto, se caracteriza por inúmeras diferenças morfofisiológicas que tornam a contenção física um desafio para a realização de grande parte das intervenções de rotina, e o estresse do manejo é suficiente para alterar parâmetros importantes, e em muitos casos, levar ao óbito (Greenacre; Lusby, 2004). Desta forma, a contenção química tem se demonstrado uma conduta eficiente, rápida e prática para o manejo destes pacientes, diminuindo os níveis de estresse (Greenacre; Lusby, 2004).

Para a monitoração da segurança dos protocolos de anestesia, uma das opções viáveis é a hemogasometria, exame que fornece os valores de pH, pressão parcial de CO_2 (PCO_2), pressão parcial de O_2 (PO_2), bicarbonato (HCO_3^-) e excesso de bases (BE) do sangue venoso ou arterial, indicando possíveis distúrbios metabólicos ou ventilatórios do paciente (Massone, 2011). Para Massone (2011), o sangue arterial é a amostra de preferência, porém o sangue venoso também pode ser utilizado para análise, sendo a veia jugular o vaso de eleição para coleta, que deve ser realizada de forma anaeróbica. Para o autor, a hemogasometria tem indicação caso haja necessidade de avaliar função pulmonar e alterações de equilíbrio ácido-básico, e sua execução pode fornecer parâmetros importantes sobre a qualidade do protocolo sedativo e/ou anestésico empregado.

As vias de escolha para aplicação da anestesia em aves incluem intravenosa (IV), subcutânea (SC), intramuscular (IM), intraóssea (IO) e intranasal (IN) (Ludders, 2017). A via intravenosa apresenta desvantagens devido à dificuldade no acesso de aves menores, como aves pet (Greenacre; Lusby, 2004) e em alguns casos, pode ser substituída na MPA pela via intranasal, alternativa utilizada na medicina pediátrica humana, por proporcionar menor desconforto e ansiedade ao paciente (Vesal; Zare, 2006). A via intramuscular pode ser utilizada em aves maiores, como galinhas domésticas, devido à fácil e rápida aplicação, sendo a musculatura peitoral a área de eleição, devido à maior superfície de massa muscular (Hawkins *et al.*, 2003).

Os fármacos injetáveis apresentam vantagens como o baixo-médio custo, facilidade de aplicação, rápida administração e latência, pouca requisição de equipamentos, e mínima ou inexistente poluição do ambiente (Hawkins *et al.*, 2003). Entretanto, as desvantagens incluem a variação das dosagens de acordo com as diferentes espécies e indivíduos, os riscos de superdosagens, especialmente em aves menores, e dificuldade no controle do plano anestésico (Ludders, 2017).

Dentre os fármacos mais utilizados, tem-se a cetamina (Christensen *et al.*, 1987; Linn; Gleed, 1987), que induz a um estado de catalepsia, que, associado a relaxantes musculares, é propício para a realização de procedimentos rápidos e pouco invasivos (Cortopassi; Fantoni, 2002).

A utilização de benzodiazepínicos tem ação ansiolítica, anticonvulsivante, reduz a agressividade, e gera miorelaxamento de ação central (Massone, 2011). Também oferece maior controle sobre a sedação, devido à possibilidade de antagonização farmacológica com o flumazenil (Abou-Madi, 2001). De acordo com Fantoni e Pinheiro (2021), o midazolam é o agente benzodiazepínico mais comumente utilizado em aves, devido sua maior ação hipnótica (cerca de duas vezes mais intensa) e característica hidrossolúvel em sua formulação injetável, permitindo sua administração IM e IN, diferentemente do diazepam, cuja formulação lipossolúvel pode levar a necrose tecidual e dor, pela via intramuscular. Com relação ao tempo de latência, pela via IN, o midazolam apresenta ação sedativa por volta de 1 a 2 minutos, enquanto o diazepam leva cerca de 2 a 4 minutos; na via IM, a diferença é mais sutil, podendo levar de 4 a 8 minutos, entre o tempo de ação dos fármacos (Fantoni; Pinheiro, 2021).

Segundo Machin e Caulkett (1998), para acentuar a ação sedativa e de relaxamento muscular, o midazolam pode ser associado a anestésicos dissociativos e opioides, para aumento nos níveis de analgesia, especialmente em vias invasivas. O butorfanol é um dos fármacos de escolha, devido ao seu menor impacto na depressão respiratória dose-dependente e alterações cardiopulmonares (Ludders, 2017). Isso se dá devido à suas características de ação mista agonista-antagonista, com baixa atividade em receptores sigma, alta afinidade antagonista para receptores mu, e forte ligação agonista com os receptores kappa (Hawkins; Murphy, 2011), sendo este último associado a uma maior analgesia e menores alterações cardiopulmonares

(Machin, 2005). Por esta razão, é frequentemente associado à anestesia inalatória, com objetivo de reduzir a necessidade de anestésico volátil (Escobar *et al.*, 2012).

A utilização da morfina, assim como outros opioides agonistas de receptores mu, como a metadona e fentanil, tem utilização principalmente associada à anestesia inalatória, também com objetivo de diminuir o requerimento de anestésico volátil (Escobar *et al.*, 2014). Apesar disso, estudos indicam um menor grau de sedação, com pouca analgesia e resultados variáveis entre indivíduos (Hawkins; Murphy, 2011).

Desta forma, o presente estudo objetivou avaliar e comparar as alterações eletrolíticas e ácido/base na utilização de dois protocolos de contenção química em galinhas domésticas, visando observar principalmente diferenças entre a ação da morfina e do butorfanol. Esses dados se tornam úteis para a construção de protocolos de sedação mais seguros e eficientes aplicáveis na prática clínica e cirúrgica de aves, e consequentemente contribuindo para novas pesquisas na área.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ANATOMOFISIOLOGIA AVIÁRIA

Por ser o maior grupo de tetrápodes com espécies vivas, a classe das aves apresenta uma grande variação de características anatomofisiológicas entre as suas mais de 10.000 espécies conhecidas (Harrison; Harrison, 1994). Tal característica leva a importantes alterações no manejo, intervenção terapêutica e necessidade de estudos que se adequem às características das espécies, em comparação à classe dos mamíferos domésticos.

A galinha doméstica (*Gallus gallus domesticus*) é uma única subespécie, mas conta com mais de 300 raças distintas. Devido à sua relevância econômica e biológica, ela serve como modelo principal para a pesquisa de novos protocolos e terapias clínico-cirúrgicas (Swayne *et al.*, 2020). Por pertencerem à ordem Galliformes, família *Phasianidae* e gênero *Gallus*, seu porte robusto facilita o manejo e a contenção física e química, apresentando menores riscos em comparação a aves de ordens menores, como os passeriformes (Tully *et al.*, 2009).

De acordo com Ludders (2017), as principais alterações anatomofisiológicas que implicam desafios na anestesia de aves, estão nos sistemas pulmonar e cardiovascular, e a adequação das técnicas a essas características estão diretamente ligadas ao sucesso do protocolo.

Segundo Fantoni e Pinheiro (2021), a alta necessidade de produção energética das aves, faz com que elas apresentem um sistema respiratório diferenciado, devido ao metabolismo intenso requerido para suprir rapidamente os tecidos com oxigênio. As adaptações incluem pulmões não expansíveis, parabônquios, no lugar de alvéolos; presença de sacos aéreos como reservatórios de gases. As aves não possuem epiglote, de forma que a laringe pode ser facilmente visualizada após a tração da língua, sem a utilização de laringoscópio, na maioria das espécies. A respiração das aves pode ser nasal ou oral, e o ar é conduzido até os brônquios por uma traqueia formada por anéis cartilagosos completos, que não se expandem, e, portanto, anulam a utilização de cuff em sondas endotraqueais (Ludders, 2017). Embora haja diferenças no tamanho e formato da traqueia, seu tamanho alongado está associado a um aumento de volume de espaço morto, o que de forma compensatória, leva a um aumento do volume corrente de ar e um ritmo respiratório

mais lento com relação às outras classes, de aproximadamente um terço dos parâmetros relativos de frequência respiratória (Fantoni; Pinheiro, 2021).

Os pulmões são compactos e pequenos, representando apenas 2% do volume corpóreo total da ave, além de serem pouco expansíveis (Arent, 2010). As trocas gasosas, entretanto, ocorrem de forma rápida e eficiente, e a absorção de oxigênio nos pulmões aviários são cerca de dez vezes mais eficientes do que a observada em mamíferos, devido ao posicionamento favorável perpendicular dos capilares sanguíneos para com os capilares aéreos (Macwhirter, 2009).

Com relação ao sistema cardiovascular, de acordo com Rprece e Swenson (1996), o coração de uma ave é maior e apresenta maior frequência de batimentos por minuto, em comparação a um mamífero de mesmo tamanho. Embora haja menor resistência vascular periférica, há uma alta pressão arterial (Cubas; Rabelo, 2014). Dentre as alterações que apresentam risco na anestesia, Rprece e Swenson (1996) citam a vasodilatação cutânea durante o estresse, com a possibilidade de acidentes vasculares, devido à rigidez das paredes das artérias, e submetidas a maior pressão sistólica; e Macari *et al.* (2002) mencionam vasoconstrição em aves hipotérmicas, associadas a alterações causadas por fármacos. Além disso, Macwhirter (2009) destaca a importância dos sistemas porta-renal e porta-hepático, que fundamentam a utilização da musculatura peitoral para aplicações intramusculares. Para coleta sanguínea, devido ao maior diâmetro, sugere-se utilizar a veia jugular direita, porém há inúmeras referências na literatura de sucesso com a utilização de veias metatársicas mediais e veias braquiais (Macwhirter, 2009).

2.2 MEDICAÇÃO PRÉ-ANESTÉSICA EM AVES

De acordo com Fantoni e Pinheiro (2021), medicação pré-anestésica é aquela fornecida com o objetivo de diminuir o estresse e o medo, além de promover conforto ao paciente, antes do ato anestésico, com princípios ativos das classes dos tranquilizantes ou sedativos. Dentre as vantagens associadas ao uso de MPA, estão a diminuição das doses dos agentes inalatórios e injetáveis, facilidade na contenção física, indução e recuperação anestésica mais tranquila, e outras funções associadas ao princípio ativo, como analgesia e relaxamento muscular (Fantoni; Pinheiro, 2021).

O uso da contenção química pode ser feito previamente à anestesia geral, ou como sedativo para procedimentos simples, como exame radiográfico, reparação de feridas, laparoscopias (Cortopassi; Fantoni, 2002), retirada de anilhas, colheita de material biológico, entre outros (Fantoni; Pinheiro, 2021). Outra vantagem do uso de MPA é que se a contenção física for feita de forma inadequada, pode causar traumatismos físicos, e estresse fisiológico, que pode predispor a instabilidade cardiovascular, taquipneia e superaquecimento corpóreo do paciente, uma vez que as aves não conseguem dissipar calor através da pele (Ludders, 2017).

Apesar dessas características benéficas, o uso de medicamentos injetáveis em aves é evitado por muitos profissionais. Os motivos envolvem o pequeno porte e menor superfície muscular de algumas espécies, dificultando a administração de volume seguro, a menor diferença entre a dose anestésica e letal, em relação aos mamíferos (Guimarães; Moraes, 2000), recuperação prolongada, variação de efeitos adversos intra e interespecíficos, entre outros (Ludders, 2017).

Para Fantoni e Pinheiro (2021), os fármacos mais utilizados na MPA de aves são os benzodiazepínicos e opioides, associados frequentemente à cetamina. As autoras ainda citam a utilização comum de agonistas alfa-2-adrenérgicos; havendo poucos relatos, entretanto, do uso de fenotiazínicos.

2. 2. 1 Cetamina

O cloridrato de cetamina é um dos principais representantes da anestesia dissociativa na medicina veterinária, um tipo de sedação caracterizada pela dissociação dos sistemas talamocortical e límbico (Berry, 2015). Atua sobre receptores NMDA, opioides, monoaminérgicos e muscarínicos, produzindo efeitos de rápida latência que variam desde imobilização química rápida até quadros de anestesia geral, a depender da dose administrada (Massone, 2011). Os agentes dissociativos promovem intenso estado de sedação e hipnose, diminuindo a concentração alveolar mínima (CAM) de anestésicos inalatórios, porém oferecem diminuto relaxamento muscular, com efeitos secundários de contrações tônicas, tremores, opistótono e recuperação pós-anestésica prolongada (Mostachio *et al.*, 2008).

De acordo com Berry (2015), a aplicação intravenosa da associação de cetamina a um benzodiazepínico leva à indução anestésica em aproximadamente 45 a 90 segundos. Esta associação é frequentemente relatada na literatura, devido ao intenso efeito de indução anestésica e relaxamento muscular em aves, sendo indicada para procedimentos diagnósticos e pouco invasivos, a fim de proporcionar contenção química (Mostachio *et al.*, 2008).

2. 2. 2 Midazolam

Os benzodiazepínicos são um dos grupos de eleição na MPA de aves, devido à promoção de sedação, hipnose, relaxamento muscular, ansiólise, amnésia e potencialização da ação de adjuvantes e anestésicos, através do mecanismo potencializador da ação inibitória do ácido γ -aminobutírico (GABA), principal neurotransmissor inibitório do sistema nervoso central (Fantoni; Pinheiro, 2021). A ação ansiolítica e hipnótica dos benzodiazepínicos produz um sono semelhante ao fisiológico, e, associada à sua baixa ocorrência de efeitos periféricos importantes, torna-os agentes altamente empregados como coadjuvantes na indução anestésica (Cortopassi; Fantoni, 2002). Os fármacos mais utilizados deste grupo são o midazolam e diazepam, sendo o primeiro mais frequentemente utilizado na anestesia de aves, devido à sua maior potência sedativa, e sua formulação hidrossolúvel, não causando irritação e dor quando administrado via intramuscular, diferentemente do diazepam (Fantoni; Pinheiro, 2021).

Dentre as características relacionadas à formulação hidrossolúvel do midazolam, cita-se a administração via intranasal (IN), uma alternativa rápida, eficaz e pouco estressante na medicina aviária. Um estudo realizado por Mans *et al.* (2012), demonstrou os efeitos ansiolíticos do midazolam intranasal para reduzir o estresse na contenção física de nove papagaios-de-hispaniola (*Amazona ventralis*). Neste estudo, a dose de 2mg/kg diminuiu a vocalização das aves durante o manejo com uma toalha, em cinco dos nove animais houve ausência de vocalização, enquanto três apresentaram decúbito esternal.

2. 2. 3 Opioides

A utilização de opioides na MPA de aves tem intuito de aprofundar a sedação e promover analgesia durante a manipulação trans e pós-operatória, podendo exercer efeitos diversos nos sistemas cardiovascular e respiratório, a depender da dose, fármaco e via de aplicação (Ludders, 2017). Considerando a ação cardiovascular, podem ocorrer efeitos como bradicardia e hipotensão, sendo esta última associada em cães à liberação de histamina, após o uso intravenoso de morfina e meperidina (Massone, 2011). Já os efeitos sobre o sistema respiratório das aves são similares aos observados em outras espécies, podendo ocorrer hipoventilação, com consequente aumento da PCO_2 , levando à hipercapnia por ação direta em centro respiratório, ainda que estes efeitos sejam mais associados aos opioides potentes, como o fentanil (Fantoni; Pinheiro, 2021).

Os opioides são classificados de acordo com sua afinidade pelos receptores mu (μ), kappa (κ) e delta (δ), podendo ser agonistas puros (efeito dose-dependente), agonistas parciais (efeito teto ou platô) ou antagonistas (inibindo a ação dos agonistas) (Kukanich; Wiese, 2017). De acordo com Fantoni e Pinheiro (2021), ao longo dos anos, estudos comprovaram que as aves possuíam um número muito elevado de receptores kappa, em detrimento de receptores mu, de forma que acreditou-se erroneamente que estas espécies respondiam bem apenas aos opioides com afinidade aos receptores kappa, como butorfanol e nalbufina. De acordo com as autoras, entretanto, estudos atuais demonstram a viabilidade de outros fármacos, como a morfina e o fentanil.

O butorfanol foi o opioide mais utilizado em estudos nestas espécies, e é, até os dias atuais, um dos agentes opióides mais empregados na anestesia de aves, tanto por sua ligação aos receptores kappa (agonista kappa e antagonista parcial mu), quanto pela sua razoável segurança. O butorfanol apresenta vantagens, como menor depressão respiratória dose-dependente e efeito teto, em comparação aos agonistas de receptores mu, sendo indicado em protocolos pré-cirúrgicos, por não causar grandes alterações cardiopulmonares durante a anestesia (Hawkins; Murphy, 2011). Sua ação, entretanto, tem curto tempo de meia-vida plasmática, o que o torna mais indicado para procedimentos simples e MPA, do que para analgesia propriamente dita (Fantoni; Pinheiro, 2021).

Já a morfina possui afinidade para os três receptores opióides (μ , κ e σ), porém se destaca como um agonista μ puro, possui uma curva de ação dose-dependente e tem efeitos intensos na analgesia e euforia, bem como sedação e depressão respiratória (Massone, 2011). Sua via de eleição é intramuscular (IM), porém sua utilização em aves ainda é reduzida, devido ao menor número de estudos e aos efeitos colaterais de depressão respiratória e incoordenação motora (Hawkins; Murphy, 2011).

2.3 EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE

De acordo com Muir (2015), a manutenção da homeostase é um dos principais objetivos de uma anestesia segura, e envolve a atividade integrada da função pulmonar, renal, do trato gastrointestinal e do fígado, sendo as diferenças individuais na produção de ácido carbônico (CO_2) e íons de hidrogênio (H^+) influenciados pela dieta, taxa metabólica basal e temperatura corporal do indivíduo.

A partir da segunda semana de vida, refere-se que o ambiente ideal para as aves varia de temperatura entre 20-25°C, com umidade relativa de 50-70% (Tinoco, 1995), fazendo com que o controle térmico seja uma questão altamente discutida na avicultura de produção. O aumento ou diminuição da temperatura, para além dos níveis considerados termoneutros, desencadeia processos metabólicos compensatórios para a manutenção da homeostase, e essa reação caracteriza um estado de estresse térmico (Cunningham; Klein, 2004). Em consequência à anestesia, entretanto, é mais comum o quadro de hipotermia, devido a condições como soluções de limpeza (água ou álcool), fármacos que levam à vasodilatação (a exemplo dos fenotiazínicos) e relaxantes musculares (bloqueadores neuromusculares) (Muir, 2015).

O aumento da frequência respiratória em aves é responsável por cerca de 80% da perda de calor acima de 30°C (Tavares *et al.*, 2021), sendo um mecanismo eficiente para a dissipação do calor, porém, a hiperventilação leva a um excesso de excreção de gás carbônico, levando a uma diminuição dos níveis sanguíneos do mesmo, podendo levar a quadros de alcalose respiratória (Furlan, 1999). O processo de redução endógena dos níveis de CO_2 leva à redução de ácido carbônico (H_2CO_3) íons

H⁺ (Bottje, 1983) aumentando o pH sanguíneo das aves, que em situações de homeostase, variam entre 7,2 a 7,3 (Teeter *et al.*, 1985).

A hemogasometria surge como uma opção para a observação das alterações paramétricas que possam afetar a homeostase do paciente, e é uma ferramenta importante para a anestesia e sedação, pois fornece informações sobre a segurança ventilatória e metabólica do protocolo, e das inúmeras situações patológicas que podem afetar o equilíbrio ácido-base (Massone, 2011). Os dados obtidos a partir da hemogasometria podem indicar quadros de alcalose e acidose sanguínea, e estas alterações são classificadas de acordo com sua causa em distúrbios metabólicos ou respiratórios (Massone, 2011). De acordo com o autor, os distúrbios metabólicos são causados por excesso ou déficit relativo de ácidos solúveis no sangue, a exemplo de uma acidose metabólica pelo acúmulo de ácido láctico, levando a alterações primárias dos níveis de bicarbonato do sangue. Por outro lado, os distúrbios respiratórios são causados por excesso ou déficit relativo de ácidos voláteis (CO₂), resultando em alterações primárias na pressão parcial de CO₂ do sangue PCO₂.

3 METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Hospital Veterinário do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB. Foram utilizadas 10 galinhas domésticas (*Gallus gallus domesticus*) da raça *New Hampshire*, com peso médio e desvio-padrão de $1,459 \pm 0,17$ kgs, adultas, provenientes de criação particular, e consideradas híginas, por meio de exame clínico e hemograma. As aves permaneceram soltas em ambiente controlado, atendendo às normas de bem-estar durante todo o experimento. Também passaram por um período de adaptação de cinco dias, antes do início do experimento, com manejo reduzido, ração balanceada duas vezes ao dia e água *ad libitum*, exceto nas seis horas antes do início do experimento, quando ficaram em jejum.

Os animais foram identificados individualmente através de fitas coloridas nos membros pélvicos, e pesados em ambos os dias do experimento. Logo após a pesagem, os animais foram aclimatados em sala climatizada a 23°C, por aproximadamente 30 min, em um ambiente sem pessoas ou outros animais, com o objetivo de reduzir os níveis de estresse. As 10 galinhas foram submetidas aos dois protocolos, com intervalo de 7 dias de carência, entre eles. Grupo CMM: Cetamina (Cetamin®, Syntec) 7mg/kg, Midazolam (Hipolabor LTDA) 0,5mg/kg e Morfina (Hipolabor LTDA) 3mg/kg e Grupo CMB: Cetamina 7mg/kg, Midazolam 0,5mg/kg e Butorfanol (Butorfin®, Vetnil) 1mg/kg.

Passado o período de aclimação, realizou-se coleta de 0,5 mililitros de sangue venoso, através de veia jugular, uma ave por vez, utilizando seringa descartável de 1ml lavada com heparina, sendo este considerado o momento basal (M0). Após a coleta, a temperatura cloacal da ave foi aferida, e a amostra analisada em equipamento de hemogasometria, modelo Stat Profile Prime®, empresa Nova Biomedical. Na sequência cada ave foi submetida ao protocolo em estudo (CMM ou CMB) por via intramuscular na musculatura peitoral superficial. Após 15 minutos da administração, uma nova amostra de sangue venoso foi coletada para análise hemogasométrica, bem como aferição da temperatura cloacal (M1).

Os parâmetros hemogasométricos avaliados em M0 e M1 foram: potencial hidrogeniônico (pH), pressão parcial de oxigênio (pO₂), pressão parcial de dióxido de carbono (pCO₂), bicarbonato (HCO₃), hematócrito (HCT), sódio (Na⁺), potássio (K⁺),

cloreto (Cl^-), cálcio ionizado (iCa), glicose (GLU), lactato (LAC), excesso de base em fluido extracelular (BE-ecf), excesso de base no sangue (BE-b), e ânion *gap*.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo programa R Core Team 2023. Os dados foram testados para normalidade com teste Shapiro Wilk, e os parâmetros simétricos foram submetidos à análise de variância ANOVA, seguido pelo pós-teste de Tukey. Para os dados assimétricos, foi realizado teste de Kruskal Wallis, seguido de pós-teste de Mann-whitney, para comparação entre tempos e grupos. Os dados simétricos foram expressos como média $\pm$ desvio padrão, e os dados assimétricos expressos como mediana junto ao valor mínimo e máximo. As diferenças estatísticas foram consideradas significativas quando $p \leq 0,05$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, a temperatura apresentou diferença estatística entre os grupos ($p < 0.001$), no qual o grupo CMB apresentou valores médios menores do que o grupo CMM (Tabela 1 e figura 1). Este fator pode ser atribuído pelo maior tempo de aclimação dos animais do grupo CMB, em sala climatizada a 23° C. Não houve variação significativa entre os momentos em ambos os grupos e os valores permaneceram dentro da faixa fisiológica descrita para a espécie, entre 39 °C e 42 °C (Feitosa, 2014).

Em relação ao pH sanguíneo corrigido pela temperatura do animal (pH T), a literatura atribui valores entre 7,2 e 7,57 para a espécie (Borges, 2001). Os dados se mantiveram dentro do intervalo fisiológico, e não houve diferença estatística significativa entre os grupos ou entre os momentos de avaliação (Tabela 1).

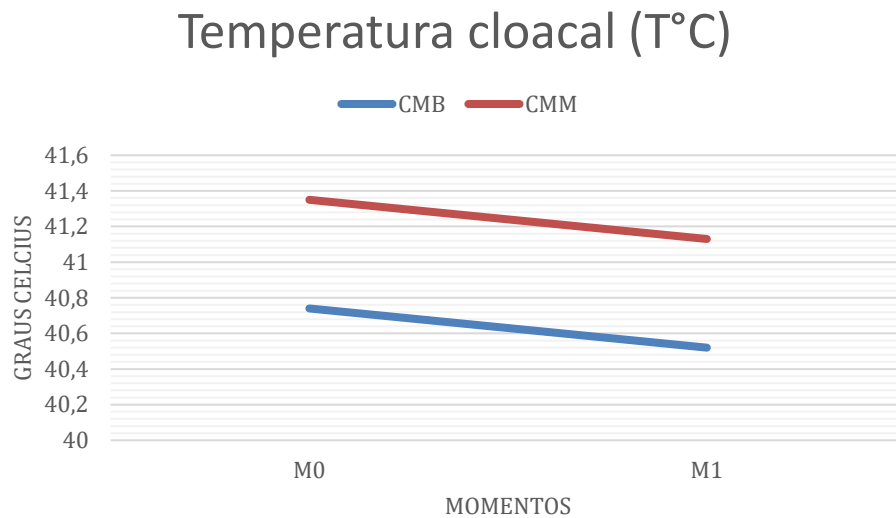
A $p\text{CO}_2$ corrigida pela temperatura é um dos principais parâmetros observados na hemogasometria, e reflete principalmente a função respiratória. O aumento excessivo da $p\text{CO}_2$, denominado hipercapnia, indica a dificuldade na eliminação eficiente do CO_2 , geralmente associado à hipoventilação, e cuja principal consequência é o quadro de acidose respiratória, com queda no pH sanguíneo devido ao aumento na produção de ácido carbônico (H_2CO_3) (Massone, 2011). De acordo com Massone (2011), além da acidose respiratória, a hipercapnia pode causar elevação da pressão intracraniana, intraocular e estimulação cardiovascular generalizada (taquicardia e hipertensão). Por outro lado, a diminuição da $p\text{CO}_2$ indica eliminação excessiva do CO_2 , e é chamada de hipocapnia. Sua principal causa é a hiperventilação, e a principal consequência associada é a alcalose respiratória, que leva ao aumento do pH sanguíneo e redução compensatória do HCO_3^- no líquido extracelular (plasma e interstício) (Massone, 2011). No presente estudo, não se observou diferenças estatísticas significativas entre os momentos ou entre os grupos (Tabela 1).

Tabela 1 Temperatura cloacal (T° C), potencial hidrogeniônico (pH T), pressão parcial de CO₂ (pCO₂ T), pressão parcial de O₂ (pO₂ T) e hematócrito (HCT) de galinhas submetidas à contenção química com cetamina, midazolam e butorfanol (CMB) e cetamina, midazolam e morfina (CMM).

MOMENTOS				
	GRUPOS	M0	↓	M1
T° C	CMB	40,74 ^{Aa}		40,52 ^{Aa}
	DP	0,36		0,74
	CMM	41,35 ^{Ba}		41,13 ^{Ba}
	DP	0,18		0,51
pH T	CMB	7,46		7,47
	DP	0,04		0,03
	CMM	7,44		7,45
	DP	0,03		0,02
pCO ₂ T	CMB	36,1		36,0
	DP	4,47		4,59
	CMM	38,1		35,8
	DP	4,22		4,78
pO ₂ T	CMB	72,5 ^{Aa}		63,3 ^{Ab}
	[Min-Máx]	[68,0-77,4]		[35,0-68,3]
	CMM	69,3 ^{Aa}		72,1 ^{Ba}
	[Min-Máx]	[55,7-85,2]		[65,3-79,6]
HCT	CMB	21,7%		21,4%
	DP	2,06%		2,07%
	CMM	22,7%		22,6%
	DP	2%		2,59%

Valores simétricos demonstrados por média e desvio padrão. Valores assimétricos demonstrados por mediana e valores mínimos e máximos. A seta indica o momento da aplicação dos fármacos. Medianas e médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si. Medianas e médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si.

Figura 1 Temperatura cloacal (T°C) de galinhas submetidas à contenção química com cetamina, midazolam e butorfanol (CMB) e cetamina, midazolam e morfina (CMM).

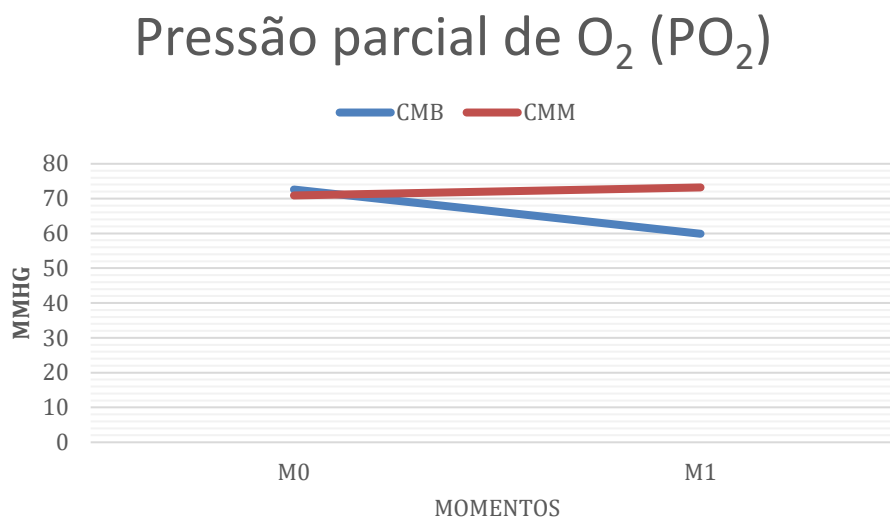


Fonte: elaborado pelo autor

A pO_2 no sangue venoso periférico reflete a extração de oxigênio pelos tecidos na região drenada pela veia puncionada. Em condições normais, a PO_2 venosa média é de cerca de 35–45 mmHg (dependendo da espécie) (Ewart, 2011). No grupo CMB, foi observada uma queda significativa de M0 para M1 ($p = 0.00033$), o que também levou a diferença estatística entre os grupos em M1 ($p < 0.01$) (Tabela 1, figura 2).

Ao longo de décadas, estudos observaram uma maior quantidade de receptores *kappa* em aves, em comparação aos demais receptores opioides. Mansour *et al.* (1988) observaram, através de radiomarcadores, os receptores opioides nos cérebros de aves, identificando uma prevalência de 76% de receptores *kappa* no tecido radiomarcado do prosencéfalo de pombos. Segundo Ludders (2017), estas informações indicam um efeito sedativo e analgésico mais potente na ação do butorfanol, que é agonista *kappa*, em comparação à ação da morfina, agonista *mu*, em espécies de aves, o que explicaria a diminuição da pO_2 observada no grupo CMB. Apesar da diminuição da pO_2 , o lactato também diminuiu, sinal de que não houve hipóxia tecidual clinicamente relevante, portanto, os valores obtidos, associados aos demais parâmetros analisados, não indicam quadros de desequilíbrio ácido-base.

Figura 2 Pressão parcial de O₂ no sangue venoso (PO₂) de galinhas submetidas à contenção química com cetamina, midazolam e butorfanol (CMB) e cetamina, midazolam e morfina (CMM).



Fonte: elaborado pelo autor

Os dados relacionados ao HCT apresentaram-se sem diferença estatística significativa entre os grupos e entre os momentos. O HCT é a porcentagem do volume total de sangue que é composta por glóbulos vermelhos, sua variação é geralmente causada pela diminuição do volume plasmático (hemoconcentração), aumento do mesmo (hemodiluição), anemia ou policitemia (Brooks *et al.*, 2022). Nenhuma destas alterações foi vista no presente estudo.

Dentre os eletrólitos, observou-se diferença estatística na concentração de potássio no grupo CMB, com redução considerável de M0 para M1 ($p = 0.008$) (Tabela 2). Pode-se associar essa diferença ao estresse do manejo e redistribuição de potássio para as células. Por serem mais propensas ao estresse, em situações de manejo e contenção, é comum em aves a liberação de adrenalina, que pode ativar a bomba de sódio e potássio nas membranas celulares, enviando o potássio sanguíneo para dentro das células (Harvey, 2012). Antes do protocolo de sedação, foram observados comportamentos indicativos de estresse, como o bater compulsivo de asas, vocalização e amontoamento, que foram menos observados no segundo dia de experimento, antes do protocolo CMM. O efeito de redistribuição do potássio é transitório, e pode resultar em uma falsa hipopotassemia na análise da amostra.

O sódio apresentou diferença estatística entre os grupos, tanto em M0 quanto em M1. Diferenças estatisticamente significativas entre os grupos também foram observadas na concentração de cloro e cálcio ionizado, em M0 (Tabela 2). As diferenças apresentadas desde M0 (antes da aplicação dos fármacos) indicam perfis distintos entre os animais, não decorrentes de efeito farmacológico.

As concentrações de sódio, cloro e cálcio ionizado são cruciais para a avaliação do balanço hidroeletrolítico e a interpretação de distúrbios ácido-base, especialmente quando associadas a condições como o estresse calórico e o manejo. O sódio é o principal íon responsável pela osmolaridade plasmática e é fundamental para o cálculo do anion gap, auxiliando no diagnóstico de acidoses metabólicas de causa desconhecida; já o cloro, o ânion mais abundante, é essencial para manter a neutralidade elétrica (Massone, 2011). Sua alteração pode indicar hipocloremia, que está frequentemente ligada à alcalose metabólica, ou hiperclorêmia, que aponta para uma acidose metabólica hiperclorêmica, ambas de grande relevância clínica em aves, devido à sua alta sensibilidade metabólica (Massone, 2011). O cálcio ionizado é particularmente importante em aves, já que esta espécie possui mecanismos complexos de regulação de cálcio, especialmente em fêmeas em postura, que mobilizam grandes quantidades de cálcio para a formação da casca do ovo (Brito, 2021). Alterações em seu nível, como a hipocalcemia, podem estar ligadas a deficiências nutricionais, doenças renais ou, em menor grau, a distúrbios de pH que alteram a distribuição iônica (Brito, 2021). Nenhuma dessas alterações foi observada durante o presente estudo.

Estudos em cães demonstram que fármacos como cetamina, butorfanol e outros opióides promovem alterações neuro-hormonais e metabólicas semelhante ao estresse, levando a um aumento das concentrações plasmáticas de epinefrina, cortisol e glicose (Butterfield *et al.*, 2005). No presente estudo, observou-se aumento discreto nos níveis de glicemia em ambos os grupos, de M0 para M1, sendo o aumento ainda maior no grupo CMB, porém sem diferença estatística. Os achados corroboram com os estudos descritos na literatura, porém não apresentam diferença estatística significativa entre momentos ou grupos (Tabela 2).

Tabela 2 Concentrações de íons de sódio (Na^+), potássio (K^+), cloreto (Cl^-), cálcio ionizado (iCa) e glicose (Glu) de galinhas submetidas à contenção química com cetamina, midazolam e butorfanol (CMB) e cetamina, midazolam e morfina (CMM).

MOMENTOS			
GRUPOS		M0	↓ M1
Na^+	CMB [Min-Máx]	153,8 ^A [150,4-156,3]	153,8 ^A [149,8-170,2]
	CMM [Min-Máx]	150 ^B [147,0-152,4]	151,1 ^B [148,5-156,0]
K^+	CMB [Min-Máx]	4,12 ^a [3,65-4,42]	3,68 ^b [2,33-4,17]
	CMM [Min-Máx]	4,13 ^a [3,59-5,02]	3,77 ^a [3,37-4,28]
Cl^-	CMB [Min-Máx]	120,8 ^A [117,9-123,7]	119,95 ^A [117,3-128,0]
	CMM [Min-Máx]	118,15 ^B [115,1-119,3]	117,7 ^A [115,9-122,1]
iCa	CMB [Min-Máx]	1,05 ^A [1,00-1,24]	1,02 ^A [0,39-1,31]
	CMM [Min-Máx]	1,26 ^B [1,14-1,37]	1,22 ^A [0,77-1,35]
Glu	CMB [Min-Máx]	198 [164,0-214,0]	212 [126,0-232,0]
	CMM [Min-Máx]	197 [183,0-222,0]	207 [186,0-228,0]

Valores assimétricos demonstrados por mediana e valores mínimos e máximos. A seta indica o momento da aplicação dos fármacos. Medianas seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si. Medianas seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si.

O bicarbonato (HCO_3^-)/ácido carbônico (H_2CO_3) é o sistema tampão de maior importância no líquido extracelular (sangue e fluido intersticial), sendo altamente eficaz em reduzir alterações no pH por atuar como um sistema aberto, no qual um dos componentes (CO_2) é rapidamente (poucos minutos) eliminado pelos pulmões por meio da ventilação alveolar, e representa a primeira linha de defesa do organismo contra mudanças no pH (Massone, 2011). Embora tenha ocorrido um discreto aumento na mediana em M1 do grupo CMB, não houve diferença estatística considerável entre os dados, sendo assim um achado com pouca relevância clínica (Tabela 3).

O excesso de base (BE) é um dos principais parâmetros analisados na gasometria juntamente com o HCO_3^- , visto que ele oferece uma visão indicativa do componente metabólico dos distúrbios acidobásicos. De acordo com Ewart (2011), convencionalmente, o total de base tampão tem uma variação normal de +3 a -3 mM/l, onde valores de BE maiores que +3 mM/l indicam excesso de bases com relação à quantidade de ácidos não voláteis (ácidos no organismo que não sejam CO_2 , como ácido láctico, ácido acetoacético e ácido β -hidroxibutírico), possível indicativo de alcalose metabólica. Ainda segundo a autora, ao contrário, valores de BE menores do que -3 mM/l indicam bases insuficientes com relação à carga de ácidos não voláteis, um indício de acidose metabólica.

Dentro do BE, os parâmetros que quantificam o componente metabólico podem ser o BE-ecf (*Base Excess of Extracellular Fluid*) e BE-b (*Base Excess of Blood*). O BE-b avalia o excesso de base na amostra de sangue total, desconsiderando o efeito de tamponamento de todo o fluido extracelular do organismo (Ewart, 2011). Em contrapartida, o BE-ecf ajusta o valor do excesso de base para refletir de forma mais acurada o estado do paciente, levando em conta a influência da diluição e a capacidade de tamponamento no espaço extracelular, sendo assim uma medida de maior relevância clínica e confiabilidade (Nelson; Couto, 2015). No presente estudo, observou-se variações individuais entre os animais, tanto no grupo CMB quanto no Grupo CMM, em M0 e M1, para além dos parâmetros considerados fisiológicos na literatura veterinária – não específica para aves –, porém sem diferença significativa entre grupos e momentos (Tabela 3).

O ânion *gap*, calculado a partir dos eletrólitos concentrados no sangue, é um parâmetro utilizado como auxílio no diagnóstico de acidose causada por excesso de ácidos orgânicos. De acordo com Massone (2011), a lei da eletroneutralidade afirma que todos os ânions do organismo são anulados pela presença de todos os cátions, sem diferença entre eles. Porém, na prática clínica, observa-se uma diferença entre a soma dos cátions (Na^+ e K^+) e a soma dos ânions (Cl^- e HCO_3^-), sendo este intervalo denominado ânion *gap*, ou intervalo aniônico. De acordo com Ewart (2011), o valor do ânion *gap* indica a presença de ânions não mensuráveis, oriundos de ácidos fixos, como o lactato. A sua elevação é um sinal importante de acidose metabólica com ânion *gap* aumentado, que pode ser causada por acúmulo de ácidos endógenos pela ingestão de toxinas (Nelson; Couto, 2015). Para cães e gatos, o ânion *gap* está situado

entre 12 a 24 mEq/l, e a fórmula é calculada como: ânion *gap* = $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$ (Massone, 2011). As variações observadas entre os valores analisados em M0 e M1 dos grupos CMB e CMM não demonstraram diferenças significativas estatisticamente, portanto sem grandes alterações clínicas de caráter ácido-base.

A mensuração dos níveis séricos de lactato direciona o diagnóstico de hipoxemia, hipoperfusão tecidual e consequente acidose metabólica. O lactato, ou ácido láctico, é um subproduto do metabolismo anaeróbio da glicose, e em condições normais, é produzido em baixa quantidade pelo organismo. Entretanto, quando há déficit de oxigênio nos tecidos, essa produção é aumentada, e seu excesso é denominado hiperlactatemia, sendo um sinal de gravidade do quadro, e possível choque (Nelson; Couto, 2015).

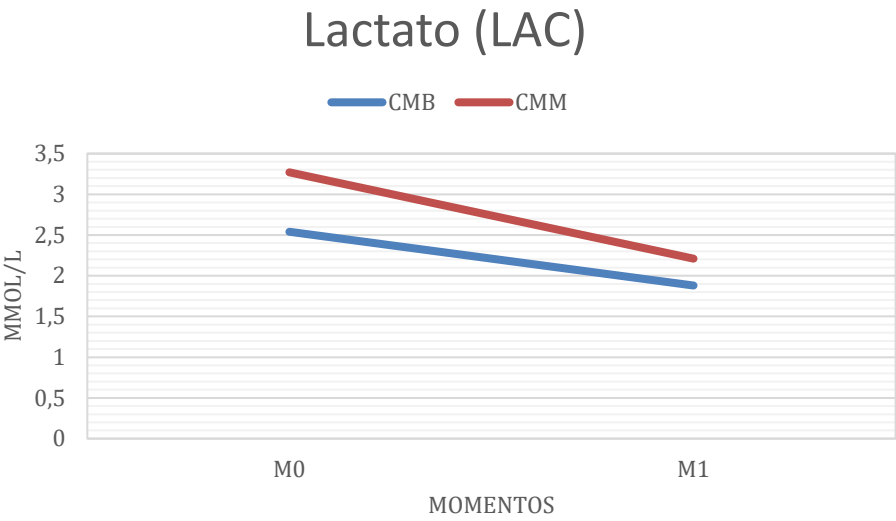
No presente estudo, houve diminuição dos valores médios de lactato sérico após a aplicação da MPA, em ambos os grupos, porém com diferença estatística apenas no grupo CMM ($p = 0.0024$), conforme observado na tabela 3 e na figura 3. Segundo Ewart (2011), a redução nos valores sanguíneos de lactato indica uma resposta positiva ao tratamento, sugerindo melhora na ventilação e oxigenação dos tecidos. Considerando que as alterações já estavam presentes antes do protocolo instituído, sugere-se que o aumento inicial possa ter sido causado pelo estresse associado ao manejo e à contenção.

Tabela 3 Bicarbonato (HCO_3^-), lactato (Lac), *Base Excess of Extracellular Fluid* (BE-ecf), *Base Excess of Blood* (BE-b) e ânion gap de galinhas submetidas à contenção química com cetamina, midazolam e butorfanol (CMB) e cetamina, midazolam e morfina (CMM).

MOMENTOS			
GRUPOS		M0	↓ M1
HCO_3^-	CMB [Min-Máx]	24,65 [20,9-28,2]	26,45 [16,6-28,9]
	CMM [Min-Máx]	25 [20,4-29,6]	25,05 [18,3-28,7]
BE-ecf	CMB [Min-Máx]	1,82 [-2,2-5,3]	2,5 [-7,7-6,3]
	CMM [Min-Máx]	1,91 [-2,8-6,7]	1,22 [-4,5-5,6]
BE-b	CMB	2,73	3,45
	DP	2,26	3,52
	CMM	2,82	2,18
	DP	2,24	2,66
Ânion gap	CMB [Min-Máx]	12,16 [8,7-14,6]	12,68 [7,5-28,0]
	CMM [Min-Máx]	11,91 [6,5-13,9]	12,41 [7,6-19,1]
Lac	CMB	2,54 ^a	1,88 ^a
	DP	0,75	0,51
	CMM	3,27 ^a	2,21 ^b
	DP	0,97	0,99

Valores simétricos demonstrados por média e desvio padrão. Valores assimétricos demonstrados por mediana e valores mínimos e máximos. A seta indica o momento da aplicação dos fármacos. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si.

Figura 3 Concentração de lactato (LAC) de galinhas submetidas à contenção química com cetamina, midazolam e butorfanol (CMB) e cetamina, midazolam e morfina (CMM).



Fonte: elaborado pelo autor

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que ambas as associações de cetamina e midazolam com butorfanol ou morfina, nas doses utilizadas neste estudo, foram seguras para o uso em galinhas domésticas (*Gallus gallus domesticus*) pois não apresentaram alterações ácido-base e eletrolítica relevantes.

O grupo CMB apresentou redução significativa da pressão parcial de oxigênio venoso e do potássio, alterações atribuídas ao estresse do manejo e ao perfil farmacodinâmico do butorfanol. Já no grupo CMM, verificou-se diminuição estatisticamente significativa nos valores de lactato, sugerindo melhor ventilação e oxigenação tecidual. Vê-se a necessidade de novos estudos para análise de outras variáveis hemogasométricas em galinhas, contemplando diferentes protocolos anestésicos e novos momentos de avaliação, permitindo melhor compreensão sobre a fisiologia aviária.

REFERÊNCIAS

- ABOU-MADI, N. Avian anesthesia. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 4, n. 1, p. 147-167, 2001.
- ARENT, L. R. Anatomia e Fisiologia das Aves. *In*: COVILLE, E.; BASSERT, J. M. **Anatomia e Fisiologia Clínica para Medicina Veterinária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 414-454
- BERRY, S. H. Injectable Anesthetics. *In*: GRIMM, K. A. *et al.* (ed.). **Veterinary Anesthesia and Analgesia**: Lumb and Jones. 5. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2015. cap. 15, p. 277-296.
- BORGES, S.A. **Balço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico**. 2001. 97 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) — Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.
- BOTTJE, W. G. *et al.* Effect of acute heat stress on blood flow in the coeliac artery of Hubbard cockerels. **Poult. Sci.**, Champaign, v.62, p.1386-7, 1983.
- BRITO, L. F. P. **Interpretação da Gasometria Arterial e Venosa na Rotina da Clínica Veterinária**. 2021. 76 f. Monografia (Especialização em Clínica Médica e Cirúrgica de Cães e Gatos) – Universidade de Uberaba, Uberaba, 2021.
- BROOKS, M. B. *et al.* **Schalm's veterinary hematology**. 7th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2022.
- BUTTERFIELD, B. R. *et al.* Influence of medetomidine on stress-related neurohormonal and metabolic effects caused by butorphanol, fentanyl, and ketamine administration in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 226, n. 9, p. 1515-1520, 2005.
- CHRISTENSEN, J. *et al.* Comparison of various anesthetic regimens in the domestic Fowl. **Am J Vet Res**, v.48, n.11, p.1649 - 1657, 1987.
- CORTOPASSI, S. R. G.; FANTONI, D. T. **Anestesia em cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2002.
- CUBAS, Z. S.; RABELO, R. C. Terapêutica de Emergência em Aves. *In*: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens**. 2. ed. São Paulo, SP: Editora Roca, vol 2, p. 1898-1946, 2014
- CUNNINGHAM, J. G.; KLEIN, B. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. (3. ed.). Guanabara: São Paulo, 2004. 596 p.
- CURRO, T. G. Anesthesia of pet birds. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 7, n. 1, p. 10-21, 1998.

ESCOBAR, A. J. *et al.* Cardiopulmonary effects of butorphanol in sevoflurane-anesthetized guineafowl (*Numida meleagris*). **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 41, n. 3, p. 284-289, 2014.

ESCOBAR, A. J. *et al.* Effects of butorphanol on the minimum anesthetic concentration for sevoflurane in guineafowl (*Numida meleagris*). **American Journal of Veterinary Research**, v. 73, n. 2, p. 183-188, 2012.

EWART, S. L. Homeostase Acidobásica. *In*: CUNNINGHAM, J. G.; KLEIN, B. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. cap. 52.

FANTONI, D. T.; PINHEIRO, R. S. **Anestesia em Aves**. São Paulo: MedVet, 2021.

FEITOSA, F. L. **Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2014.

FURLAN, R. L. *et al.* Alterações hematológicas e gasométricas em diferentes linhagens de frangos de corte submetidos ao estresse calórico agudo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 77-84, 1999

GREENACRE, C. B.; LUSBY, A. L. Physiologic responses of Amazon parrots (*Amazona* species) to manual restraint. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 18, n. 1, p. 19-22, 2004.

GUIMARÃES, L. C.; MORAES, A. N. Anestesia em aves: agentes anestésicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 1073-1081, 2000.

HARRISON, G. J.; HARRISON, T. L. **Avian Medicine: Principles and Application**. Palm Beach, FL: Wingers Publishing, 1994.

HARVEY, J. W. Avian hematology and biochemistry. *In*: THRALL, M. A. *et al.* **Veterinary Hematology and Clinical Chemistry**. 2nd ed. Ames: Blackwell Publishing, 2012. p. 287-288.

HAWKINS, M. G. *et al.* Pharmacokinetics and anesthetic and cardiopulmonary effects of propofol in red-tailed hawks (*Buteo jamaicensis*) and great horned owls (*Bubo virginianus*). **American Journal of Veterinary Research**, v. 64, n. 6, p. 677-683, 2003.

HAWKINS, M. G.; PAUL-MURPHY, J. R. Avian analgesia. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 14, n. 1, p. 61-80, 2011.

KUKANICH, B.; WIESE, A. J. Opioides. *In*: LUMB, W. V.; JONES, E. W. **Anestesiologia e analgesia em veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. cap. 11. p. 207-226.

LINN, K. A.; GLEED, R. D. Avian and wildlife anesthesia. *In*: SHORT, C. E. (Ed.). **Principles & practice of veterinary anesthesia**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1987. cap. 5, p. 322-329.

- LUDDERS, J. W. Anestesiologia e analgesia comparada de aves. *In*: LUMB, W. V.; JONES, E. W. **Anestesiologia e analgesia em veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. cap. 43. p. 2339-2385.
- MACARI, M.; BOIAN, M. L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.
- MACHIN, K. L. Analgesia in birds. **Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian – North American Edition**, v. 27, n. 4, p. 299-309, 2005.
- MACHIN, K. L.; CAULKETT, N. A. Cardiopulmonary effects of propofol and a medetomidine-midazolam-ketamine combination in mallard ducks. **American Journal of Veterinary Research**, v. 59, n. 5, p. 598-602, 1998.
- MACWHIRTER, P. Anatomia, Fisiologia e Nutrição Básicas. *In*: TULLY JR, T. N.; DORRESTEIN, G. M.; JONES, A. K. (Ed.). **Clínica de aves**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. cap. 3, p. 22-48.
- MANS, C. *et al.* Sedation and physiologic response to manual restraint after intranasal administration of midazolam in Hispaniolan Amazon parrots (*Amazona ventralis*). **J Avian Med Surg**, v. 26, n. 3, p. 130-9, Sep 2012. ISSN 1082-6742. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23156974> >. Acesso em 15 de agosto de 2025.
- MANSOUR, A. *et al.* Anatomy of CNS opioid receptors. **Trends in Neurosciences**, [S. l.], v. 11, n. 7, p. 308-314, 1988.
- MASSONE, F. **Anestesiologia veterinária: farmacologia e técnicas**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
- MOSTACHIO, G. Q.; de-OLIVEIRA, L. D.; CARCIOFI, A. C.; VICENTE, W. R. R. The effects of anesthesia with a combination of intramuscular xylazine–diazepam–ketamine on heart rate, respiratory rate and cloacal temperature in roosters. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**. v.35, n.3, p.232–236. 2008.
- MUIR, W. W. Fisiologia Acidobásica. *In*: LUMB, J. V.; JONES, E. P. (Ed.). **Anestesia Veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. Cap. 10. p. 185-210.
- NELSON, R. W.; COUTO, C. G. **Medicina Interna de Pequenos Animais**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- RPRECE, W. C; SWENSON, M. J. **Dukes - Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- SWAYNE, D. E. *et al.* **Diseases of Poultry**. 14. ed. Ames, Iowa: Wiley Blackwell, 2020.
- TAVARES, B. *et al.* Estratégias nutricionais para frangos de corte submetidos ao estresse térmico. *In*: Congresso Nacional de Zootecnia, 2., 2021, Online. **Anais eletrônicos...** [S. l.]: Anais Científicos, 2021. p. 423-431.
- TEETER, R. G. *et al.* Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. **Poult. Sci.**, v.64, p.1060-1064, 1985.

TINÔCO, I. F. Estresse calórico - meios naturais de condicionamento. *In: **Simpósio Internacional Sobre Ambiência E Instalação Na Avicultura Industrial***, 1995, Curitiba. Campinas: FACTA, p. 99-108. 1995.

TULLY, T. N. *et al.* **Avian Medicine**. London: Saunders, 2009.

VESAL, N.; ZARE, P. Clinical evaluation of intranasal benzodiazepines, alpha-agonists and their antagonists in canaries. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 33, n. 3, p. 143-148, 2006.

APÊNDICE A – TABELAS DE PARÂMETROS POR INDIVÍDUO

GRUPO CMB											
M0	GALINHA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	T°C	41,4	40,4	40,3	40,9	40,7	40,9	40,8	40,7	40,2	41,1
	pH T	7,449	7,473	7,495	7,418	7,496	7,51	7,413	7,461	7,439	7,42
	pCO ₂ T	35,8	30,9	32,6	44,7	36,6	34,9	40,5	29,9	36,8	38,7
	pO ₂ T	68	70,4	69,1	73,2	74,9	72,1	72,9	77,4	72	76,9
	HCO ₃	24,2	22,3	24,8	28,2	27,8	27,3	25,2	20,9	24,5	24,4
	HCT	19,00%	21,00%	24,00%	22,00%	22,00%	22,00%	22,00%	22,00%	25,00%	18,00%
	Na	156,2	152,9	153,7	150,8	154	151,2	156,3	150,4	153,9	155,4
	K	3,65	4,02	3,67	4,23	4,13	4,35	4,42	4,12	4,21	4,06
	Cl	121	121,3	119,9	118,1	119,3	117,9	123,7	121,6	120,6	121,5
	iCa	1,03	1	1,08	1,24	1	1,22	1,02	1,1	1,18	0,95
	Glu	198	189	214	207	184	198	195	208	201	164
	Lac	2,3	1,1	3	3	2	2,1	3,3	2,2	3,7	2,7
	BE-ecf	1,1	-0,7	2,2	4,4	5,3	5,1	1,4	-2,2	0,9	0,7
	BE-b	2	0,4	3,2	5	5,9	5,8	2,3	-0,9	2	1,6
	AnionGap	14,6	13,6	12,7	8,7	11,2	10,3	11,9	12	13,1	13,5
M1	T°C	41,7	40,8	41,2	40,2	41,1	39,6	40,1	41	39,4	40,1
	pH T	7,476	7,434	7,463	7,444	7,484	7,525	7,475	7,478	7,412	7,467
	pCO ₂ T	40,3	37,7	41,1	41,1	36,7	34,6	34,3	31,7	26,4	36,4
	pO ₂ T	67,6	51,9	66,8	62,3	68,1	64,3	61,3	68,3	35	53,6
	HCO ₃	28,9	24,7	28,7	27,7	27	28,3	24,8	23	16,6	25,9
	HCT	23,00%	20,00%	25,00%	20,00%	23,00%	22,00%	19,00%	22,00%		19,00%
	Na	152,2	154	152,1	153,6	154,3	149,8	157,2	154,3	170,2	152,1
	K	3,72	3,48	4,17	3,65	3,77	3,58	3,86	3,37	2,33	3,82
	Cl	117,3	120,4	118,6	119,5	118,1	117,5	122,2	121,2	128	120,6
	iCa	1,3	0,98	1,31	1,05	0,98	1,27	0,99	0,88	0,39	1,07
	Glu	222	220	232	209	189	215	187	209	126	217
	Lac	1,5	1,5	2,8	2,1	2,5	1,6	2,3	1,2	1,6	1,7
	BE-ecf	6,3	1,2	5,8	4,2	4,4	6	1,8	0,3	-7,7	2,7
	BE-b	6,9	2,1	6,4	4,8	5,1	6,6	2,6	1,4	-4,9	3,5
	AnionGap	9,8	12,5	8,9	10,2	13	7,5	14	13,5	28	9,4

Fonte: elaborado pelo autor.

GRUPO CMM											
M0	GALINHA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	T°C	41,2	41,7	41,3	41,4	41,1	41,6	41,3	41,2	41,3	41,4
	pH T	7,454	7,42	7,459	7,453	7,36	7,448	7,46	7,466	7,439	7,442
	pCO ₂ T	38,4	38,5	36,8	36,9	45,4	35,6	42,7	34,6	41,4	30,8
	pO ₂ T	69,7	85,2	55,7	67,3	60,5	81,3	74	68	68,9	78,6
	HCO ₃	26,3	24,2	25,4	25,1	24,9	24	29,6	24,4	27,3	20,4
	HCT	20,00%	24,00%	24,00%	25,00%	24,00%	20,00%	21,00%	25,00%	21,00%	23,00%
	Na	150,7	149,3	152,1	150,3	148,9	149,2	147	150,9	152,4	149,3
	K	4,27	3,59	4,21	4,23	5,02	4,05	4,14	3,77	4,07	4,12
	Cl	119,3	116,9	117,5	117,9	119,3	117,8	115,1	118,4	118,6	119
	iCa	1,26	1,28	1,28	1,17	1,28	1,27	1,37	1,17	1,14	1,19
	Glu	190	222	183	208	194	191	218	206	200	191
	Lac	1,5	3,8	1,8	3,8	3,8	4,7	2,8	3,7	3,3	3,5
	BE-ecf	3,2	0,7	2,5	2,1	0,3	0,9	6,7	1,5	4	-2,8
	BE-b	3,9	1,7	3,4	3,1	1,2	1,8	7,1	2,6	4,7	-1,3
	AnionGap	9,4	11,8	13,3	11,5	9,7	11,5	6,5	11,9	10,6	13,9
M1	T°C	41,5	41,9	41,2	41,7	40,4	40,5	41,3	40,8	41,3	40,7
	pH T	7,473	7,46	7,456	7,416	7,421	7,46	7,464	7,44	7,438	7,484
	pCO ₂ T	30,7	26,5	31,3	38,9	39,2	41,1	38,6	38,9	38,1	35,1
	pO ₂ T	78,5	78,4	71,4	79,6	71,8	72,4	76	65,3	70,7	68
	HCO ₃	21,9	18,3	21,5	24,2	25	28,7	27	25,8	25,1	25,9
	HCT	21,00%	20,00%	23,00%	25,00%	23,00%	20,00%	19,00%	27,00%	25,00%	23,00%
	Na	150,3	156	152,4	151,2	149,2	148,5	150,6	151	151,1	151,1
	K	4,27	3,4	4,02	3,96	4,28	3,71	3,61	3,71	3,83	3,46
	Cl	121,1	122,1	118,3	117,5	118,4	115,9	116,3	117,6	117,4	117,8
	iCa	1,16	0,77	1,26	1,16	1,22	1,33	1,02	1,35	1,22	1,29
	Glu	210	186	187	204	220	202	203	228	212	222
	Lac	1,6	1,8	2,7	4,4	2,7	1,6	1,2	3	1,3	1,8
	BE-ecf	-0,7	-4,5	-1,5	0,6	1,2	5,6	4,2	2,4	1,7	3,2
	BE-b	0,4	-3,1	-0,2	1,7	2,1	6,1	4,8	3,3	2,7	4
	AnionGap	11,5	19,1	16,6	13,5	10,1	7,6	10,9	11,4	12,5	10,9

Fonte: elaborado pelo autor.