



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS DE ARAGUAÍNA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM SANIDADE ANIMAL E SAÚDE PÚBLICA NOS TRÓPICOS

**SUZANA MARIA DA SILVA CALDAS**

**ASSOCIAÇÃO CETAMINA S(+), DEXMEDETOMIDINA E BUTORFANOL NA  
CONTENÇÃO QUÍMICA DE ARARACANGAS (*Ara Macao*)**

Araguaína/TO

2022

**SUZANA MARIA DA SILVA CALDAS**

**ASSOCIAÇÃO CETAMINA S(+), DEXMEDETOMIDINA E BUTORFANOL NA  
CONTENÇÃO QUÍMICA DE ARARACANGAS (*Ara macao*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos (PPGSaspt), da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Foi avaliada para obtenção do título de mestre em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos e aprovada em sua forma final pela orientadora e pela Banca Examinadora.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ana Paula Gering.

Araguaína/TO  
2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

C145a Caldas, Suzana Maria da Silva.

Associação cetanina S(+), dexmedetomidina e butorfanol na contenção química de araracangas (*Ara macao*). / Suzana Maria da Silva Caldas. – Araguaína, TO, 2022.

60 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos, 2022.

Orientadora : Ana Paula Gering

1. Anestesia. 2. Ave. 3. Dissociativo. 4. Opioide. I. Título

**CDD 636.089**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

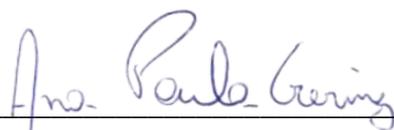
SUZANA MARIA DA SILVA CALDAS

### ASSOCIAÇÃO CETAMINA S(+), DEXMEDETOMIDINA E BUTORFANOL NA CONTENÇÃO QUÍMICA DE ARARACANGAS (*Ara macao*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos (PPGSaspt), da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Foi avaliada para obtenção do título de mestre em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos e aprovada em sua forma final pela orientadora e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 07/12/2022

Banca Examinadora:



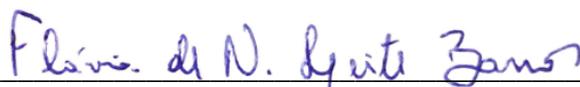
---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Paula Gering, Orientadora, UFT



---

Prof. Dr. Tales Dias do Prado, Examinador, UniRV



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Flávia de Nazaré Leite Barros, Examinadora, UFPA

Araguaína, 2022

No dia 16 de abril de 2022, eu morri. Ninguém percebeu, porém, porque o coração que parou de bater naquele dia não era o meu, mas o do meu pai.

Essa dissertação é dedicada a ele.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao meu pai, Silvio Caldas (*in memoriam*), pois sem ele nada disso seria possível. Obrigada por sempre acreditar em mim e por ter sonhado esse sonho acadêmico junto comigo. Foi uma honra ter estado ao seu lado até o fim.

À minha mãe, Sirlei Maria da Silva Caldas, por todas as vezes que dobrou seus joelhos para que eu permanecesse de pé, sem sua fé e sua força eu não teria chegado até aqui, e à minha irmã, Silvia Maria da Silva Caldas, pela nossa irmandade única.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Paula Gering, pela confiança e por não me deixar desistir mesmo quando tudo parecia impossível ou sem sentido. Sou eternamente grata por ter me acolhido desde a graduação, onde junto com o Grupo Arte Animal e AnestesiVetUFT vivi experiências inimagináveis e inesquecíveis. Este trabalho não seria possível sem todo o seu apoio, não apenas acadêmico, mas também pela sua prontidão em me ajudar, ouvir e aconselhar em um dos momentos mais difíceis da minha vida. Sobretudo, obrigada por ter sido a minha inspiração a seguir a arte da anestesia.

À Universidade de Rio Verde (UniRV), onde a docência deixou de ser um sonho e se tornou uma realidade graças ao apoio de meus colegas professores. Em especial ao meu amigo e diretor do curso de Medicina Veterinária Dr. Tales Dias do Prado – quem confiou em minhas mãos essa incrível oportunidade e maravilhosa missão – Ma. Thays Nascimento Costa, Dr.<sup>a</sup> Rejane Guerra Ribeiro e Dr. Cheston Cesar Honorato Pereira. Muito obrigada por todo o aprendizado, carinho e compreensão mesmo nos momentos mais difíceis.

Agradeço também ao companheirismo dos funcionários da clínica veterinária, André Luíz Furquim Carvalho Junior e Ana Rosa Queiroz Rodrigues, que tornam as horas de trabalho mais leves e divertidas. À presidente do corpo de alunos, Taiane Santos Silva, pela sua amizade e constante disposição em ajudar. E, principalmente, agradeço a todos os meus queridos alunos pela credibilidade e por me deixar compartilhar um pouco do meu conhecimento... é verdade quando dizem que ser professor não é só ensinar, também é aprender cada dia mais.

À minha banca, Dr. Tales Dias do Prado, Dr.<sup>a</sup> Flávia de Nazaré Leite Barros e Ma Elda Ely Gomes de Souza por prontamente aceitarem meu convite para fazer parte dessa história.

Por fim, agradeço aos animais pelo simples fato de existirem, fazendo desse mundo um lugar melhor.

## RESUMO

O Brasil é o terceiro país com a maior biodiversidade de aves do mundo e possui o maior número de novas espécies descritas na última década. Infelizmente, meios de fiscalização ineficazes associados a uma economia frágil o colocam como terceiro país que mais trafica animais da fauna nativa, movimentando aproximadamente 2 milhões de espécimes de aves por ano, sendo as araras (*Ara spp.*) uma das espécies mais traficadas ilegalmente. Estes numerosos crimes contra a fauna silvestre contribuem para uma crescente necessidade de transporte e manipulação clínica e/ou cirúrgica das araras por biólogos e veterinários envolvidos na preservação da espécie, para tornar este trabalho possível, a contenção química se torna uma ferramenta necessária nas mais diversas condições, visto que situações estressantes podem ocasionar danos à saúde física e mental, podendo inclusive resultar em óbito dos animais. No entanto, ainda existem poucos relatos e protocolos anestésicos disponíveis na literatura para *Ara spp.* Com o objetivo de expandir os conhecimentos para uma adequada contenção química de psitacídeos, foi realizada uma revisão de literatura sobre araras da espécie *A. macao* e dos principais agentes anestésicos utilizados na contenção química de aves. Além disso, o presente estudo teve o intuito de avaliar os efeitos da cetamina S<sup>(+)</sup> associada à dexmedetomidina e butorfanol sobre os parâmetros fisiológicos, qualidade de sedação e recuperação anestésica de araracangas (*Ara macao*). Foram utilizados oito espécimes de *Ara macao* cativas da Fundação Zoobotânica de Marabá, Pará. Os parâmetros de frequência cardíaca, frequência respiratória, saturação parcial da oxihemoglobina (SpO<sub>2</sub>), temperatura corporal e pressão arterial não-invasiva foram mensurados a partir de 5 minutos após a aplicação dos fármacos (M0) e a cada 10 minutos seguintes (M1–M5), totalizando 55 minutos de contemplação dos efeitos anestésicos. A glicemia foi avaliada aos 5 minutos da aplicação dos fármacos e repetida após 30 minutos. Também foi determinado o tempo de indução e de recuperação. Dentre os parâmetros avaliados, a frequência cardíaca e a temperatura demonstraram queda estatisticamente significativa ao longo do período anestésico, ambas com os menores valores registrados aos 55 minutos após a aplicação dos fármacos (M5). A frequência respiratória não apresentou diferença estatística e todos os animais se mantiveram estáveis e com a frequência próxima a média de 20±8mpm. A saturação da oxihemoglobina (SpO<sub>2</sub>) ao longo do período anestésico foi de 92±5%, não houve diferença estatisticamente relevante, as aves permaneceram sob ventilação espontânea e sem suplementação de oxigênio. As pressões arteriais sistólica, diastólica e média, mantiveram-se estáveis e não houve diferença estatística para nenhuma dessas medidas. A glicemia, mensurada em M0 e M3 demonstrou queda discreta, sem diferença significativa capaz de justificar um efeito adverso ou mesmo hipoglicemia. O tempo de indução, desde aplicação dos anestésicos até o decúbito, foi de 2,4±0,7 minutos. O tempo de recuperação, compreendido desde a aplicação dos fármacos (M0) até a constatação da posição bipedal sem esforço, foi de 99,3±32,4 minutos. A qualidade de sedação foi considerada excelente e a recuperação anestésica foi classificada como ótima para 62,5% e boa para 37,5% dos animais.

**Palavras-chave:** Anestesia. Ave. Dissociativo. Opióide.  $\alpha 2$  agonista.

## ABSTRACT

Brazil is the third country with the greatest bird biodiversity in the world and has the largest number of new species described in the last decade. Unfortunately, ineffective means of inspection associated with a fragile economy places it as the third country that most traffics animals of the native fauna, moving approximately 2 million specimens of birds per year, with macaws (*Ara spp.*) being one of the most illegally trafficked species. These numerous crimes against wild fauna contribute to a growing need for transportation and clinical and/or surgical handling of macaws by biologists and veterinarians involved in the preservation of the species, to make this work possible, chemical restraint becomes a necessary tool in the most diverse conditions, since stressful situations can cause damage to physical and mental health, and may even result in the death of the animals. However, there are still few reports and anesthetic protocols available in the literature for *Ara spp.* With the aim of expanding knowledge for adequate chemical restraint of parrots, a literature review was carried out on macaws of the specie *A. macao* and a description of the known effects of the main anesthetic agents used in the chemical restraint of birds was carried out. Furthermore, the present study aimed to evaluate the effects of S(+) ketamine associated with dexmedetomidine and butorphanol on the physiological parameters, quality of sedation and anesthetic recovery of scarlet macaws (*Ara macao*). Eight captive specimens from Marabá Zoobotanic Foundation (Fundação Zoobotânica de Marabá) were used. Heart rate, respiratory rate, saturation of peripheral oxygen (SpO<sub>2</sub>), body temperature, and non-invasive blood pressure were evaluated 5 min after drug administration (M0) and every 10 min thereafter (M1–M5), with a total of 55 min of analysis of anesthetic effects. Glycemia was measured 5 min after drug administration and every 30 min thereafter. Anesthetic induction and recovery times were also determined. Among the parameters evaluated in this study, both heart rate and body temperature significantly decreased throughout the anesthetic period, with the lowest levels at 55 min after drug administration (M5). In contrast, respiratory rate did not significantly differ, and all animals remained stable, with a rate close to a mean of  $20 \pm 8$  cpm. Throughout the anesthetic period, SpO<sub>2</sub> was  $92 \pm 5\%$ , with no significant difference. The birds remained under spontaneous ventilation and without oxygen supplementation. Systolic, diastolic, and mean blood pressures remained stable, with no significant differences in any of these measurements. At M0 and M3, the glycemia decreased slightly, albeit with no significant difference justifying an adverse effect or even hypoglycemia. The anesthetic induction time, from M0 to decubitus, was  $2.4 \pm 0.7$  min. The anesthetic recovery time, from M0 to effortless bipedal position and adequate phalangeal flexion, was  $99.3 \pm 32.4$  min. The sedation was assessed as intense, and the anesthetic recovery was rated excellent in 62.5% and good in 37.5% of the animals.

**Keywords:** Anesthesia. Bird. Dissociative. Opioid.  $\alpha 2$  agonist.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Espécime de <i>Ara macao</i> .....	18
Figura 2 - Distribuição geográfica de <i>Ara macao</i> no mundo .....	19

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Fases de recuperação pós-anestésicas e os respectivos aspectos avaliados em cada uma. A avaliação da recuperação se deu imediatamente após o período de monitoração anestésica ..... 42
- Tabela 2 - Média  $\pm$  desvio padrão dos parâmetros fisiológicos de Araracangas (*Ara macao*), nos momentos 5, 15, 25, 35, 45 e 55 minutos (M0, M1, M2, M3, M4 e M5) após sedação com dexmedetomidina (25  $\mu$ g/kg) e butorfanol (0,4 mg/kg), associados à S<sup>(+)</sup> cetamina (20 mg/kg) ..... 44
- Tabela 3 - Média  $\pm$  desvio padrão, em minutos, do período de latência (desde a aplicação do fármaco até o decúbito) e da recuperação anestésica (desde a aplicação dos fármacos até completa recuperação) de araracangas (*Ara macao*), após sedação com dexmedetomidina (25  $\mu$ g/kg) e butorfanol (0,4 mg/kg), associados à S<sup>(+)</sup> cetamina (20 mg/kg) ..... 49
- Tabela 4 - Pontuação, classificada da menor para a maior, referente às VIII fases de recuperação pós-anestésica de 8 araracangas sedadas com cetamina S<sup>(+)</sup> (20 mg/kg), dexmedetomidina (25  $\mu$ g/kg) e butorfanol (0,4 mg/kg). Pontuações menores indicam recuperação anestésica mais tranquila, enquanto pontuações maiores representam recuperação anestésica mais agitada ..... 50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

bpm	Batimentos por minuto
cm	Centímetros
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
Kg	Quilogramas
mg	Miligramas
mmHg	Milímetros de mercúrio
mmol/L	Milimol por litro
mpm	Movimentos por minuto
PPGSaspt	Programa de Pós-Graduação em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos
SpO <sub>2</sub>	Saturação parcial da oxihemoglobina
T°C	Temperatura em graus Celsius
UFT	Universidade Federal do Tocantins
µg	Microgramas

## LISTA DE SIMBOLOS

$\alpha$	Alfa
$\delta$	Delta
$\kappa$	Kappa
$\mu$	Mi
%	Porcentagem

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO I

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	17
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	17
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	17
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	18
<b>3.1</b>	<b>Considerações Gerais sobre a Araracanga (<i>Ara macao</i>)</b> .....	18
<b>3.2</b>	<b>Contenção Química em Aves</b> .....	21
<b>3.3</b>	<b>Fármacos</b> .....	25
3.3.1	Cetamina Racêmica e Cetamina S <sup>(+)</sup> .....	25
3.3.2	Dexmedetomidina .....	26
3.3.3	Butorfanol .....	28
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	29
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30

### CAPÍTULO II

	<b>RESUMO</b> .....	37
	<b>ABSTRACT</b> .....	38
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	39
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	41
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	44
<b>3.1</b>	<b>Frequência cardíaca</b> .....	44
<b>3.2</b>	<b>Frequência respiratória</b> .....	45
<b>3.3</b>	<b>Saturação parcial da oxihemoglobina</b> .....	46
<b>3.4</b>	<b>Temperatura interna</b> .....	46
<b>3.5</b>	<b>Pressão arterial</b> .....	47
<b>3.6</b>	<b>Glicemia</b> .....	48
<b>3.7</b>	<b>Períodos de latência e recuperação anestésica</b> .....	48
<b>3.8</b>	<b>Recuperação pós-anestésica</b> .....	49
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	51
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	52

### CAPÍTULO III

<b>1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	56
	<b>APÊNDICE I</b> .....	57
	<b>APÊNDICE II</b> .....	58

**CAPÍTULO I**  
**CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a terceira posição em maior biodiversidade de aves do planeta, com 1677 espécies, sendo 1524 residentes e 153 visitantes (SICK, 1997), dentre as quais destacam-se os psitacídeos. Os Psitaciformes são facilmente reconhecidos pelo seu bico com formato curto, arqueado e base larga e pelas suas plumagens coloridas e densas (CUBAS; SILVA; CATÃO-DIAS, 2014).

A família Psittacidae possui 374 espécies descritas, das quais 87 ocorrem no Brasil (CBRO, 2015). Essas espécies estão entre os maiores alvos do tráfico de fauna silvestre devido a sua habilidade de imitar a voz humana, combinada com sua inteligência, beleza e docilidade. Os psitacídeos são as aves mais populares e procuradas como animal de estimação em todo o mundo, ficando atrás apenas dos cães e gatos. Isso as leva também a serem as mais comercializadas ilegalmente (RENCTAS, 2001).

Dentre as aves mais traficadas da fauna brasileira estão as araras (*Ara spp.*), amplamente traficadas por sua beleza única. Além do tráfico, o número populacional destas espécies tem sido fortemente afetado pela destruição de seu habitat devido a ações antrópicas (SOARES-FILHO *et al.*, 2006). Estes fatores contribuem para a crescente necessidade de manipulação clínica e/ou cirúrgica das araras por biólogos e veterinários envolvidos com a fauna silvestre.

A prática anestesiológica (sedação, tranquilização, imobilização, anestesia geral e ou local) é imprescindível para a rotina veterinária no atendimento clínico, cirúrgico e emergencial das inúmeras espécies de animais silvestres (MCCORMICK; RIDGWAY, 2018; SMITH *et al.*, 2018).

O uso de anestesia geral é essencial para realização dos mais diversos procedimentos de intervenção cirúrgica ou não-cirúrgica em programas de preservação de animais silvestres. No entanto, ainda existem poucos relatos e protocolos anestésicos disponíveis na literatura. No mais, fármacos novos, mais seguros e com reversores foram lançados recentemente no mercado e estudos sobre o uso desses na clínica e cirurgia de animais silvestres são escassos (MONTEIRO, 2012).

Um dos fármacos amplamente empregados na rotina anestésica, a cetamina racêmica, por ser acessível, apresentar ampla margem de segurança e por sua fácil aplicação, é comumente aplicada na medicina veterinária de animais silvestres. Existe ainda a disponibilidade comercial de seu dextro-enantiômero, ou cetamina S(+), com potencial analgésico mais elevado que a mistura racêmica (FERRARO *et al.*, 2018). Porém deve-se evitar o uso isolado da cetamina, em qualquer uma de suas fórmulas, motivo pelo qual a cetamina está normalmente associada a

fármacos da classe dos  $\alpha 2$ -agonistas, o que tem se mostrado promissor nos mais diversos procedimentos anestésicos (MUIR III *et al.*, 2013).

A dexmedetomidina é um fármaco  $\alpha 2$ -agonista ainda pouco explorado na medicina veterinária. Atualmente é considerada como protótipo dos agonistas  $\alpha 2$ -adrenérgicos superseletivos, possui por tanto, maior especificidade pelos receptores  $\alpha 2$ -adrenérgicos com ação mais intensa sobre a vigília, bom controle hemodinâmico frente ao estresse e promove analgesia, relaxamento muscular e sedação com menor depressão respiratória quando comparado aos outros fármacos do mesmo grupo, mesmo em doses elevadas, além de permitir que os pacientes sejam facilmente despertados após os procedimentos (BAGATINI *et al.*, 2002; VILLELA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2003).

Embora a cetamina e os agonistas  $\alpha 2$ -adrenérgicos possuam certa capacidade analgésica, procedimentos mais invasivos requerem o uso de opioides para o controle de eventuais estímulos dolorosos. O butorfanol é um dos opioides mais indicados para uso em aves, principalmente por oferecer poucos efeitos sobre o sistema cardiopulmonar e temperatura corpórea, além de promover bom potencial analgésico e sedativo (MILLER; FOWLER, 2012; THOMAS; LERCHE, 2017).

A associação entre os fármacos de diferentes classes anestésicas visa promover uma anestesia balanceada com o objetivo de reduzir a dose de anestésicos utilizados, bem como amenizar efeitos adversos dos fármacos e produzir melhor efeito analgésico, tornando assim a qualidade e segurança do procedimento anestésico superiores (GUNKEL; LAFORTUNE, 2005). Essa associação de pequenas doses de diferentes fármacos, derivam melhores efeitos positivos (rápida indução, sedação profunda, recuperação mais ágil e calma) e atenuam os efeitos depreciativos como maior tempo de recuperação e agitação durante a indução e imobilização (HENRIQUE *et al.*, 2019).

A compreensão anestésica é de suma importância para o atendimento dos animais silvestres. Avaliando-se os parâmetros fisiológicos, tempos anestésicos e recuperação anestésica, é possível verificar a segurança e eficácia de um protocolo anestésico sobre determinada espécie. Perante o exposto, ao descrever os principais efeitos dos fármacos sobre a fisiologia de araracangas, o presente estudo visa contribuir com um protocolo anestésico seguro, que sirva de ferramenta para outros médicos veterinários.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar os parâmetros fisiológicos de araracangas (*Ara macao*) submetidas a anestesia com cetamina S(+), dexmedetomidina e butorfanol, bem como observar e pontuar a qualidade da recuperação anestésica destas aves.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar uma revisão de literatura sobre a espécie *Ara macao* e os principais fármacos utilizados na anestesia de aves.
- Aferir e avaliar frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura interna (T°C), saturação parcial de oxiemoglobina (SpO<sub>2</sub>), pressões arteriais não invasivas sistólica (PAS), média (PAM) e diastólica (PAD) e glicemia.
- Contabilizar os tempos anestésicos.
- Observar e qualificar a recuperação anestésica das aves de acordo com escores pré-determinados.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Considerações Gerais sobre a Araracanga (*Ara macao*)

A araracanga (*Ara macao*) é a terceira maior representante do gênero *Ara spp.* que reúne araras e maracanãs. Também conhecida como arara-escarlata ou arara-piranga, é uma espécie singular da fauna brasileira, erroneamente confundida com a arara-vermelha (*Ara chloropterus*) devido a semelhança de suas colorações em tom avermelhado. Trata-se de uma ave psitaciforme, pertencente à família Psittacidae, com cerca de 90cm de comprimento e peso aproximado de 1Kg. Possui coloração predominante vermelha escarlate, asas nas cores vermelho, amarelo e azul, cauda vermelha com as penas da base em azul e face nua e esbranquiçada (SICK, 2001) (Figura 1).

Figura 1: Espécime de *Ara macao*



(Fonte: MACAULAY LIBRARY, 2018)

Apresentam bico forte e curvo, especializado em quebrar e descascar sementes, seu bico também é utilizado como um terceiro ponto de apoio durante a caminhada ascendente ou descendente e entre os galhos das árvores, possibilitando maior acessibilidade as fontes de alimento. Seus pés zigodáctilos, isto é, com dois dedos para frente e dois dedos para trás, apresentam coloração cinzenta e permitem que a ave se agarre com facilidade aos galhos das árvores, além de possuírem a capacidade de segurar o alimento e levá-lo a boca (SICK, 2001; SIGRIST, 2006). O dimorfismo sexual é fraco e demonstram características morfológicas

bastante similares ao longo da vida, o que dificulta a identificação de indivíduos quanto ao sexo e determinação da idade (SCHMIDT, 2013).

São aves altamente inteligentes, carismáticas, predominantemente monogâmicas e com comportamento social complexo. Vivem em florestas úmidas e buritizais, geralmente aos casais ou em grupos de três ou quatro indivíduos; mais raramente são encontradas em grandes bandos com até 30 indivíduos (SIGRIST, 2006) ou mesmo em bandos mistos de diferentes espécies de araras, exceto na época de reprodução, quando se afastam do grupo com seus pares (SICK, 2001). A espécie ocorre do México à Amazônia até o norte do Mato Grosso, sudeste do Pará, Maranhão e Bolívia (SICK, 1997), conforme apresentado na figura abaixo (Figura 2).

Figura 2: Distribuição geográfica de *Ara macao* no mundo.



(Fonte: IUCN, 2016)

Alcançam a maturidade sexual aos 5 anos, quando nidificam no período da seca, entre dezembro e março, em ocós de árvores, cavidades em morros ou frestas entre rochas, com predileção por lugares mais altos. Seu ovo possui casca branca e mede cerca de 47,0mm x 33,9mm. Um par de reprodutores pode realizar até duas posturas por ano, com 1 a 4 ovos por postura. A fêmea é responsável pela incubação dos ovos, que dura em média 26 a 28 dias (FRANCISCO; MOREIRA, 2012). Dificilmente todos os ovos chegam a eclodir, e, mesmo em

um ninho bem-sucedido, normalmente apenas um ou dois filhotes sobrevivem (SCHMIDT, 2013).

Os recém-nascidos nutrem-se do alimento regurgitado pelos pais e deixam o ninho apenas a partir dos 3 meses de idade. A plumagem adulta só é inteiramente adquirida por volta dos dois anos de idade, durante esse período os juvenis costumam permanecer com os pais, por isso, ainda que possam realizar posturas duas vezes ao ano, o casal de reprodutores normalmente só reproduz a cada um ou dois anos. Após esse período, os filhotes abandonam os pais e vivem em grupos até atingirem a maturidade sexual (MILLER; READING, 2000).

As araracangas são gregárias, isto é, vivem em sociedade, e não se incomodam com a aproximação de outras espécies mesmo quando se trata de alimentação, embora, no momento da refeição, as aves mais jovens pareçam dar a prioridade do alimento às mais velhas (SICK, 2001). A dieta se baseia principalmente em frutas e sementes, mas também podem se alimentar de folhas, flores e até cascas de árvores. Normalmente retiram seu alimento da flora nativa, no entanto, dada a degradação de seu habitat, é comum vê-las se alimentando de plantas cultivadas ou não nativas (VAUGHAN; NEMETH; MARINEROS, 2006). Frequentemente procuram se alimentar de argila, a qual fornece sais minerais e elimina substâncias tóxicas (GILARDI *et al.*, 1999).

Nos períodos de escassez o balanceamento dietético das araracangas de vida livre pode ser insuficiente às suas necessidades nutricionais. Já em cativeiro, as demandas energéticas reduzem substancialmente em relação às necessidades em vida livre, como as aves são incapazes de balancear sua dieta e ingerem seletivamente o alimento mais palatável, é comum observarem-se espécimes obesas e com consequentes problemas reprodutivos e deficiências nutricionais quando criadas *ex-situ* (FRANCISCO; MOREIRA, 2012).

A monogamia, maturidade sexual tardia, eventuais escassezes de alimento e a viabilidade dos ninhos são fatores limitantes para o crescimento populacional da arara-escarlata. Ataques de outras espécies como aves de rapina, cobras, macacos e outros mamíferos podem significar grande risco aos ovos nos ninhos e, raramente, a indivíduos adultos também. Além disso, assim como em outras espécies de aves neotropicais, seus ninhos são alvos de caça-furtiva por seres humanos (MYERS; VAUGHAN, 2004).

A despeito disso, a espécie vive cerca de 40 a 60 anos e é tolerante a certa alteração de habitat. Possui ampla distribuição com grandes porções de habitat adequado, sendo assim categorizada como espécie Menos Preocupante (LC), no entanto, ações antrópicas têm movido milhares de espécimes de araracangas de seus habitats, tornando-as atualmente raras na América central e até consideradas extintas em El Salvador (IUCN, 2016).

Uma projeção do desflorestamento da Amazonia sugere que 21,4% a 35% do habitat das araracangas seja perdido nas próximas três gerações (38 anos), o que deve levar a um decréscimo de 25% da população de *Ara macao* nesse período (IUCN, 2016; SOARES-FILHO *et al.*, 2006). Além do desmatamento, também são fatores agravantes para o declínio populacional da espécie, o tráfico de animais e a captura das araras para coleta de penas (IUCN, 2016).

### 3.2 Contenção Química em Aves

As aves representam a classe com maior número de indivíduos, são mais de 10.000 espécies vivas, totalizando 27 ordens e 168 famílias (LUDDERS, 2017), o que tornam os procedimentos anestésicos ainda mais desafiadores, visto que existem diversas particularidades anatômicas e fisiológicas dentre as várias espécies conhecidas (GUNKEL; LAFORTUNE, 2005). Outro grande desafio anestésico é a alta taxa metabólica destes animais, que faz com que os anestésicos sejam metabolizados mais rapidamente, não atingindo muitas vezes o efeito terapêutico desejado (BENEZ, 2001).

O exame físico prévio à manipulação dos animais é imprescindível para o sucesso da anestesia (MILLER; FOWLER, 2012). A simples observação da ave em sua gaiola, jaula ou habitat, já fornece informações relevantes quanto a condição física do indivíduo, como o grau de consciência e sua atenção ao ambiente ao seu redor, a forma e a postura corporal, a condição das penas e frequência respiratória. A agudez da quilha serve de indicador da massa muscular e gordura corpórea (LUDDERS, 2017).

O jejum prévio à anestesia é indicado para que ocorra o esvaziamento do trato gastrointestinal superior, evitando o risco de regurgitação e aspiração do conteúdo digestivo (MASSONE, 2011). Porém, o jejum deve ser realizado com precaução, pois, devido à alta taxa metabólica e pequena reserva de glicogênio hepático destas espécies, jejuns prolongados estão associados a casos de hipoglicemia (ALTMAN, 1980; FRANCHETTI; KLIDE, 1978), desta forma, recomenda-se jejum 4 a 6 horas para aves pequenas e jejum de até 12 horas para aves maiores (SINN, 1997).

A adequada contenção física é um aspecto crucial do manejo anestésico de qualquer voador. Uma má contenção pode gerar uma série de problemas como lesões físicas ou alterações fisiológicas, que podem predispor à instabilidade cardiovascular e respiratória, visto que as aves não são capazes de dissipar calor através da pele, o estresse pode levar a hipertermia

e taquipneia em casos de contenções prolongadas, podendo ocasionar o óbito do animal (LUDDERS, 2017).

A anestesia geral pode ser obtida pelo uso de anestésicos injetáveis, cujas principais vantagens são o baixo custo, a necessidade mínima de equipamentos específicos e fácil administração (LUDDERS, 2017). Dada a facilidade de sua administração por via intramuscular, a cetamina é o agente injetável mais utilizado rotineiramente para diversas espécies (LINN; GLEED, 1987). O índice terapêutico é de 4,85 vezes em galinhas (LINN; GLEED, 1987) e 7 a 8 vezes em periquitos, tornando crítica uma dosagem acurada. Porém em estudo feito com galinhas, McGrath, et al (1984) apontou que a segurança da cetamina é 5 vezes maior, quando comparado com outros anestésicos como o pentobarbital. O período de latência da cetamina em aves varia de 3 a 5 minutos pela via intramuscular e tempo hábil anestésico médio de 10 a 30 minutos (LINN; GLEED, 1987).

Por se tratar de um anestésico dissociativo, a cetamina, quando utilizada isoladamente, produz estado de catalepsia e discreta analgesia visceral que podem vir a ser úteis em procedimentos simples e pouco invasivos (FANTONI; CORTOPASSI, 2002), mas não é adequada para anestesia geral ou procedimentos cirúrgicos. Além disso, o uso isolado da cetamina torna a dose desta mais elevada, o que reduz a margem de segurança do fármaco e prolongam o tempo de recuperação dos animais (LUDDERS, 2017) embora não aumentem a profundidade da anestesia (COLES, 1984). Outro fator relevante, é que o relaxamento muscular é insuficiente e pode causar contrações musculares involuntárias, opistótono e recuperações anestésicas agitadas (WRIGHT, 1982). Por essas razões, para promover um adequado relaxamento muscular a cetamina está normalmente associada a fármacos da classe dos benzodiazepínicos ou  $\alpha$ 2-agonistas (LUMEIJ; DEENIK, 2003).

Os benzodiazepínicos têm efeitos sedativos, ansiolíticos e relaxantes musculares (WHITTOW, 2000). Possuem mínimos efeitos colaterais cardiovasculares e sua reversibilidade os tornam ideais para administração em conjunto com drogas de indução ou manutenção anestésica. Visando minimizar os efeitos adversos da cetamina, os benzodiazepínicos mais comumente associados são o diazepam e o midazolam, destes, o diazepam é o fármaco mais acessível, mas seu uso por via intramuscular é desencorajado por ser insolúvel em água, sendo preconizada a administração pela via intravenosa para evitar dor no local da administração e má absorção do fármaco (GUNKEL; LAFORTUNE, 2005), o que pode vir ser uma dificuldade a campo.

Os fármacos  $\alpha$ 2-agonistas atuam como agonistas dos receptores  $\alpha$ 2-adrenérgicos. Foram sintetizados no início da década de 60, quando eram utilizados na prática clínica como

descongestionantes nasais e, posteriormente, como agentes anti-hipertensivos (STAHLER, 2000). Estudos subsequentes demonstraram que o grupo dos  $\alpha_2$ -agonistas também apresentavam atividade analgésica, sedativa, ansiolítica e simpatolítica (KAMIBAYASHI et al., 2000), com a grande vantagem de possuírem fármacos reversores como a ioimbina, tolazolina e atipamezol. No entanto, em aves, o uso isolado dos agonistas de  $\alpha_2$  não é recomendado, mesmo em anestésias de curta duração, por causa de seus efeitos sedativos incertos, sua incapacidade de fornecer imobilização, seus profundos efeitos colaterais cardiovasculares e respiratórios e o fato de que os efeitos excitatórios podem efetivamente anular seus efeitos sedativos (GUNKEL; LAFORTUNE, 2005).

A xilazina é um fármaco  $\alpha_2$ -agonistas comumente associado à cetamina na medicina veterinária devido ao seu fácil acesso e baixo custo, no entanto, seu uso está relacionado a depressão cardiovascular importante (LINN; GLEED, 1987), recuperação anestésica prolongada e, em determinados casos, morte (LUDDERS; RODE; MITCHELL, 1989).

A dexmedetomidina é o enantiômero dextrógiro da medetomidina, considerada como protótipo dos agonistas  $\alpha_2$ -adrenérgicos superseletivos (BAGATINI *et al.*, 2002). Por se tratar de um fármaco mais moderno, apresenta maior especificidade pelos receptores  $\alpha_2$ -adrenérgicos com ação mais intensa sobre a vigília, bom controle hemodinâmico frente ao estresse e é capaz de produzir, por si só, anestesia (VILLELA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2003).

Em estudo realizado com rapinantes, Santangelo et al. (2009) observaram que a dexmedetomidina foi efetiva na dose de 25  $\mu\text{g}/\text{kg}$  para a águia-de-asa-redonda e 75  $\mu\text{g}/\text{kg}$  para o peneireiro-vulgar e que o uso de atropina foi capaz de reduzir os efeitos adversos do fármaco. Sha et al. (2022), em estudo comparativo entre o uso da dexmedetomidina isolada e dexmedetomidina associada ao butorfanol, observaram a eficácia da dexmedetomidina na sedação e antinocicepção de galinhas na dose de 80  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

Apesar do efeito analgésico dos  $\alpha_2$ -agonistas e da discreta analgesia visceral da cetamina, procedimentos de caráter invasivo geram estímulos dolorosos elevados que não podem ser controlados por esses fármacos. Neste cenário, a avaliação da dor se torna necessária e ao mesmo tempo complexa, visto que os sinais associados a dor variam de espécie para espécie, podendo incluir sinais sutis, como agachamento, imobilidade, a falta ou excesso de cuidado com as penas, ou se separar do bando (HAWKINS; PAUL-MURPHY, 2011).

Os opioides pertencem a uma classe de fármacos bastante versátil e muito utilizada na anestesiologia desde a medicação pré-anestésica até o pós-operatório. São fármacos efetivamente analgésicos, isto é, agem diretamente sobre as vias da dor diminuindo sua percepção e alterando possíveis respostas comportamentais a ela, servindo de ferramenta tanto

no controle da dor, quanto na obtenção de analgesia preemptiva (IBAÑEZ, 2012). Não obstante, os opioides também possuem efeito narcótico e, quando associado a outros tranquilizantes, potencializam seus efeitos sedativos e permitem reduzir consideravelmente a dose empregada deles (IBAÑEZ, 2012).

A classe dos opioides varia em sua especificidade de receptor e eficácia, de forma que essa variabilidade apresenta uma ampla gama de efeitos clínicos em espécies aviárias (PAUL-MURPHY, 2013). Opioides possuem indicação em casos de dores moderadas a severas, como lesões traumáticas ou procedimentos cirúrgicos, e são administrados, preferencialmente, por via parenteral (HAWKINS; PAUL-MURPHY, 2011). Uma grande vantagem do uso de opioides é a possibilidade de reversão dos seus efeitos com o uso da naloxona (MONTEIRO *et al.*, 2018).

A via oral é pouco utilizada, já que, uma vez absorvidos, os opioides sofrem metabolização hepática e apenas uma pequena porção do fármaco passa a circular na corrente sanguínea (HAWKINS; PAUL-MURPHY, 2011), a exemplo disso, Guzman *et al.* (2011), em estudo comparativo entre os efeitos do butorfanol intravenoso, intramuscular e oral em papagaios-da-barriga-vermelha, observaram que a biodisponibilidade do butorfanol por via oral foi inferior a 10%. Independente da via de administração, ao atingir a corrente sanguínea, os opioides se ligam de maneira reversível a receptores específicos do sistema nervoso central e periférico, porém, em se tratando de aves, existem grandes diferenças entre os dados de estudos sobre a distribuição e funcionalidade dos receptores opiáceos assim como na dosagem, respostas clínicas e metodologias de avaliação da dor (HAWKINS; PAUL-MURPHY, 2011).

A morfina é um opioide agonista do receptor  $\mu$  e o principal representante desta classe de anestésicos, mas não é comumente utilizada em aves por apresentar efeitos inconsistentes em relação a sua dose e efeitos antinociceptivos (CONCANNON; DODAM; HELLYER, 1995; HUGHES, 1990a; HUGHES, 1990b). O fentanil também é pouco utilizado por sua ação nos mesmos receptores da morfina (PAUL-MURPHY, 2013). Em estudo com cacatuas brancas, fentanil na dose 0,02 mg/kg por via intramuscular não afetou os limiares de retirada a estímulos elétricos ou térmicos, no entanto, um aumento de 10 vezes na dosagem (0,2 mg/kg subcutâneo) produziu uma resposta analgésica, mas fez com que várias aves ficassem hiperativas nos primeiros 15 a 30 minutos após receber a dose elevada, este estudo também evidenciou que o fentanil teve rápida absorção e eliminação, com períodos de ação inferiores a 2 horas (HOPPES *et al.*, 2003). Devido ao seu curto período de ação, o fentanil se mostrou mais eficaz quando utilizado em infusão contínua (CURRO, 1994).

Em contraste com os opioides agonistas do receptor  $\mu$ , o butorfanol é um opioide considerado agonista/antagonista com baixa atividade intrínseca no receptor  $\mu$  e forte atividade agonista no receptor  $\kappa$ . Sua ação antagonista é o que diferencia o butorfanol dos opioides tradicionais que apresentam atividade exclusivamente agonista (AHRENS, 1997), pois mediante o mecanismo da interação com um ou mais receptores, o butorfanol promove sedação com analgesia sem excitação e discreta ou nenhuma depressão respiratória (SANTOS *et al.*, 2006).

O butorfanol não produz depressão respiratória relacionada à dose e efeitos adversos associados ao butorfanol, como disforia, não foram relatados em aves (PAUL-MURPHY, 2013). A administração pré-operatória de butorfanol (2 mg/kg IM) não mostrou alterações anestésicas significativas ou cardiopulmonares em papagaios-da-barriga-vermelha anestesiados com sevoflurano, sugerindo que pode ser útil como parte de um protocolo analgésico preemptivo (KLAPHAKE *et al.*, 2006). Doses de 3 mg/kg demonstraram analgesia significativa, mas o aumento da dose para 6 mg/kg não aumentou o efeito do butorfanol quando avaliado no falcão-americano (PAUL-MURPHY; BRUNSON; MILETIC, 1999)

A tendência é que a anestesia e analgesia na medicina veterinária de aves siga uma abordagem multimodal e balanceada, que envolve a administração de doses menores de vários medicamentos direcionados a necessidades específicas associadas ao processo anestésico (GUNKEL; LAFORTUNE, 2005). A anestesia balanceada tem o objetivo de reduzir a dose de anestésicos utilizados, bem como amenizar efeitos adversos dos fármacos, além de produzir melhor efeito analgésico, tornando assim, a qualidade e segurança do procedimento anestésico superior (GUNKEL; LAFORTUNE, 2005).

### **3.3 Fármacos**

#### **3.3.1 Cetamina Racêmica e Cetamina S(+)**

O cloridrato de cetamina é um fármaco da classe das fenciclidinas, amplamente empregado na clínica de animais silvestres devido à sua ampla margem de segurança e por haver a possibilidade da sua administração por via intramuscular (FANTONI; CORTOPASSI, 2002). Além disso, possui dose letal elevada, que permite administrar a substância sem o conhecimento do valor exato do peso do animal, uma vez que em muitas situações é impraticável obtê-lo antes da imobilização química (DINIZ, 1996). Essas características são importantes por facilitar e possibilitar a imobilização química à distância (RASSY, 2010).

A cetamina está disponível como mistura racêmica, associada aos conservantes cloreto de benzetônio e ao clorbutanol, ou como seu dextro-enantiômero, a cetaminaS<sup>(+)</sup> (LUFT; MENDES, 2005). A cetamina é referida na literatura como anestésico dissociativo devido a uma perda sensorial marcante, analgesia, amnésia e paralisia do movimento, sem perda real da consciência, ocorrendo intensa sensação de dissociação do meio (MORGAN et al., 2004; RANG et al., 2004).

Apresenta como principais propriedades farmacocinéticas meia-vida de distribuição e de eliminação curtas. Sua metabolização ocorre no fígado pelo sistema citocromo P450 e seu principal metabólito, a norcetamina, apresenta um terço a um quinto da potência da droga original, podendo relacionar-se com efeitos analgésicos prolongados. A eliminação é renal (LUFT; MENDES, 2005).

A cetamina age sobre uma variedade de receptores, incluindo nicotínicos, muscarínicos, opióides  $\mu$ ,  $\delta$  e  $\kappa$  e altera os canais de sódio do sistema nervoso central e periférico, os canais monoaminérgicos e os de cálcio voltagem-dependentes (OLIVEIRA *et al.*, 2004). A cetamina também bloqueia de maneira não-competitiva os receptores NMDA, sendo que quanto menor sua dose, maior sua afinidade por esses receptores. A cetaminaS<sup>(+)</sup> tem maior afinidade pelos receptores NMDA do que a forma racêmica, além de ser duas vezes mais potente na prevenção da sensibilização central da medula espinhal (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

A cetamina é bem tolerada na indução anestésica de animais saudáveis, porém pacientes que apresentam cardiopatias ou estresse preexistente significativo possuem risco aumentado de desestabilização cardiovascular após a administração de cetamina. Este fármaco aumenta o tônus simpático, causando um aumento na frequência cardíaca, contratilidade miocárdica e resistência vascular periférica total (LICHTENBERGER; KO, 2007). A cetamina tem sido recomendada por muitos pesquisadores como um agente anestésico adequado para diversas espécies aviárias (KAYA; NISBET; CENESIZ, 2019), no entanto, seu uso isolado é desencorajado devido ao relaxamento muscular deficiente, indução de tremores musculares, contrações miotônicas, opistótono e recuperações anestésicas agitadas (GUNKEL; LAFORTUNE, 2005).

### 3.3.2 Dexmedetomidina

O cloridrato de dexmedetomidina é um fármaco agonista dos receptores  $\alpha_2$ -adrenérgicos, formada pelo enantiômero dextrógiro da medetomidina, com seletividade elevada aos receptores  $\alpha_2$ , oferecendo uma especificidade relativa  $\alpha_2:\alpha_1$  de 1600:1 (GRANHOLM *et*

*al.*, 2006; KAROL; MAZE, 2000) capaz de promover analgesia, relaxamento muscular e sedação com bom controle hemodinâmico ao stress e menor depressão respiratória quando comparado aos outros fármacos do mesmo grupo, mesmo em doses elevadas, além de permitir que os pacientes sejam facilmente despertados (BAGATINI *et al.*, 2002; VILLELA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2003).

O mecanismo de ação da dexmedetomidina se dá através do seu acoplamento aos receptores  $\alpha_2$ , principalmente os pós-sinápticos e a respectiva ativação das proteínas-G, que agem diretamente nos canais iônicos de potássio (BHANA; GOA; MCCLELLAN, 2000; SCHOLZ; TONNER, 2000). Os receptores  $\alpha_2$  podem ser pré ou pós-sinápticos. Receptores pré-sinápticos agem regulando a liberação de noradrenalina e ATP a partir de um mecanismo de retroalimentação negativo. Já a ativação de receptores pós-sinápticos situados na musculatura lisa vascular promove vasoconstrição. (BAGATINI *et al.*, 2002).

A alta seletividade da dexmedetomidina em relação aos seus receptores traz diversas vantagens quando comparada a fármacos do mesmo grupo, como a xilazina. A xilazina apresenta como principais desvantagens a diminuição da pressão arterial, do débito cardíaco e depressão respiratória (TODESCHINI; RIBEIRO, 2018), a dexmedetomidina por sua vez, promove vasoconstrição periférica arterial e venosa, por ativação dos receptores  $\alpha_2$  pós-sinápticos, provocando aumento da pressão arterial e mínima depressão respiratória (BAGATINI *et al.*, 2002).

Os efeitos da dexmedetomidina são dose-dependentes. Assim, doses maiores de dexmedetomidina produzem sedação mais profunda e prolongada, porém com efeitos adversos mais pronunciados (FANTONI; CORTOPASSI, 2002; RASSY, 2010). Os efeitos adversos mais comumente observados incluem hipotensão arterial e bradicardia, principalmente pela diminuição do sinal simpático, pelo reflexo barorreceptor e aumento da atividade vagal (PENTTILÄ *et al.*, 2004). Apesar das alterações cardiovasculares causadas pela dexmedetomidina, não existem alterações na condução atrioventricular tão acentuadas quanto a clonidina, fármaco do mesmo grupo com seletividade inferior (BAGATINI *et al.*, 2002). Este agente sofre biotransformação hepática e é eliminado principalmente pela urina (95%) e o restante pelas fezes (5%) (VILLELA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2003).

Dentre as várias vantagens na utilização da dexmedetomidina, destaca-se o seu efeito sedativo, o auxílio na redução da dose de fármacos indutores e anestésicos gerais, além do potencial adjuvante analgésico em anestésias geral e regional (BAGATINI *et al.*, 2002) e a existência de um fármaco reversor, o atipamezol. Os fármacos antagonistas específicos possuem papel relevante na medicina veterinária de animais silvestres, cujos profissionais

lidam com frequência com animais em cativeiro ou executam trabalhos de campo com animais de vida livre, que devem apresentar recuperação completa e rápida dos efeitos dos fármacos empregados na contenção química antes de sua soltura (RASSY, 2010). Dessa forma, o uso de fármacos reversores possibilita a anulação dos efeitos dos agentes agonistas, sendo de grande importância a sua inclusão nos protocolos de contenção química de espécies silvestres (KAMIBAYASHI *et al.*, 2000).

Estudos apontam a segurança e eficácia da dexmedetomidina em aves (HORNAK *et al.*, 2015; SANTANGELO *et al.*, 2009; SHA *et al.*, 2022), porém ainda é escassa a literatura referente ao efeito da dexmedetomidina nessas espécies.

### 3.3.3 Butorfanol

O butorfanol é um derivado sintético da morfina, classificado como opioide agonista-antagonista, que exerce seus efeitos principalmente em receptores opioides kappa ( $\kappa$ ) (SOUZA *et al.*, 2002). Atua por ação central em nível subcortical do sistema límbico e é considerado 4 a 7 vezes mais potente que a morfina, ao mesmo tempo que possui atividade antagonista equipotente à nalorfina e cerca de 50 vezes menor que a naloxona (SANTOS *et al.*, 2004).

As vantagens do butorfanol incluem alívio efetivo da dor, ausência de depressão cardiopulmonar pronunciada e de disforia ou sedação acentuada (SOUZA *et al.*, 2002). Sua ação antagonista é o que diferencia o butorfanol dos opioides tradicionais e da morfina, que apresentam atividade exclusivamente agonista (AHRENS, 1997). Nesse sentido, os opioides sintéticos foram desenvolvidos em função da identificação farmacológica de seus receptores, que, mediante o mecanismo da interação com um ou mais receptores, produzem sedação com analgesia sem excitação e discreta depressão respiratória (SANTOS *et al.*, 2006). Pode haver diminuição da atividade cardiovascular pela redução da frequência cardíaca, da pressão sanguínea arterial e do débito cardíaco (SOUZA *et al.*, 2007).

O butorfanol é um dos opioides mais indicados para uso em aves, principalmente por oferecer poucos efeitos sobre o sistema cardiopulmonar e temperatura corpórea. Miller e Fowler (2012) afirmam que os psitacídeos possuem principalmente receptores  $\kappa$ , tornando o butorfanol um opioide mais específico e com menores efeitos adversos.

#### 4 CONCLUSÃO

Fármacos anestésicos em geral possuem efeitos adversos relacionados, ou não, a dosagens, vias de administração e espécie animal. Fatores intrínsecos de cada indivíduo, como idade, sexo, características metabólicas e níveis de estresse, também possuem importante relação sobre efeitos das drogas utilizadas na contenção química. Em se tratando de aves, devido a grande variedade de espécies existentes, os cuidados relacionados à prevenção de efeitos adversos devem ser observados ainda mais de perto, levando-se em consideração as particularidades de cada animal.

A associação de agentes anestésicos de diferentes classes reduz significativamente os efeitos indesejáveis dos fármacos. Ao seguir uma abordagem multimodal e balanceada é possível reduzir a dose de medicamentos ao mesmo tempo em que se obtém um melhor efeito anestésico, além de proporcionar uma melhor indução anestésica, maior estabilidade dos parâmetros fisiológicos durante o procedimento e recuperação anestésica mais rápida e sem excitação. À vista disso, estudos sobre a resposta fisiológica de determinada espécie perante o uso de associações medicamentosas são essenciais para a adequação de doses e formulação de protocolos anestésicos de maior qualidade e segurança.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHRENS, F. A. Anestésicos. *Em*: AHRENS, F. A. **Farmacologia Veterinária**. São Paulo: Artes Médicas, 1997. p. 94–98.
- ALTMAN, R. B. Avian anesthesia. **Comp Cont Educ Pract Vet**, [s. l.], v. 2, p. 38–43, 1980.
- BAGATINI, A. *et al.* Dexmedetomidina: farmacologia e uso clínico. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, [s. l.], v. 52, n. 5, p. 606–617, 2002.
- BENEZ, S. M. **Aves - criação - clínica - teoria - prática**. 3. ed. São Paulo : Robe Editorial, 2001.
- BHANA, N.; GOA, K. L.; MCCLELLAN, K. J. Dexmedetomidine. **Drugs**, [s. l.], v. 59, n. 2, p. 263–268, 2000.
- CBRO - COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia**, [s. l.], p. 91–298, 2015.
- COLES, B. H. Avian anaesthesia. **Vet Rec**, [s. l.], v. 115, n. 12, p. 307, 1984.
- CONCANNON, K. T.; DODAM, J. R.; HELLYER, P. W. Influence of a mu- and kappa-opioid agonist on isoflurane minimal anesthetic concentration in chickens. **American journal of veterinary research**, [s. l.], v. 56, n. 6, p. 806–811, 1995.
- CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens**. 2. ed. São Paulo: Editora Rocca, 2014.
- CURRO, T. G. Evaluation of the isoflurane-sparing effects of butorphanol and flunixin in psittaciformes. *Em*: , 1994. **Assoc Avian Vet Conf**. [S. l.: s. n.], 1994. p. 17–19.
- DINIZ, L. Imobilização química em animais silvestres. *Em*: SPINOSA H. S.; GÓRNIAC S. L.; BERNARDI M. M. **Farmacologia Aplicada À Medicina Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 153–163.
- FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S. R. G. **Anestesia em cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2002.
- FERRARO, M. A. *et al.* Evaluation of three chemical immobilization protocols in golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) undergoing vasectomy surgery. **Journal of Medical Primatology**, [s. l.], v. 47, n. 2, p. 101–109, 2018.
- FRANCHETTI, D. R.; KLIDE, A. M. Restraint and anesthesia. *Em*: FOWLER, M. E. (org.). **Zoo and Wild Animal Medicine**. Philadelphia: WB Saunders, 1978. p. 359–364.
- FRANCISCO, L. R.; MOREIRA, N. Manejo, reprodução e conservação de psitacídeos brasileiros. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 215–219, 2012.

- GILARDI, J. D. *et al.* Biochemical Functions of Geophagy in Parrots: Detoxification of Dietary Toxins and Cytoprotective Effects. **Journal of Chemical Ecology**, [s. l.], v. 25, n. 4, p. 897–922, 1999.
- GRANHOLM, M. *et al.* Evaluation of the clinical efficacy and safety of dexmedetomidine or medetomidine in cats and their reversal with atipamezole. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 214–223, 2006.
- GUNKEL, C.; LAFORTUNE, M. Current techniques in avian anesthesia. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, [s. l.], v. 14, n. 4, 2005.
- GUZMAN, D. S.-M. *et al.* Pharmacokinetics of Butorphanol After Intravenous, Intramuscular, and Oral Administration in Hispaniolan Amazon Parrots (*Amazona ventralis*). **Journal of Avian Medicine and Surgery**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 185–191, 2011.
- HAWKINS, M. G.; PAUL-MURPHY, J. Avian Analgesia. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 61–80, 2011.
- HENRIQUE, F. V. *et al.* Continuous intravenous anesthesia by dextroketa mine and detomidine in bitches subjected to ovariohysterectomy and premedicated with midazolam and morphine. **Acta Scientiae Veterinariae**, [s. l.], v. 47, n. 1, 2019.
- HOPPE S, S. *et al.* Disposition and Analgesic Effects of Fentanyl in White Cockatoos (*Cacatua alba*). **Journal of Avian Medicine and Surgery**, [s. l.], v. 17, n. 3, p. 124–130, 2003.
- HORNAK, S. *et al.* A preliminary trial of the sedation induced by intranasal administration of midazolam alone or in combination with dexmedetomidine and reversal by atipamezole for a short-term immobilization in pigeons. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 192–196, 2015.
- HUGHES, R A. Codeine analgesic and morphine hyperalgesic effects on thermal nociception in domestic fowl. **Pharmacology, biochemistry, and behavior**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 567–570, 1990.
- HUGHES, Richard A. Strain-dependent morphine-induced analgesic and hyperalgesic effects on thermal nociception in domestic fowl (*Gallus gallus*). **Behavioral Neuroscience**, [s. l.], v. 104, n. 4, p. 619–624, 1990.
- IBAÑEZ, J. F. **Anestesia Veterinária para Acadêmicos e Iniciantes**. 1. ed. São Paulo: Editora MedVet, 2012.
- IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species: Ara macao**. [S. l.], 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22685563A93079992.en>. Acesso em: 31 jan. 2022.
- KAMIBAYASHI, T. *et al.* Clinical Uses of  $\alpha$ -Adrenergic Agonists. **Anesthesiology**, [s. l.], v. 93, n. 5, p. 1345–1349, 2000.

- KAROL, M. D.; MAZE, M. Pharmacokinetics and interaction pharmacodynamics of dexmedetomidine in humans. **Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 261–269, 2000.
- KAYA, M.; NISBET, H. O.; CENESIZ, M. Comparative evaluation of clinical efficiency of intramuscular diazepam-ketamine, medetomidine-ketamine, and xylazine-ketamine anaesthesia in Ring-necked pheasants (*Phasianus colchicus*). **Iranian journal of veterinary research**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 13–18, 2019.
- KLAPHAKE, E. *et al.* 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**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 2–7, 2006.
- LICHTENBERGER, M.; KO, J. Anesthesia and Analgesia for Small Mammals and Birds. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 293–315, 2007.
- LINN, K. A.; GLEED, R. D. Avian and wildlife anesthesia. Baltimore. *Em:* SHORT, C. E. (org.). **Principles & practice of veterinary anesthesia**. Baltimore: Willians & Wilkins, 1987. p. 322–329.
- LUDDERS, J. W. Anestesia e Analgesia Comparada de Aves. *Em:* **Lumb & Jones: Anestesiologia E Analgesia Em Veterinária**. 5. ed. [S. l.: s. n.], 2017.
- LUDDERS, J. W.; RODE, J.; MITCHELL, G. S. Effects of ketamine, xylazine, and a combination of ketamine and xylazine in pekin ducks. **Am J Vet Res**, [s. l.], v. 50, n. 2, p. 245–249, 1989.
- LUFT, A.; MENDES, F. F. S(+) cetamina em baixas doses: Atualização. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, [s. l.], v. 55, n. 4, p. 460–468, 2005.
- LUMEIJ, J. T.; DEENIK, J. W. Medetomidine-Ketamine and Diazepam-Ketamine Anesthesia in Racing Pigeons (*Columba livia domestica*)—A Comparative Study. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 191–196, 2003.
- MASSONE, F. **Anestesiologia veterinária: farmacologia e técnicas**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
- MCCORMICK, J. G.; RIDGWAY, S. H. History of the Development of Anesthesia for the Dolphin. **Anesthesiology**, [s. l.], v. 129, n. 1, p. 11–21, 2018.
- MCGRATH, C. J.; LEE, J. C.; CAMPBELL, V. L. Dose-response anesthetic effects of ketamine in the chicken n.3, p.531 - 534, 1984. **Am J Vet Res**, [s. l.], v. 45, n. 3, p. 531–534, 1984.
- MILLER, R. E.; FOWLER, M. **Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy**. 7. ed. St. Louis, MO: Elsevier/Saunders, 2012.

MILLER, B.; READING, R. P. **Endangered Animals: A Reference Guide to Conflicting Issues**. Westport, Conn: Greenwood Publishing Group, 2000.

MONTEIRO, S. L. da S. *et al.* Efeitos da ioimbina, atipamezol e naloxona na reversão anestésica de macacos bugio (*Aloatta guariba clamitans*). **Pubvet**, [s. l.], v. 12, n. 6, p. 1–6, 2018.

MONTEIRO, S. L. da S. **Efeitos do atipamezol e ioimbina na recuperação da anestesia com dexmedetomidina e cetamina, em papagaios verdadeiros (amazona aestiva)**. 2012. 74 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

MORGAN, C. J. A. *et al.* Acute Effects of Ketamine on Memory Systems and Psychotic Symptoms in Healthy Volunteers. **Neuropsychopharmacology**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 208–218, 2004.

MUIR III, W. W. *et al.* **Handbook of Veterinary Anaesthesia**. 5. ed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2013.

MYERS, M. C.; VAUGHAN, C. Movement and behavior of scarlet macaws (*Ara macao*) during the post-fledging dependence period: implications for in situ versus ex situ management. **Biological Conservation**, [s. l.], v. 118, n. 3, p. 411–420, 2004.

OLIVEIRA, C. M. B. de *et al.* Cetamina e analgesia preemptiva. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, [s. l.], v. 54, n. 5, p. 739–752, 2004.

PAUL-MURPHY, J. Analgesia in Birds—Part 2: Opioids and Locals. *Em:* , 2013. **NAVC Conference 2013 Small Animal**. [S. l.: s. n.], 2013.

PAUL-MURPHY, J. R.; BRUNSON, D. B.; MILETIC, V. Analgesic effects of butorphanol and buprenorphine in conscious African grey parrots (*Psittacus erithacus erithacus* and *Psittacus erithacus timneh*). **American journal of veterinary research**, [s. l.], v. 60, n. 10, p. 1218–1221, 1999.

PENTTILÄ, J. *et al.* Cardiovascular and parasympathetic effects of dexmedetomidine in healthy subjects. **Canadian journal of physiology and pharmacology**, [s. l.], v. 82, n. 5, p. 359–362, 2004.

RANG, H. P.; DALE, M. M.; RITTER J. M.; HENDERSON, G. **Farmacologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

RASSY, F. B. Contenção química com dexmedetomidina associada à cetamina em quatis (*Nasua nasua*) e a reversão dos efeitos sedativos pela ioimbina e o atipamezol. **Aleph**, Botucatu, p. 87 f. : il., gráfs., tabs., 2010. Disponível em: Acesso em: 11 nov. 2020.

RENTAS. Relatório nacional sobre o tráfico de fauna silvestre. **Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres**, Brasília, p. 108, 2001.

- SANTANGELO, B. *et al.* Dexmedetomidine chemical restraint of two raptor species undergoing inhalation anaesthesia. **Veterinary Research Communications**, [s. l.], v. 33, n. S1, p. 209–211, 2009.
- SANTOS, P. S. P. dos *et al.* Efeitos cardiorrespiratórios do butorfanol em cães pré-tratados ou não pela levomepromazina. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 36, n. 5, p. 1429–1435, 2006.
- SANTOS, P. S. P. dos *et al.* Efeitos eletrocardiográficos do butorfanol em cães anestesiados pelo desfluorano. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 34, n. 4, p. 1105–1111, 2004.
- SCHMIDT, K. **Spatial and Temporal Patterns of Genetic Variation in Scarlet Macaws: Implications for Population Management in La Selva Maya, Central America**. 2013. 188 f. Doctor of Philosophy Thesis - Columbia University, New York, 2013.
- SCHOLZ, J.; TONNER, P. H.  $\alpha$ 2-Adrenoceptor agonists in anaesthesia: a new paradigm. **Current Opinion in Anaesthesiology**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 437–442, 2000.
- SHA, J. *et al.* Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Butorphanol and Dexmedetomidine after Intranasal Administration in Broiler Chickens (*Gallus gallus domesticus*). **Veterinary Sciences**, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 212, 2022.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. 1. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. v. 1
- SICK, H. **Ornitologia brasileira: uma introdução**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2001.
- SIGRIST, T. **Aves do Brasil: uma visão artística**. São Paulo: [s. n.], 2006.
- SINN, L. C. Anesthesiology. *Em*: ZANTOP, D. W. (org.). **Avian Medicine: Principles and Application**. Lake Worth, FL: Wingers Publishing, 1997. p. 589–599.
- SMITH, C. K. *et al.* Use of plethysmographic variability index and perfusion index to evaluate changes in arterial blood pressure in anesthetized tigers (*Panthera tigris*). **American Journal of Veterinary Research**, [s. l.], v. 79, n. 8, p. 845–851, 2018.
- SOARES-FILHO, B. S. *et al.* Modelling conservation in the Amazon basin. **Nature**, [s. l.], v. 440, n. 7083, p. 520–523, 2006.
- SOUZA, A. P. de *et al.* Butorfanol na anestesia com propofol em gatas pré-tratadas com levomepromazina. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 589–594, 2002.
- SOUZA, A. P. *et al.* Efeitos cardiovasculares e neuroendócrinos do butorfanol e da buprenorfina em cães anestesiados pelo desfluorano. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s. l.], v. 59, n. 2, p. 321–328, 2007.
- STAHLÉ, H. A historical perspective: development of clonidine. **Baillières Clinical Anesthesiology**, [s. l.], v. 14, p. 237–246, 2000.
- THOMAS, J.; LERCHE, P. **Anesthesia and Analgesia for Veterinary Technicians**. 5. ed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2017.

TODESCHINI, P. H. Z.; RIBEIRO, R. N. Avaliação Dos Efeitos Cardiovasculares Da Dexmedetomidina Em Pacientes Felinos (*Felis Catus*). **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, [s. l.], v. 1, n. 2, 2018.

VAUGHAN, C.; NEMETH, N.; MARINEROS, L. Scarlet Macaw, *Ara macao*, (Psittaciformes: Psittacidae) diet in Central Pacific Costa Rica. **Revista de Biologia Tropical**, [s. l.], v. 54, n. 3, 2006.

VILLELA, N. R.; NASCIMENTO JÚNIOR, P. do. Uso de dexmedetomidina em anestesiologia. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, [s. l.], v. 53, n. 1, p. 97–113, 2003.

WHITTOW, G. C. **Sturkie's Avian Physiology**. 5. ed. San Diego, CA: Academic Press, 2000.

WRIGHT, M. Pharmacologic effects of ketamine and its use in veterinary medicine. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, [s. l.], v. 180, n. 12, p. 1462–1470, 1982.

**CAPÍTULO II**  
**ASSOCIAÇÃO CETAMINA S(+), DEXMEDETOMIDINA E BUTORFANOL NA**  
**CONTENÇÃO QUÍMICA DE ARARACANGAS (*Ara macao*)**

## RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar os efeitos do uso da cetamina  $S^{(+)}$  20mg/kg associada à dexmedetomidina 25  $\mu\text{g}/\text{kg}$  e butorfanol 0,4mg/kg sobre os parâmetros fisiológicos, tempo e qualidade da recuperação anestésica de araracangas (*Ara macao*). Foram utilizados oito espécimes de *Ara macao* cativas da Fundação Zoobotânica de Marabá, Pará. A captura foi realizada com o uso de puçá e rede de contenção e em seguida as aves foram submetidas ao protocolo proposto. Foram avaliados: frequência cardíaca, frequência respiratória, saturação parcial da oxihemoglobina ( $SpO_2$ ), temperatura corporal e pressão arterial não-invasiva a partir de 5 minutos após a aplicação dos fármacos (M0) e a cada 10 minutos seguintes (M1, M2, M3, M4 e M5), totalizando 55 minutos de contemplação dos efeitos anestésicos. A glicemia foi avaliada aos 5 minutos da aplicação dos fármacos e repetida após 30 minutos. Também foi determinado o tempo de indução e de recuperação. Dentre os parâmetros avaliados, a frequência cardíaca e a temperatura demonstraram queda estatisticamente significativa ao longo do período anestésico, ambas com os menores valores registrados aos 55 minutos após a aplicação dos fármacos (M5). A frequência respiratória não apresentou diferença estatística e todos os animais se mantiveram estáveis e com a frequência próxima a média de  $20 \pm 8$ mpm. A saturação da oxihemoglobina ( $SpO_2$ ) ao longo do período anestésico foi de  $92 \pm 5\%$ , não houve diferença estatisticamente relevante, as aves permaneceram sob ventilação espontânea e sem suplementação de oxigênio. As pressões arteriais sistólica, diastólica e média, mantiveram-se estáveis e não houve diferença estatística para nenhuma dessas medidas. A glicemia, mensurada em M0 e M3 demonstrou queda discreta, sem diferença significativa capaz de justificar um efeito adverso ou mesmo hipoglicemia. O tempo de indução, desde aplicação dos anestésicos até o decúbito, foi de  $2,4 \pm 0,7$  minutos. O tempo de recuperação, compreendido desde a aplicação dos fármacos (M0) até a constatação da posição bipedal sem esforço e adequada flexão das falanges, foi de  $99,3 \pm 32,4$  minutos. A qualidade de sedação foi considerada intensa e a recuperação anestésica foi classificada como ótima para 62,5% e boa para 37,5% dos animais.

**Palavras-chave:** Anestesia. Ave. Dissociativo. Opioide.  $\alpha_2$  agonista.

## ABSTRACT

The present study aimed at assessing the effects of combining 20 mg/kg S<sup>(+)</sup> ketamine with 25 µg/kg dexmedetomidine and 0.4 mg/kg butorphanol on the physiological parameters and anesthetic recovery time and score of eight captive scarlet macaw (*Ara macao*) specimens. These specimens were captured at the Marabá Zoobotanic Foundation (*Fundação Zoobotânica de Marabá*), Pará, using butterfly and mist nets, and subsequently subjected to the proposed protocol. The following physiological parameters were evaluated: heart rate (HR), respiratory rate (RR), saturation of peripheral oxygen (SpO<sub>2</sub>), body temperature (BT), and non-invasive blood pressure 5 min after drug administration (M0) and every 10 min thereafter (M1–M5), with a total of 55 min of analysis of anesthetic effects. Glycemia was measured 5 min after drug administration and every 30 min thereafter. Anesthetic induction and recovery times were also determined. Among the parameters evaluated in this study, both HR and BT significantly decreased throughout the anesthetic period, with the lowest levels at 55 min after drug administration (M5). In contrast, RR did not significantly differ, and all animals remained stable, maintaining an RR close to a mean of 20 ± 8 cpm. Throughout the anesthetic period, SpO<sub>2</sub> was 92 ± 5%, with no significant difference. The birds remained under spontaneous ventilation and without oxygen supplementation. Systolic, diastolic, and mean blood pressures remained stable, with no significant differences in any of these measurements. At M0 and M3, the glycemia decreased slightly, albeit with no significant difference justifying an adverse effect or even hypoglycemia. The anesthetic induction time, from M0 to decubitus, was 2.4 ± 0.7 min. The anesthetic recovery time, from M0 to effortless bipedal position and adequate phalangeal flexion, was 99.3 ± 32.4 min. The sedation was assessed as intense, and the anesthetic recovery was rated excellent in 62.5% and good in 37.5% of the animals.

**Keywords:** Anesthesia. Bird. Dissociative. Opioid. α<sub>2</sub> agonist.

## 1 INTRODUÇÃO

A araracanga (*Ara macao*), terceira maior representante do gênero *Ara spp.*, que reúne araras e maracanãs, é uma espécie singular da fauna brasileira. Trata-se de uma ave psittaciforme da família Psittacidae que ocorre do México à Amazônia até o norte do Mato Grosso, sudeste do Pará, Maranhão e Bolívia (SICK, 1997). Cada espécime apresenta cerca de 90 cm de comprimento e peso aproximado de 1Kg. Possui coloração predominante vermelha escarlate, asas nas cores vermelho, amarelo e azul, cauda vermelha com as penas da base em azul, além da face nua e esbranquiçada (SICK, 1997).

Embora a espécie seja tolerante a certa alteração de habitat e possua ampla distribuição com grandes porções de habitat adequado, o que a categoriza como espécie Menos Preocupante (LC) (IUCN, 2016), ações antrópicas têm movido milhares de espécimes de araracangas de seus habitats. Além disso, é uma ave altamente afetada pelo tráfico de animais, o que vem contribuindo para o decréscimo populacional da espécie (SOARES-FILHO *et al.*, 2006). Devido a crescente necessidade de intervenções clínicas e/ou cirúrgicas que visam a manutenção da população de araracangas, a contenção química se tornou ferramenta indispensável para a preservação da espécie e cuidados desses animais.

A prática anestesiológica (sedação, tranquilização, imobilização, anestesia geral e ou local) é imprescindível para a rotina veterinária no atendimento clínico, cirúrgico e emergencial das inúmeras espécies de animais silvestres (MCCORMICK; RIDGWAY, 2018; SMITH *et al.*, 2018). Em se tratando de anestesia de aves, os procedimentos anestésicos são ainda mais desafiadores, visto que existem diversas particularidades anatômicas e fisiológicas dentre as várias espécies de aves conhecidas (GUNKEL; LAFORTUNE, 2005). A alta taxa metabólica das aves faz com que os anestésicos sejam metabolizados mais rapidamente, não atingindo muitas vezes o efeito terapêutico desejado (BENEZ, 2001)

A anestesia geral em aves pode ser obtida pelo uso de anestésicos injetáveis, cujas principais vantagens são o baixo custo, a necessidade mínima de equipamentos específicos e a facilidade de administração (LUDDERS, 2017).

Dentre os fármacos empregados na rotina anestésica, a cetamina racêmica por ser acessível, apresentar ampla margem de segurança e por sua fácil aplicação é comumente empregada na medicina veterinária de animais silvestres, porém deve-se evitar seu uso isolado, motivo pelo qual a cetamina está normalmente associada a fármacos da classe dos  $\alpha 2$ -agonistas, o que tem se mostrado promissor nos mais diversos procedimentos anestésicos (MUIR III *et al.*, 2013). A cetamina possui ainda disponibilidade comercial de seu dextro-enantiômero, ou

cetamina S<sup>(+)</sup>, com potencial analgésico mais elevado que a mistura racêmica (FERRARO *et al.*, 2018).

A dexmedetomidina é um fármaco  $\alpha_2$ -agonista cujo uso ainda é pouco explorado na medicina veterinária. É considerada como protótipo dos agonistas  $\alpha_2$ -adrenérgicos superseletivos, possui por tanto, maior especificidade pelos receptores  $\alpha_2$ -adrenérgicos com ação mais intensa sobre a vigília, bom controle hemodinâmico frente ao estresse e promove analgesia, relaxamento muscular e sedação com menor depressão respiratória quando comparado aos outros fármacos do mesmo grupo mesmo em doses elevadas, além de permitir que os pacientes sejam facilmente despertados após os procedimentos com o uso de fármacos reversores (BAGATINI *et al.*, 2002; VILLELA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2003).

O butorfanol é um dos opioides mais indicados para uso em aves, principalmente por oferecer poucos efeitos sobre o sistema cardiopulmonar e temperatura corpórea, além de promover bom potencial analgésico e sedativo (MILLER; FOWLER, 2012; THOMAS; LERCHE, 2017).

A associação entre os fármacos de diferentes classes anestésicas visa promover uma anestesia balanceada, com o objetivo de reduzir a dose de anestésicos utilizados, bem como amenizar efeitos adversos dos fármacos e produzir melhor efeito analgésico, tornando, assim, a qualidade e a segurança do procedimento anestésico superiores (GUNKEL; LAFORTUNE, 2005). Essa associação de pequenas doses de diferentes fármacos, derivam melhores efeitos positivos (rápida indução, sedação profunda, recuperação mais ágil e calma) e atenuam os efeitos depreciativos como maior tempo de recuperação e agitação durante a indução e imobilização (HENRIQUE *et al.*, 2019).

O uso de anestesia geral se tornou essencial em programas de preservação da fauna silvestre por permitir a realização dos mais diversos procedimentos de forma cada vez mais segura. No entanto, ainda existem poucos relatos e protocolos anestésicos disponíveis na literatura, e, para verificar a segurança e eficácia de determinado protocolo sobre uma espécie é necessário avaliar os parâmetros fisiológicos, tempos anestésicos e recuperação anestésica dentro de um grupo de animais. No mais, fármacos novos, mais seguros e com reversores foram lançados recentemente no mercado e estudos sobre o uso desses na clínica e cirurgia de aves são escassos. Além de se tratar de um estudo original, saber sobre o efeito desses agentes será um instrumento de grande valia na rotina de médicos veterinários que trabalham com animais silvestres.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos foram realizados de acordo com a Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências do Tocantins (FACIT-TO), registro número 11.2022/01, e Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade (SISBIO) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), protocolo número 82032.

Participaram do ensaio oito araracangas (*Ara macao*) cativas da Fundação Zoobotânica de Marabá (FZM), Pará. O estado de saúde dos animais foi avaliado através de anamnese prévia, a fim de excluir espécimes que previamente ou, nos dias de execução do experimento, apresentassem sinais sugestivos de morbidade. Uma vez considerados aptos, os animais foram incluídos no preparo pré-anestésico para realização do ensaio.

Previamente à anestesia, todos os animais foram submetidos a jejum alimentar de 5 horas, com água *ad libitum*. O experimento foi realizado na parte da manhã. Os animais foram capturados com o uso de puçá e redes de contenção e em seguida foram pesados em balança digital e receberam a aplicação, no músculo peitoral, do protocolo anestésico composto por: cetamina S(+) 20mg/kg, dexmedetomidina 25 µg/kg e butorfanol 0,4mg/kg, associados em uma única seringa de 1ml. Todos as doses foram ajustadas para o volume de 1 ml, sendo os fármacos diluídos em solução fisiológica 0,9%.

O período de latência, desde a aplicação dos fármacos até o decúbito, foi cronometrado ao mesmo tempo em que os animais eram encaminhados para um local coberto e silencioso, adequado para observação dos efeitos anestésicos. A primeira mensuração (M0) se deu a partir de 5 minutos após a administração do protocolo anestésico. As demais mensurações (M1 a M5), foram realizadas a cada 10 minutos, totalizando 55 minutos de monitoração trans-anestésica.

Em cada mensuração (M0, M1, M2, M3, M4 e M5), foram aferidos os seguintes parâmetros:

- Frequência Cardíaca (FC), obtida calculando-se o intervalo de tempo entre dois intervalos R-R consecutivos no traçado eletrocardiográfico, registrado em monitor multiparamétrico Deltalife DL900, sendo a leitura realizada na derivação II (DII);
- Frequência respiratória (FR), obtida em movimentos/minuto, através da observação visual dos movimentos da caixa torácica;
- Saturação de oxihemoglobina (SpO<sub>2</sub>), mensurada em % por leitura direta em monitor multiparamétrico Deltalife DL900, empregando-se o sensor na asa do animal;

- Pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) não invasivas utilizando esfigmomanômetro eletrônico CONTEC08A-Vet, determinadas em mmHg. Para este método utilizou-se o manguito posicionado no membro pélvico;
- Pressão Arterial média (PAM): Calculada a partir dos valores de PAS e PAD, segundo a fórmula:  $PAM = (2PAD + PAS)/3$  (pressão em mmHg).
- Temperatura corpórea (T°C), mensurada através de sensor específico posicionado na cloaca, o valor, em graus célsius foi observado em monitor multiparamétrico Deltalife DL900.

A glicemia (em mmol/L), por ser um parâmetro que não sofre oscilações na mesma velocidade que os demais, foi avaliada após 5 minutos da aplicação dos anestésicos (M0) e repetida apenas aos 35 minutos (M3). Para realização do exame foi colhida uma gota de sangue da asa do animal e colocada em aparelho do tipo glicosímetro Accu-chek® Active para leitura.

Após a finalização da monitoração anestésica, as araracangas foram encaminhadas a um local tranquilo e coberto para se recuperarem sem interferências externas. A avaliação da recuperação foi feita por um pesquisador treinado, utilizando-se a tabela de recuperação de Donaldson (2000) e tabelas de recuperação adaptadas por Mendonça (2019) e Benarrós (2022), para criar um método descritivo direcionado a recuperação anestésica de aves (Tabela 1).

Tabela 1: Fases de recuperação pós-anestésicas e os respectivos aspectos avaliados em cada uma. A avaliação da recuperação se deu imediatamente após o período de monitoração anestésica.

<b>Fases de recuperação pós-anestésica</b>	
<b>Fase I</b>	Comportamento ao fim da monitoração anestésica (após M5)
<b>Fase II</b>	Comportamento a partir do primeiro movimento voluntário
<b>Fase III</b>	Transição do decúbito lateral para decúbito esternal
<b>Fase IV</b>	Tentativas para se levantar
<b>Fase V</b>	Fase esternal
<b>Fase VI</b>	Posição bipedal
<b>Fase VII</b>	Força e resistência
<b>Fase VIII</b>	Flexão das falanges

Foram avaliadas 8 fases de recuperação anestésica e para cada uma foram atribuídos escores pré-determinados: Fase I – calmo (1), ativo (3), levemente excitado (5), excitado (7), muito excitado (8) e incontrolável (10); Fase II – tranquilo com esforço ocasional (1); nervoso (3) e debatendo-se (5); Fase III – calmo (1), agitado (5) e debatendo-se com quedas (10); Fase IV – número absoluto de tentativas para decúbito esternal; Fase V – pequena pausa (1), inexistente (3), prolongado (6), múltiplas tentativas (7) e debatendo-se (10); Fase VI – calmo (1), difícil apoio nos membros (3), apoiando-se nas paredes (6) e debatendo-se (10); Fase VII – próximo do máximo (1), intermediário (3), cai antes de erguer-se (6) e tentativas repetidas e fraqueza (10); Fase VIII – sólido (1), cambaleante (3), manutenção dos reflexos (5), hesita apoiar os membros (8) e quedas repetidas (10).

Foram avaliadas oito fases da recuperação para as quais foram atribuídos escores pré-determinados. Os escores com pontuação menor demonstraram uma recuperação tranquila, enquanto recuperações mais agitadas e com maior movimentação receberam pontuação superior. Os animais foram avaliados desde o período final da monitoração, isto é, desde M5, até serem capazes de se manter em posição bipedal sem esforços e com adequada flexão das falanges. Uma vez recuperadas da anestesia, as aves foram encaminhadas de volta ao seu recinto com oferta normal de água e alimentos.

Os dados obtidos foram submetidos a testes estatísticos com o objetivo de verificar se os valores apresentam variâncias iguais. Com o auxílio do programa estatístico Graphpad Prism 7.0 as variáveis quantitativas foram submetidas ao teste de normalidade Shapiro–Wilk. Para comparação entre as aves utilizou-se o teste T com correção de Welch. Para os dados pareados (variações ao longo do tempo) foi utilizado RM Anova seguido, quando  $p < 0,05$ , do teste Tukey. Os escores de recuperação da sedação foram submetidos a uma análise descritiva.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todo o ensaio, desde a captura dos animais e aplicação dos fármacos, até a recuperação anestésica e retorno das aves para o recinto, correu sem intercorrências. O protocolo ofereceu anestesia segura, com rápido período de latência, bom relaxamento muscular e plano anestésico adequado para procedimentos de até 1 hora de duração, sem necessidade de reaplicações dos fármacos para manutenção anestésica. A recuperação anestésica deu-se de maneira tranquila e sem irregularidades.

Os valores médios com seus respectivos desvios padrões para os parâmetros fisiológicos de frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), saturação de oxihemoglobina (SpO<sub>2</sub>), temperatura corpórea (T°C), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial média (PAM), pressão arterial diastólica (PAD) e glicemia estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Média  $\pm$  desvio padrão dos parâmetros fisiológicos de Araracangas (*Ara macao*), nos momentos 5, 15, 25, 35, 45 e 55 minutos (M0, M1, M2, M3, M4 e M5) após sedação com dexmedetomidina (25  $\mu$ g/kg) e butorfanol (0,4 mg/kg), associados à S<sup>(+)</sup> cetamina (20 mg/kg).

PARÂMETROS	MOMENTOS					
	M0	M1	M2	M3	M4	M5
FC (bpm)	166 $\pm$ 42 <sup>a</sup>	152 $\pm$ 33 <sup>a</sup>	142 $\pm$ 26 <sup>a</sup>	130 $\pm$ 27 <sup>b</sup>	126 $\pm$ 23 <sup>b</sup>	119 $\pm$ 17 <sup>b</sup>
FR (mpm)	26 $\pm$ 11	19 $\pm$ 8	17 $\pm$ 5	22 $\pm$ 10	18 $\pm$ 5	17 $\pm$ 5
SpO <sub>2</sub> (%)	93 $\pm$ 3	89 $\pm$ 5	91 $\pm$ 6	93 $\pm$ 3	93 $\pm$ 3	93 $\pm$ 5
T°C	41,3 $\pm$ 0,5 <sup>a</sup>	40,8 $\pm$ 0,8 <sup>ab</sup>	40,3 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>	39,6 $\pm$ 0,6 <sup>c</sup>	39,1 $\pm$ 0,5 <sup>d</sup>	38,7 $\pm$ 0,5 <sup>e</sup>
PAS (mmHg)	148 $\pm$ 25	132 $\pm$ 23	129 $\pm$ 16	133 $\pm$ 19	140 $\pm$ 15	136 $\pm$ 19
PAM (mmHg)	107 $\pm$ 22	100 $\pm$ 22	98 $\pm$ 20	100 $\pm$ 18	103 $\pm$ 15	95 $\pm$ 16
PAD (mmHg)	86 $\pm$ 21	84 $\pm$ 26	83 $\pm$ 24	82 $\pm$ 20	85 $\pm$ 18	74 $\pm$ 17
Glicemia (mmol/L)	147 $\pm$ 21	NA	NA	137 $\pm$ 28	NA	NA

NA: Não aferido. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os momentos (M0 a M5).

#### 3.1 Frequência cardíaca

A frequência cardíaca demonstrou queda estatisticamente significativa ao longo de toda a anestesia, de maneira que os menores valores foram registrados em M5. Embora os valores médios se mostrassem em declínio contínuo, não houve diferença significativa ao teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) entre M0, M1 e M2, porém observou-se variação considerável na frequência cardíaca entre M2 e M3, de forma que os valores observados em M3, M4 e M5 foram estatisticamente inferiores aos três primeiros momentos.

O butorfanol pode gerar uma discreta diminuição da atividade cardiovascular através da redução da frequência cardíaca, da pressão sanguínea arterial e do débito cardíaco (SOUZA *et al.*, 2007). A redução observada ao longo da monitoração anestésica também pode ser explicada pela ação da dexmedetomidina em receptores pré-sinápticos de terminações nervosas periféricas, que reduz a liberação de noradrenalina e conseqüentemente gera bradicardia (ALVES; BRAZ; VIANNA, 2000).

A cetamina, se fora usada isoladamente, causaria o aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial devido a uma combinação de efeitos inibitórios sobre o sistema parassimpático e efeitos estimuladores simpaticomiméticos sobre o coração. A associação da cetamina com a dexmedetomidina parece criar um mecanismo compensatório de um fármaco sobre o outro, prevenindo a taquicardia causada pela cetamina e controlando a bradicardia relacionada ao  $\alpha 2$ -agonista. Esse equilíbrio entre os efeitos cardiovasculares dos dois fármacos é um dos motivos pelos quais a combinação da cetamina a um  $\alpha 2$ -agonista tem sido utilizada em diversas espécies ao longo dos anos (BAUMGARTNER *et al.*, 2010).

### 3.1 Frequência respiratória

Em relação à frequência respiratória nota-se queda nos três primeiros momentos (M0, M1 e M2), seguido de discreto aumento da frequência em M3 e consecutiva nova queda em M4 e M5. Apesar da tênue oscilação da frequência respiratória vista ao longo da monitoração anestésica, todos os animais mantiveram-se estáveis quanto a esse parâmetro. Não houve diferença significativa ao teste Tukey ( $p < 0,05$ ) em nenhum momento.

A dexmedetomidina não causa depressão respiratória importante, mesmo quando utilizada em doses elevadas, e é capaz de reduzir a depressão respiratória causada pelo uso de opioides (BAGATINI *et al.*, 2002). Quando associada a cetamina, pode causar depressão cardiorrespiratória, porém se trata de uma alteração discreta, quando comparada à cetamina associada a outros  $\alpha 2$ -agonistas, como romifidina e a xilazina (FANTONI; CORTOPASSI, 2002).

Estudos sobre os efeitos da cetamina sobre os parâmetros de aves têm demonstrado que a depressão respiratória é uma desvantagem importante no uso desse fármaco (GUIMARÃES; MORAES, 2000), porém, embora a cetamina  $S^{(+)}$  apresente maior potência anestésica que a cetamina, esta causa menor depressão respiratória (TREVISAN *et al.*, 2016). Acredita-se que o butorfanol não produza depressão respiratória relacionada à dose em aves (PAUL-MURPHY, 2013).

### 3.3 Saturação parcial da oxihemoglobina

Quanto ao parâmetro de saturação parcial da oxihemoglobina ( $SpO_2$ ) também não foram observadas diferenças significativas entre os momentos da anestesia ao teste Tukey ( $p < 0,05$ ). As araracangas, mantidas sob ventilação espontânea e sem suplementação de oxigênio, apresentaram  $SpO_2$  médio de 92% ao longo de todo o período. Entre M0 e M1 houve declínio da saturação, entretanto os valores voltaram a subir em M2 e se tornaram estáveis nos períodos seguintes (M3, M4 e M5).

O menor valor da  $SpO_2$ , observado em M1, foi o único considerado abaixo da normalidade ( $< 90\%$ ), contudo não foram observadas alterações sistêmicas clinicamente importantes. A hipoxemia foi compensada de maneira fisiológica logo em seguida, sem necessidade de intervenção ou suplementação de oxigênio.

Fármacos  $\alpha_2$ -agonistas podem diminuir a pressão parcial de oxigênio ou aumentar a pressão parcial de dióxido de carbono, principalmente nos primeiros minutos após a administração, o que de fato foi observado nos primeiros momentos da anestesia (LEPPÄNEN *et al.*, 2006). O decréscimo inicial da saturação da oxihemoglobina pode ainda estar relacionado a discreta diminuição da frequência respiratória observada nos primeiros momentos, a diminuição da amplitude respiratória, ou mesmo por uma mensuração errônea da oximetria de pulso causada pela vasoconstrição periférica, comum aos  $\alpha_2$ -adrenergicos (MENDONÇA, 2019).

### 3.4 Temperatura Interna

Estatisticamente, a temperatura foi o parâmetro com maiores variações ao longo da anestesia de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). A temperatura corporal das araracangas apresentou uma redução dos valores observada claramente a cada momento da monitoração anestésica, com resultados que partiram de  $41,3 \pm 0,5^\circ\text{C}$  em M0 à  $38,7 \pm 0,5^\circ\text{C}$  em M5. Nos momentos iniciais (M0 e M1) há redução dos valores médios, porém sem diferença estatisticamente relevante, o mesmo ocorre entre M1 e M2. A partir de M2 até M5 os valores seguem um declínio com diferença significativa entre cada mensuração.

O declínio acelerado da temperatura acontece devido à queda do metabolismo basal, principal responsável pela termorregulação, além da exposição do animal ao ambiente mais frio (NASCIMENTO *et al.*, 2021). A ação agonista no receptor  $\alpha_2$  central causada pela dexmedetomidina, reduz os limiares de vasoconstrição/tremor e respostas fisiológicas para

umentar temperatura corpórea (CRUZ *et al.*, 2022). O butorfanol tem pouco efeito sobre a temperatura corpórea (MILLER; FOWLER, 2012; THOMAS; LERCHE, 2017), mas uma possível interação desse opioide não pode ser descartada.

A redução da temperatura das aves pelo efeito da cetamina tem sido relatada (KAYA; NISBET; CENESIZ, 2019; LUDDERS, 2017; TREVISAN *et al.*, 2016), porém, sugere-se que cetamina S<sup>(+)</sup> tenha menos efeito hipotérmico do que a mistura racêmica da cetamina, visto que, por possuir maior potencial anestésico, doses menores da cetamina S<sup>(+)</sup> são necessárias para alcançar o efeito desejado. Outros estudos com combinações anestésicas semelhantes em aves têm demonstrado queda na temperatura cloacal (ATALAN *et al.*, 2002; LUMEIJ; DEENIK, 2003; MONTEIRO, 2012).

### 3.5 Pressão Arterial

A pressão arterial sistólica (PAS) se manteve a uma média de 136±20mmHg. O maior valor observado foi no momento inicial da anestesia (M0), nos dois momentos seguintes (M1 e M2) nota-se queda da PAS, que volta a subir em M3 e M4 e cai novamente em M5. A baixa oscilação dos valores da PAS demonstram que houve estabilidade desse parâmetro durante toda a anestesia.

A pressão arterial média (PAM) demonstrou uma média de 100±18mmHg e pouco oscilou ao longo do período hábil anestésico, demonstrando estabilidade desse parâmetro durante toda a monitoração. O maior valor registrado ocorreu em M0, em seguida, a PAM segue uma curva semelhante ao que foi visto em PAS, com discreta redução dos valores em M1 e M2, elevação dos resultados em M3 e M4 e nova queda em M5.

Para pressão arterial diastólica (PAD) registrou-se uma média de 82±20mmHg da. As médias se mantiveram bastante próximas durante os primeiros momentos (M0 a M4), com o menor valor observado em M5, quando a média cai para 74mmHg. Apesar da visível queda do resultado nos últimos 10 minutos de monitoração a PAD foi considerada estável ao longo de todo o experimento, assim como nos demais parâmetros relacionados a pressão arterial (PAS e PAM).

Não houve diferença significativa conforme realização do teste Tukey ( $p < 0,05$ ) para nenhuma das pressões arteriais (PAS, PAM e PAD). Acredita-se que as oscilações observadas nas pressões arteriais sistólica, média e diastólica estejam relacionadas aos três fármacos empregados no protocolo (dexmedetomidina, cetamina S<sup>(+)</sup> e Butorfanol). A associação dos

fármacos justifica a oscilação da pressão arterial das araracangas a partir de um efeito compensatório de um anestésico sobre o outro, sem que houvesse hipotensão ou hipertensão.

O butorfanol causa discreta hipotensão ao promover relaxamento da musculatura vascular periférica, reduzindo a pressão arterial diastólica (PAD) e, conseqüentemente, a pressão arterial média (PAM) (TRIM, 1983). Quando administrados pela via intramuscular os fármacos  $\alpha_2$ -adrenérgicos podem causar hipotensão arterial através da ativação dos receptores  $\alpha_2$  do centro vasomotor no sistema nervoso central que potencializa a atividade nervosa parassimpática causando diminuição da pressão arterial e vasodilatação (BAGATINI *et al.*, 2002). No entanto a dexmedetomidina também age sobre receptores  $\alpha_2$ -adrenérgicos pós-sinápticos no endotélio vascular provocando vasoconstrição periférica e uma possível hipertensão transitória (ALVES; BRAZ; VIANNA, 2000). Dessa forma, a ação da dexmedetomidina nos receptores do endotélio vascular parece se opor a ação vasodilatadora da droga causada pelos efeitos centrais. Já a cetamina estimula o sistema nervoso simpático, causando taquicardia e aumentando o débito cardíaco e a pressão arterial (MUIR III *et al.*, 2013).

### 3.6 Glicemia

Em se tratando da média glicêmica dos animais, realizada em M0 e repetida após 30 minutos (M3), retratam uma queda discreta, no entanto, sem valores significativos que justificassem tal fato como um efeito adverso ou mesmo hipoglicemia relevante. Não houve diferenças estatisticamente relevantes ao teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Fica evidente que algumas aves apresentaram o aumento e outras a diminuição do referido parâmetro. O efeito hiperglicemiante é esperado devido a ação nos receptores  $\alpha_2$  pós-sinápticos nas células *b* do pâncreas, que promove a diminuição da insulina circulante no sangue (SAHA *et al.*, 2005), já a diminuição da glicemia apresentada por outras aves pode estar relacionada a restrição alimentar prévia a anestesia, pois, devido à alta taxa metabólica e pequena reserva de glicogênio hepático das aves, jejuns prolongados podem conduzir o animal a um quadro de hipoglicemia (ALTMAN, 1980; FRANCHETTI; KLIDE, 1978).

### 3.7 Períodos de latência e recuperação anestésica

O tempo médio do período de latência (compreendido desde o momento da aplicação dos fármacos até a perda do tônus muscular) e recuperação pós-anestésica (desde a aplicação

do protocolo anestésico proposto até a completa recuperação das aves) estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Média  $\pm$  desvio padrão, em minutos, do período de latência (desde a aplicação do fármaco até o decúbito) e da recuperação anestésica (desde a aplicação dos fármacos até completa recuperação) de araracangas (*Ara macao*), após sedação com dexmedetomidina (25  $\mu$ g/kg) e butorfanol (0,4 mg/kg), associados à S(+) cetamina (20 mg/kg).

PARÂMETRO	TEMPO
Período de latência (min)	2,4 $\pm$ 0,7 min
Tempo de recuperação (min)	99,3 $\pm$ 32,4 min

A indução anestésica ocorreu dentro dos 5 minutos programados para o início do experimento, permitindo o deslocamento da ave desde o seu recinto até o local da monitoração anestésica, bem como a instalação do monitor multiparamétrico e esfigmomanômetro eletrônico. O período de latência médio foi de 2 minutos e 24 segundos, sem que houvesse diferença significativa entre as araracangas.

O tempo médio da recuperação anestésica foi de 1 hora e 39 minutos. As araracangas foram consideradas recuperadas da anestesia a partir do momento em que apresentaram estabilidade na posição bipedal e adequada flexão das falanges. Não houve diferença significativa quanto ao tempo de recuperação das aves.

O valor médio e desvio padrão do período de latência (2,4  $\pm$  0,7 min) foi semelhante ao observado por Monteiro (2012) em estudo realizado com dexmedetomidina (25  $\mu$ g/kg) e cetamina (30 mg/kg) em papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*) onde o tempo variou entre 1,7  $\pm$  1,2 e 3,7  $\pm$  1,1 minutos. Atalan et al. (2002) obtiveram resultados semelhantes quanto à qualidade de sedação e período hábil anestésico em experimento realizado com a associação de cetamina, medetomidina e butorfanol em pombos. Já Santangelo et al. (2009) obtiveram tempo médio mais elevado, de 4  $\pm$  1,5 minutos, ao realizar estudo com o uso exclusivo da dexmedetomidina (25 $\mu$ g/kg) na anestesia de milhafres. Reputa-se que a associação de diferentes classes de fármacos fornece uma indução mais rápida.

### 3.8 Recuperação pós-anestésica

A avaliação da qualidade de recuperação anestésica de cada ave foi feita a partir da categorização de escala graduada, conforme as oito fases de recuperação e pontuação propostas anteriormente na tabela 1. Considerou-se como “ótima” a recuperação de aves com pontuações

entre 7 e 23, “boa” a recuperação dos animais com pontuações entre 24 e 38, “regular” as pontuações entre 39 e 53 pontos e “ruim” acima de 54 pontos (Tabela 4).

Tabela 4: Pontuação, classificada da menor para a maior, referente às VIII fases de recuperação pós-anestésica de 8 araracangas sedadas com cetamina  $S^{(+)}$  (20 mg/kg), dexmedetomidina (25  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) e butorfanol (0,4 mg/kg). Pontuações menores indicam recuperação anestésica mais tranquila, enquanto pontuações maiores representam recuperação anestésica mais agitada.

	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V	Fase VI	Fase VII	Fase VIII	Pontuação Total
<b>Araracanga 6</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	8
<b>Araracanga 1</b>	1	1	1	1	1	1	3	1	10
<b>Araracanga 5</b>	1	1	1	1	1	1	3	1	10
<b>Araracanga 2</b>	1	1	1	1	6	1	3	3	17
<b>Araracanga 4</b>	1	1	1	1	1	1	6	10	22
<b>Araracanga 3</b>	1	2	1	1	6	1	10	1	23
<b>Araracanga 7</b>	1	1	1	1	6	1	10	3	24
<b>Araracanga 8</b>	1	3	1	1	6	6	3	3	24

Dos animais estudados, 75% obtiveram pontuações baixas, classificadas como ótima recuperação. Os 25% restantes obtiveram pontuações referentes a recuperações consideradas boas. Nenhuma ave apresentou escores referentes a regular ou ruim.

Não houve relação direta entre o tempo e a qualidade de recuperação anestésica. Mesmo aqueles animais com um tempo de recuperação mais curto ou prolongado, apresentaram uma recuperação considerada tranquila e sem estresses causados pelo meio, fato considerado bastante positivo para indicação do protocolo anestésico utilizado no presente estudo.

## 4 CONCLUSÃO

A associação cetamina S<sup>(+)</sup> (20 mg/kg), dexmedetomidina (25 µg/kg) e butorfanol (0,4 mg/kg) mostrou-se uma opção segura e adequada para a contenção química de araracangas.

A qualidade da anestesia foi considerada excelente. Os animais apresentaram bom relaxamento muscular e não houve a necessidade de reaplicação dos fármacos para manutenção dos efeitos anestésicos dentro do período de monitoração. Os espécimes anestesiados com o protocolo estudado apresentaram recuperação anestésica sem intercorrências, porém com prolongado tempo até o retorno da consciência e adequada deambulação.

As principais alterações fisiológicas foram a diminuição da frequência cardíaca e da temperatura corpórea, o que enfatiza a importância da monitoração desses parâmetros durante o procedimento anestésico, especialmente quando a dexmedetomidina for empregada. A alteração desses parâmetros não foi expressiva a ponto de comprometer a homeostase das aves, demonstrando a segurança do protocolo anestésico proposto para contenção química de araracangas.

Com os resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que a associação cetamina S<sup>(+)</sup>, dexmedetomidina e butorfanol ofereceu boa qualidade de sedação com rápido início de ação e longo período hábil, além de promover uma recuperação anestésica tranquila. Mesmo assim, é capaz de causar efeitos cardiovasculares e térmicos importantes, que devem necessariamente ser monitorados durante procedimentos anestésicos a campo ou em centro cirúrgico. O protocolo possui indicação para procedimentos de aproximadamente 1 hora, a campo ou em centro cirúrgico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTMAN, R. B. Avian anesthesia. **Comp Cont Educ Pract Vet**, [s. l.], v. 2, p. 38–43, 1980.
- ALVES, T. C. A.; BRAZ, J. R. C.; VIANNA, P. T. G.  $\alpha_2$ -Agonistas em Anestesiologia: Aspectos Clínicos e Farmacológicos. **Rev Bras Anesthesiol**, [s. l.], v. 50, n. 5, p. 396–404, 2000.
- ATALAN, G. *et al.* Effect of Medetomidine-Butorphanol-Ketamine Anaesthesia and Atipamezole on Heart and Respiratory Rate and Cloacal Temperature of Domestic Pigeons. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, [s. l.], v. 49, n. 6, p. 281–285, 2002.
- BAGATINI, A. *et al.* Dexmedetomidina: farmacologia e uso clínico. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, [s. l.], v. 52, n. 5, p. 606–617, 2002.
- BAUMGARTNER, C. *et al.* Effects of ketamine-xylazine intravenous bolus injection on cardiovascular function in rabbits. **Canadian journal of veterinary research = Revue canadienne de recherche veterinaire**, [s. l.], v. 74, n. 3, p. 200–208, 2010.
- BENARRÓS, M. S. C. **Um Novo Protocolo: Cetamina, Midazolam E Dexmedetomidina E Seus Efeitos Sob A Fisiologia, Sedação E Recuperação Anestésica Com Atipamezole Em Macaco-Prego (Sapajus Apella) De Cativeiro**. 2022. 33 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2022.
- BENEZ, S. M. **Aves - criação - clínica - teoria - prática**. 3. ed. São Paulo : Robe Editorial, 2001.
- CRUZ, F. A. F. da *et al.* Evaluation of dexmedetomidine anesthesia-related temperature changes: preliminary retrospective observational study. **Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)**, [s. l.], v. 72, n. 2, p. 232–240, 2022.
- DONALDSON, L. L. *et al.* The recovery of horses from inhalant anesthesia: a comparison of halothane and isoflurane. **Veterinary surgery : VS**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 92–101, 2000.
- FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S. R. G. **Anestesia em cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2002.
- FERRARO, M. A. *et al.* Evaluation of three chemical immobilization protocols in golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) undergoing vasectomy surgery. **Journal of Medical Primatology**, [s. l.], v. 47, n. 2, p. 101–109, 2018.
- FRANCHETTI, D. R.; KLIDE, A. M. Restraint and anesthesia. *Em: FOWLER, M. E. (org.). Zoo and Wild Animal Medicine*. Philadelphia: WB Saunders, 1978. p. 359–364.
- GUIMARÃES, L. D.; MORAES, A. N. Anestesia em Aves: Agentes Anestésicos. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 30, n. 6, p. 1073–1081, 2000.
- GUNKEL, C.; LAFORTUNE, M. Current techniques in avian anesthesia. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, [s. l.], v. 14, n. 4, 2005.

HENRIQUE, F. V. *et al.* Continuous intravenous anesthesia by dextroketa mine and detomidine in bitches subjected to ovariohysterectomy and premedicated with midazolam and morphine. **Acta Scientiae Veterinariae**, [s. l.], v. 47, n. 1, 2019.

IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species: Ara macao**. [S. l.], 2016.

KAYA, M.; NISBET, H. O.; CENESIZ, M. Comparative evaluation of clinical efficiency of intramuscular diazepam-ketamine, medetomidine-ketamine, and xylazine-ketamine anaesthesia in Ring-necked pheasants (*Phasianus colchicus*). **Iranian journal of veterinary research**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 13–18, 2019.

LEPPÄNEN, M. K. *et al.* Clinical efficacy and safety of dexmedetomidine and buprenorphine, butorphanol or diazepam for canine hip radiography. **Journal of Small Animal Practice**, [s. l.], v. 47, n. 11, p. 663–669, 2006.

LUDDERS, J. W. Anestesia e Analgesia Comparada de Aves. *Em*: LUMB & JONES: ANESTESIOLOGIA E ANALGESIA EM VETERINÁRIA. 5. ed. [S. l.: s. n.], 2017.

LUMEIJ, J. T.; DEENIK, J. W. Medetomidine-Ketamine and Diazepam-Ketamine Anesthesia in Racing Pigeons (*Columba livia domestica*)—A Comparative Study. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 191–196, 2003.

MCCORMICK, J. G.; RIDGWAY, S. H. History of the Development of Anesthesia for the Dolphin. **Anesthesiology**, [s. l.], v. 129, n. 1, p. 11–21, 2018.

MENDONÇA, C. de C. **Avaliação Da Dexmedetomidina Associada À Cetamina E Butorfanol Nos Parâmetros Fisiológicos, Sedação E Recuperação Anestésica De Jaguatiricas (*Leopardus pardalis*)**. 2019. 31 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2019.

MILLER, R. E.; FOWLER, M. **Fowler’s Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy**. 7. ed. St. Louis, MO: Elsevier/Saunders, 2012.

MONTEIRO, S. L. da S. **Efeitos do atipamezol e ioimbina na recuperação da anestesia com dexmedetomidina e cetamina, em papagaios verdadeiros (amazona aestiva)**. 2012. 74 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

MUIR III, W. W. *et al.* **Handbook of Veterinary Anaesthesia**. 5. ed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2013.

NASCIMENTO, N. A. *et al.* Uso de diferentes protocolos anestésicos na contenção química de Quatis, *Nasua Nasua* (Linnaeus, 1766) sob parâmetros fisiológicos e recuperação anestésica. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 7, n. 7, 2021.

PAUL-MURPHY, J. Analgesia in Birds—Part 2: Opioids and Locals. *Em*: , 2013. **NAVC Conference 2013 Small Animal**. [S. l.: s. n.], 2013.

SAHA, J. K. *et al.* Acute hyperglycemia induced by ketamine/xylazine anesthesia in rats: Mechanisms and implications for preclinical models. **Experimental Biology and Medicine**, [s. l.], v. 230, n. 10, 2005.

SANTANGELO, B. *et al.* Dexmedetomidine chemical restraint of two raptor species undergoing inhalation anaesthesia. **Veterinary Research Communications**, [s. l.], v. 33, n. S1, p. 209–211, 2009.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. 1. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. v. 1  
SMITH, C. K. *et al.* Use of plethysmographic variability index and perfusion index to evaluate changes in arterial blood pressure in anesthetized tigers (*Panthera tigris*). **American Journal of Veterinary Research**, [s. l.], v. 79, n. 8, p. 845–851, 2018.

SOARES-FILHO, B. S. *et al.* Modelling conservation in the Amazon basin. **Nature**, [s. l.], v. 440, n. 7083, p. 520–523, 2006.

THOMAS, J.; LERCHE, P. **Anesthesia and Analgesia for Veterinary Technicians**. 5. ed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2017.

TREVISAN, G. A. *et al.* Efeitos anestésicos da administração intranasal ou intramuscular da associação de midazolam e cetamina racêmica ou s+ em periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*). **Ciência Animal Brasileira**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 126–132, 2016.

TRIM, C. M. Cardiopulmonary effects of butorphanol tartrate in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, [s. l.], v. 44, n. 2, 1983.

VILLELA, N. R.; NASCIMENTO JÚNIOR, P. do. Uso de dexmedetomidina em anestesiologia. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, [s. l.], v. 53, n. 1, p. 97–113, 2003.

**CAPÍTULO III**  
**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## 1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao observar as alterações nos parâmetros fisiológicos e demais efeitos causados pelo protocolo anestésico empregado em araracangas (*Ara macao*), foi possível afirmar de forma criteriosa a segurança da associação de cetamina S(+), dexmedetomidina e butorfanol, dentro das doses propostas, para a anestesia da espécie. O conhecimento sobre esses fatores é essencial para adequação de doses e protocolos mais seguros a serem utilizados em psitacídeos, motivo pelo qual deve ser incentivada a realização de mais estudos sobre os efeitos anestésicos de diferentes protocolos em *Ara spp.*, uma espécie ainda pouco explorada pela anestesiologia veterinária.

**APÊNDICE I - Tabela de recuperação pós-anestésica**

Escore	Fases de recuperação							
	I: Comportamento ao fim da monitoração anestésica (após M5)	II: Comportamento a partir do primeiro movimento voluntário	III: Transição do decúbito lateral para decúbito esternal	IV: Tentativas de se levantar	V: Fase esternal	VI: Posição bipedal	VII: Força e resistência	VIII: Flexão das falanges
1	Calmo	Tranquilo, esforço ocasional	Calmo		Pequena pausa	Calmo	Próximo do máximo	Sólido
2								
3	Ativo	Nervoso			Inexistente	Difícil apoio nos membros	Intermediário	Cambaleante
4								
5	Levemente excitado	Debatendo-se	Agitado					Manutenção de reflexos
6					Prolongado	Apoiando-se nas paredes	Cai antes de erguer-se	
7	Excitado				Múltiplas tentativas			
8	Muito Excitado							Hesita apoio dos membros
9								
10	Incontrolável		Debatendo-se com quedas		Debatendo-se	Debatendo-se	Tentativas repetidas, fraqueza	Quedas repetidas

Apêndice I: Tabela de avaliação de recuperação anestésica para araracangas (*Ara macao*) anestesiadas com cetamina S<sup>(+)</sup>, dexmedetomidina e butorfanol. Fonte: DONALDSON et al., 2000. (Adaptada).

## APÊNDICE II – Registros fotográficos do experimento

Imagem 1 – Araracanga (*Ara macao*) residente da Fundação Zoobotânica de Marabá durante monitoração anestésica após indução com cetamina S<sup>(+)</sup> associada a dexmedetomidina e butorfanol.



Fonte: Arquivo Pessoal (2022)

Imagem 2 – Araracangas (*Ara macao*) residentes da Fundação Zoobotânica de Marabá em recuperação anestésica após anestesia com cetamina S(+) associada a dexmedetomidina e butorfanol. A: Araracanga durante fase I da recuperação anestésica. B: Araracanga durante fase V da recuperação anestésica.



Fonte: Arquivo Pessoal (2022)

Imagem 3 – Fotografia de araracanga (*Ara macao*) residente da Fundação Zoobotânica de Marabá (FZM) devolvida ao seu recinto após completa recuperação anestésica de procedimento anestésico com cetamina S<sup>(+)</sup> associada a dexmedetomidina e butorfanol.



Fonte: Arquivo Pessoal (2022)