

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS REALEZA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE, BEM-ESTAR E PRODUÇÃO**  
**ANIMAL SUSTENTÁVEL NA FRONTEIRA SUL**

**ADEMAR FRANCISCO FAGUNDES MEZNEROVICZ**

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E SEDATIVAS EM *Phrynops geoffroanus***  
**(SCHWEIGGER, 1812): COMPARAÇÃO DE DOIS PROTOCOLOS ANESTÉSICOS**  
**COM DEXMEDETOMIDINA E CETAMINA**

**REALEZA**

**2026**

**ADEMAR FRANCISCO FAGUNDES MEZNEROVVICZ**

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E SEDATIVAS EM *Phrynosops geoffroanus*  
(SCHWEIGGER, 1812): COMPARAÇÃO DE DOIS PROTOCOLOS ANESTÉSICOS  
COM DEXMEDETOMIDINA E CETAMINA**

Dissertação de mestrado apresentada para Programa de Pós-Graduação em Saúde, Bem-Estar e Produção Animal Sustentável, da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – Campus Realeza, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Braz

**REALEZA**

**2026**

## **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Meznerovicz, Ademar Francisco Fagundes  
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E SEDATIVAS EM *Phrynosoma  
geoffroanus* (SCHWEIGGER, 1812): COMPARAÇÃO DE DOIS  
PROTOCOLOS ANESTÉSICOS COM DEXMEDETOMIDINA E CETAMINA /  
Ademar Francisco Fagundes Meznerovicz. -- 2026.  
65 f.:il.

Orientador: Dr. Paulo Henrique Braz

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da  
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Saúde,  
Bem-Estar e Produção Animal Sustentável Na Fronteira  
Sul, Realeza, PR, 2026.

1. Anestesia dissociativa. 2. Quelônios. 3. Restrição  
química. 4. Sedação. I. Braz, Paulo Henrique, orient.  
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.


**ADEMAR FRANCISCO FAGUNDES MEZNEROVVICZ**

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E SEDATIVAS EM *Phrynops geoffroanus*  
(SCHWEIGGER, 1812): COMPARAÇÃO DE DOIS PROTOCOLOS ANESTÉSICOS  
COM DEXMEDETOMIDINA E CETAMINA**

Dissertação de mestrado apresentada para Programa de Pós-Graduação em Saúde, Bem-Estar e Produção Animal Sustentável, da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – Campus Realeza, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.


Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 04/02/2026.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **PAULO HENRIQUE BRAZ**  
Data: 06/02/2026 18:31:57-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof. Dr. Paulo Henrique Braz – UFFS Orientador

Documento assinado digitalmente  
 **SHARLENNE LEITE DA SILVA MONTEIRO**  
Data: 10/02/2026 13:30:08-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sharlenne Leite da Silva Monteiro – UNICENTRO Avaliadora

Documento assinado digitalmente  
 **ALICE RODRIGUES DE OLIVEIRA**  
Data: 10/02/2026 14:47:25-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alice Rodrigues de Oliveira – UFBA Avaliadora

Dedico este trabalho aos meus pais, ao meu  
namorado e meu orientador, que sempre  
estiveram me apoiando.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a minha mãe, Marines Fagundes Meznerovvicz, e a minha irmã, Amanda Gabriely Fagundes Meznerovvicz, expresso minha eterna gratidão pelo amor incondicional, incentivo constante e por sempre acreditarem em mim, mesmo nos momentos mais desafiadores.

Ao meu namorado, Luan Emanuel Lupattini, agradeço o apoio, compreensão e companheirismo, que tornaram mais leves os obstáculos desta trajetória e tornaram cada conquista ainda mais significativa.

Ao meu incrível orientador Paulo Henrique Braz, cujo conhecimento, muita paciência e orientação foram fundamentais, sou profundamente grato por todo o aprendizado compartilhado e pelas experiências únicas durante o desenvolvimento desta pesquisa e de todas que me proporcionou a oportunidade de participar.

Aos meus amigos que adquiri durante o mestrado, que tornaram essa etapa mais leve e divertida, especialmente Ana Letícia Rodrigues Marques, com quem compartilhei desafios e superações, a minha amiga Marina Marangoni, por sua amizade constante e companhia durante os procedimentos anestésicos, ao Emanuel Caon e Patrick Luiz Bola Gonsales, por todas as risadas, momentos de descontração e apoio mútuo ao longo do curso.

Agradeço ao Rafael Valadão e à equipe do RAN/ICMBio por todo o apoio, colaboração e auxílio ao longo do desenvolvimento deste projeto. A disponibilidade, o suporte técnico e institucional e as contribuições oferecidas foram fundamentais para a execução das atividades, sendo indispensáveis para que este trabalho pudesse ser realizado.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos, cujo apoio financeiro foi indispensável para a desta pesquisa e para a minha dedicação ao programa de pós-graduação.

Agradeço ainda a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, seja com apoio técnico, incentivo, orientação ou colaboração, tornando possível mais este passo em minha formação acadêmica e pessoal.

A todos vocês, deixo minha sincera gratidão, reconhecimento e carinho.

Até hoje perplexo ante o que murchou e não eram pétalas. De como este banco não reteve forma, cor ou lembrança. Nem esta árvore balança o galho que balançava. Tudo foi breve e definitivo. Eis está gravado não no ar, em mim, que por minha vez escrevo... (Carlos Drummond de Andrade - Ontem).

## RESUMO

A anestesia em quelônios apresenta desafios específicos devido à ausência de diafragma, à restrição da cavidade celômica pela carapaça e à capacidade de tolerar apneia prolongada, fatores que podem comprometer a eficácia dos anestésicos inalatórios. Por isso, protocolos injetáveis têm sido amplamente investigados quanto à segurança e eficácia. A cágado-de-barbicha (*Phrynops geoffroanus*) é uma espécie semi-aquática e diurna, amplamente distribuída na América do Sul, reconhecida como bioindicadora ambiental e adaptável a ambientes urbanizados e hipóxicos. Como o metabolismo dos répteis é dependente da temperatura, os animais foram mantidos a 28 °C (dentro da faixa recomendada de 24–32 °C) para assegurar estabilidade fisiológica e farmacocinética adequada. Este estudo avaliou a combinação intramuscular de dexmedetomidina e cetamina, com reversão por atipamezol, em 25 adultos de *P. geoffroanus*. Os animais foram distribuídos em dois grupos: HG (dexmedetomidina 0,1 mg/kg + cetamina 10 mg/kg;  $n = 13$ ) e LG (dexmedetomidina 0,05 mg/kg + cetamina 10 mg/kg;  $n = 12$ ). Foram avaliadas frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura cloacal (TC), reflexos comportamentais e gases sanguíneos venosos no basal, durante a contenção química e na recuperação. Não houve diferenças significativas entre os grupos nos mesmos momentos para FC, FR e TC, indicando estabilidade fisiológica em ambas as doses. Contudo, em relação ao basal, ocorreram reduções significativas de FC e FR, mais evidentes no HG. Nesse grupo, a FR reduziu de  $39 \pm 13$  (12–64) para  $7 \pm 12$  (0–42) respirações/min entre 35–45 minutos, retornando a  $36 \pm 10$  (17–56) 15 minutos após o atipamezol. O HG apresentou sedação mais profunda, com reduções significativas de tônus cefálico e de membros, reflexos de endireitamento e palpebral, movimentos espontâneos e tônus mandibular, enquanto o LG mostrou sedação leve a moderada. O reflexo cloacal não diferiu entre grupos. Após a reversão, todos os reflexos retornaram gradualmente, sem excitação, e os parâmetros fisiológicos aproximaram-se do basal. A hemogasometria revelou leve alcalinização, com aumento do pH, redução da  $p\text{CO}_2$  e bicarbonato estável, sem repercussões clínicas. O protocolo demonstrou início rápido, sedação dose-dependente, reversão eficaz e recuperação segura, sendo adequado para uso clínico, experimental e em campo com *P. geoffroanus*.

Palavras-chave: Anestesia dissociativa; Fauna silvestre; Quelônios; Sedação.

## ABSTRACT

Anesthesia in chelonians presents specific challenges due to the absence of a diaphragm, the restriction of the coelomic cavity by the carapace, and the ability to tolerate prolonged apnea, factors that can compromise the effectiveness of inhalational anesthetics. Therefore, injectable protocols have been extensively investigated for safety and efficacy. The Geoffroy's side-necked turtle (*Phrynops geoffroanus*) is a semi-aquatic and diurnal species, widely distributed in South America, recognized as an environmental bioindicator and adaptable to urbanized and hypoxic environments. As reptile metabolism is temperature-dependent, the animals were kept at 28 °C (within the recommended range of 24–32 °C) to ensure adequate physiological and pharmacokinetic stability. This study evaluated the intramuscular combination of dexmedetomidine and ketamine, with reversal by atipamezole, in 25 adult *P. geoffroanus*. The animals were divided into two groups: HG (dexmedetomidine 0.1 mg/kg + ketamine 10 mg/kg;  $n = 13$ ) and LG (dexmedetomidine 0.05 mg/kg + ketamine 10 mg/kg;  $n = 12$ ). Heart rate (HR), respiratory rate (RR), cloacal temperature (CT), behavioral reflexes, and venous blood gases were evaluated at baseline, during chemical restraint, and during recovery. There were no significant differences between the groups at the same time points for HR, RR, and CT, indicating physiological stability at both doses. However, compared to baseline, there were significant reductions in HR and RR, more evident in the HG group. In this group, respiratory rate decreased from  $39 \pm 13$  (12–64) to  $7 \pm 12$  (0–42) breaths/min between 35–45 minutes, returning to  $36 \pm 10$  (17–56) 15 minutes after atipamezole administration. The HG group showed deeper sedation, with significant reductions in head and limb tone, righting and eyelid reflexes, spontaneous movements, and mandibular tone, while the LG group showed mild to moderate sedation. The cloacal reflex did not differ between groups. After reversal, all reflexes gradually returned without excitation, and physiological parameters approached baseline. Blood gas analysis revealed mild alkalinization, with increased pH, reduced pCO<sub>2</sub>, and stable bicarbonate, without clinical repercussions. The protocol demonstrated rapid onset, dose-dependent sedation, effective reversal, and safe recovery, making it suitable for clinical, experimental, and field use with *P. geoffroanus*.

Keywords: Dissociative anesthesia; Wildlife; Chelonians; Sedation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fig. 1. Behavioral parameters and reflexes observed during anesthetic monitoring of *Phrynos geoffroanus* subjected to the anesthetic protocol. Pharmacological reversal of dexmedetomidine was performed at 45 minutes (dashed line). The orange line represents the high-dose group (HG), and the blue line represents the low-dose group (LG). Scores were recorded over time to assess anesthetic depth and recovery. The M0 value was defined as baseline (the time immediately prior to drug administration). From this point, variables were recorded at regular five-minute intervals. SM, spontaneous movements; HT, head tone; LT, limb tone; JT, jaw tone.....31

Fig. 2. Behavioral parameters and reflexes during anesthetic monitoring of *Phrynos geoffroanus*. Pharmacological reversal of dexmedetomidine was performed at 45 minutes (dashed line). The orange line represents the high-dose group (HG) and the blue line the low-dose group (LG). The M0 value was defined as baseline (the time immediately prior to drug administration). From this point, variables were recorded at regular five-minute intervals. CR, cloacal reflex; HRR, head righting reflex; PR, palpebral reflex.....32

## LISTA DE TABELAS

Table 1. Physiological parameters: heart rate (HR; bpm; mean  $\pm$  SD [min–max]), respiratory rate (RR; breaths/min; mean  $\pm$  SD [min–max]), and cloacal temperature (CT; °C; mean  $\pm$  SD [min–max]) of *Phrynosops geoffroanus* subjected to chemical restraint with dexmedetomidine and ketamine. Pharmacological reversal of dexmedetomidine was performed after M35-45 minutes. Baseline values were recorded before drug administration. Post-baseline time points represent data compiled at 15-min intervals (M5–15 to M50–60) and at 10-min intervals for M65–70, as defined in the statistical analysis. HG, high-dose dexmedetomidine group; LG, low-dose dexmedetomidine group.....30

Table 2. Blood gas parameters of *Phrynosops geoffroanus* at pre-anesthetic (P0) and post-anesthetic (P1) time points (HG,  $n = 5$ ; LG,  $n = 5$ ). Data are presented as mean  $\pm$  SD or median (min–max), according to distribution. BE (b), base excess in blood; BE (ecf), base excess in extracellular fluid;  $\text{cHCO}_3^-$ , bicarbonate concentration;  $\text{Cso}_2$ , oxygen saturation; HG, high-dose group; Glu, glucose; Lac, lactate; LG, low-dose group;  $\text{pCO}_2$ , partial pressure of carbon dioxide;  $\text{pO}_2$ , partial pressure of oxygen; TA, Corrections applied based on mean ambient temperature;  $\text{tCO}_2$ , total carbon dioxide. Different uppercase letters indicate differences between groups, and different lowercase letters indicate differences between time points ( $p < 0.05$ ) .....33

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP	Atipamezol
CR	Reflexo cloacal (cloacal reflex)
CT	Temperatura cloacal (cloacal temperature)
DEX	Dexmedetomidina
HR	Frequência cardíaca (heart rate)
HRR	Reflexo de endireitamento de cabeça (head righting reflex)
HT	Tônus de cabeça (head tone)
JT	Tônus mandibular (jaw tone)
KET	Cetamina
LT	Tônus de membros (limb tone)
NMDA	N-metil-D-aspartato
PR	Reflexo palpebral (palpebral reflex)
RR	Frequência respiratória (respiratory rate)
SE	Movimentos espontâneos (spontaneous movements)
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
g	gramas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
2.1	<i>P. GEOFFROANUS</i> .....	16
2.2	CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS E FISIOLÓGICAS RELACIONADAS À ANESTESIA .....	17
2.3	DEXMEDETOMIDINA E CETAMINA.....	21
<b>3</b>	<b>ARTIGO CIENTIFICO</b> .....	<b>24</b>
3.1	TITLE PAGE .....	24
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>43</b>
	<b>ANEXO A – Certificado de aprovação da CEUA/UFFSc</b> .....	<b>50</b>
	<b>ANEXO B – Autorização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO)</b> .....	<b>52</b>
	<b>ANEXO C – Normas da revista Veterinary Research Communications</b> .....	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A anestesia em quelônios apresenta desafios singulares devido às características fisiológicas próprias desse grupo, tais como o sistema cardiorespiratório e a termorregulação (Sladky e Mans, 2012). Algumas características dos quelônios geram desafios para realização de anestesia nestes animais, podendo-se citar a ausência de diafragma e músculos intercostais, limitação de expansão da cavidade celomática devido a carapaça e frequentemente exibem longos períodos de apneia (O'Malley, 2018). Nas décadas passadas, a anestesia em répteis era realizada principalmente por meio de hipotermia e inalação de éter (Bennett, 1998).

A característica de permanecerem em longos períodos em apneia, acaba prejudicando a utilização de anestésicos inalatórios, que necessitam da absorção alveolar para exercer efeitos (Heard, 2001; Emery *et al.*, 2014; Greunz *et al.*, 2018). O uso de fármacos injetáveis, incluindo miorelaxantes, anestésicos gerais, dissociativos e opioides são estudados para contenção químicas em quelônios, em busca de estabelecer variáveis fisiológicas e eficácia na utilização em quelônios, sendo indicado antes da extrapolação de protocolos derivados de répteis, por apresentarem efeitos diferentes em múltiplas espécies (Sladky e Mans, 2012; Emery *et al.*, 2014; Olsson e Simpson, 2018).

Pertencente a ordem Testudine, a família Chelidae, de ocorrência na América do Sul, e gênero *Phrynops*, o *P. geoffroanus* (SCHWEIGGER, 1812), é conhecido como cágado - de - barbicha, um animal de ocorrência ampla, que na América do Sul se estende desde o norte da Colômbia até a Argentina, incluindo o Brasil. Neste país, a ocorrência desta espécie está presente em todos os biomas brasileiros, com exceção do Pampa (van Dijk *et al.*, 2014. Brito *et al.*, 2025).

Os *P. geoffroanus* possuem atividade predominantemente diurna, com hábito semiaquático, têm rara característica de utilização de mordedura como estratégia de defesa (Brito *et al.*, 2025). Com característica generalista, colonizam ambientes com pouca oxigenação e áreas urbanas antropizadas poluídas e em alta densidade (Souza e Abe, 2000; Brito *et al.*, 2025).

O metabolismo peculiar dos répteis é altamente dependente da temperatura (O'Malley, 2018) por serem animais ectotérmicos, são incapazes de gerar calor corporal suficiente para manter a homeostase o que os fazem dependentes da temperatura ambiental para a termorregulação, levando a permanecerem parte do dia sob exposição solar ou em contato com superfícies aquecidas (Longley, 2008; Mosley e Mosley, 2015). Os valores basais de

temperatura ideal para espécies de *P. geoffroanus* tropicais varia entre 25°C e 35°C, a fim de preservar a função metabólica e a adequada excreção dos fármacos utilizados (Mosley e Mosley, 2015).

A utilização de anestésicos dissociativos em quelônios é amplamente descrita, com destaque para a cetamina (KET), empregada isoladamente ou associada a fármacos sedativos, visando sedação moderada a profunda, imobilidade e analgesia, com relativa preservação dos reflexos cardiorrespiratórios. A cetamina, isolada ou combinada a benzodiazepínicos ou agonistas  $\alpha 2$ -adrenérgicos, atua principalmente por antagonismo dos receptores NMDA, promovendo um estado dissociativo caracterizado por catalepsia e analgesia, ainda que com relaxamento muscular incompleto (Sladky e Mans, 2012; Longley, 2008; Olsson e Simpson, 2018).

Em quelônios, essa modalidade anestésica mostra-se particularmente útil em função de suas características fisiológicas, como metabolismo basal reduzido, elevada tolerância à hipóxia e ventilação variável, especialmente em espécies aquáticas. A administração por via intramuscular constitui uma vantagem relevante, considerando a dificuldade frequente de acesso venoso, além de apresentar latência relativamente previsível quando comparada ao uso exclusivo de anestésicos inalatórios em contenções iniciais (Schuszler *et al.*, 2018; Sayers e Kuniak, 2020).

Do ponto de vista clínico e de manejo, cágados beneficiam-se da anestesia dissociativa principalmente em procedimentos de curta a média duração, como exames diagnósticos e coleta de amostras biológicas. Ademais, essa abordagem é frequentemente utilizada como medicação pré-anestésica, facilitando a indução e a condução anestésica. Apesar das vantagens, o uso de dissociativos exige monitoramento criterioso, devido ao risco de recuperação prolongada, excitação residual e ventilação irregular, reforçando a necessidade de protocolos individualizados e suporte anestésico adequado (Norton, 2005; Spielvogel *et al.*, 2017).

Diante da escassez de estudos e da diversidade de protocolos anestésicos descritos para a espécie, a via intramuscular destaca-se como uma alternativa viável, especialmente em condições de campo, por apresentar aplicação simples e curta latência, características particularmente relevantes em situações de grande concentração de animais em Centros de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) (Santos *et al.* 2025). Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a associação de dexmedetomidina e cetamina em diferentes doses, bem como os efeitos da reversão com atipamezole, em *Phrynops geoffroanus* selvagens, analisando as respostas fisiológicas de acordo com o protocolo anestésico escolhido.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *P. Geoffroanus*

O Brasil apresenta uma grande diversidade de espécies e biomas com características únicas, sendo que 37 das 384 espécies de conhecidas de quelônios, uma grande diversidade, dentre elas pode-se citar os gêneros *Acanthochelys*, *Chelonoidis*, *Chelus*, *Hydromedusa*, *Kinosternon*, *Mesoclemmys*, *Peltocephalus*, *Phrynops*, *Platemys*, *Podocnemis*, *Ranacephala*, *Rhinemys*, *Rhinoclemmys* e *Trachemys*, pertencentes a ordem Testudine, família Chelidae, caracterizadas por ser a família com maiores espécies encontradas no Brasil (van Dijk *et al.*, 2014; Brito *et al.*, 2025).

A espécie apresenta atividade predominantemente diurna, embora possa adaptar-se ao período noturno (Costa *et al.*, 2025), especialmente em locais com maior fluxo de pessoas e disponibilidade de alimento. Trata-se de um quelônio semiaquático, que habita rios, represas e lagoas de água doce, com comportamento generalista, capaz de colonizar ambientes com baixa oxigenação, áreas urbanas antropizadas, poluídas e de alta densidade populacional (Martins *et al.*, 2010).

Demonstra preferência por esses locais devido à ausência de predadores, à presença de áreas adequadas para nidificação e à oferta abundante de alimento proveniente de dejetos orgânicos. Sua dieta é onívora, variando conforme a disponibilidade alimentar, desempenhando importante papel como necrófago (Martins *et al.*, 2010) praticam cleptoparasitismo, dilacerando ou ingerindo presas inteiras, o comportamento defensivo caracterizado por fuga ou uso das garras, sendo o uso da mordedura como estratégia de defesa uma característica rara (Souza e Abe, 2000; Brito *et al.*, 2025).

Apresentam grande importância ecossistêmicas, como ciclagem de nutrientes, participação na cadeia alimentar e dispersão de sementes, melhora na qualidade de água. Com característica de apresentarem dimorfismo sexual bem evidente, o macho apresenta na região pré-cloacal a cauda mais larga e longa (Brito *et al.*, 2025).

A contaminação ambiental tem sido apontada como um dos principais fatores associados ao declínio e, em alguns casos, ao desaparecimento de populações naturais de répteis (Bickham *et al.*, 2000; Campbell e Campbell, 2002), porém, em relação a outros quelônios mais exigentes para habitats, apresentam uma tolerância a ambientes poluídos (Pulcherio *et al.*, 2022; Brito *et al.*, 2025).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS E FISIOLÓGICAS RELACIONADAS À ANESTESIA

O metabolismo dos répteis apresenta particularidades fisiológicas intimamente relacionadas à temperatura corporal, fator determinante para praticamente todos os seus processos bioquímicos e fisiológicos (O'Malley, 2018). Devido à característica de ectotermia, esses animais são incapazes de produzir calor metabólico suficiente para manter a homeostase interna, dependendo intensamente da temperatura ambiental para regular suas funções vitais (Sladky e Mans, 2012).

A termorregulação é, portanto, predominantemente comportamental, realizada por meio de estratégias como exposição à radiação solar direta, posicionamento sobre superfícies aquecidas ou imersão em ambientes aquáticos com temperaturas mais elevadas. Esses mecanismos permitem ajustar o metabolismo conforme a disponibilidade térmica do ambiente, influenciando diretamente o consumo de oxigênio, a frequência cardíaca, a ventilação pulmonar e, de forma relevante, a farmacocinética dos agentes anestésicos (Longley, 2008; Mosley e Mosley, 2015; Perpiñán, 2018).

A adequação térmica é fundamental durante a anestesia em répteis, uma vez que a temperatura corporal interfere no metabolismo, distribuição e excreção dos fármacos. Animais expostos a temperaturas inadequadas podem apresentar respostas anestésicas imprevisíveis, com indução prolongada, recuperação lenta e maior risco de complicações fisiológicas. Assim, o controle térmico durante o procedimento é uma etapa crítica para garantir estabilidade metabólica e segurança anestésica (Bennett, 1998; Norton, 2005; Sladky e Mans, 2012; Perpiñán, 2018).

Em tartarugas, é recomendação a manutenção entre 26 °C e 32 °C (O'Malley, 2018), enquanto que em experimentos com *Phrynops geoffroanus*, a variação de temperatura durante anestesia e sedações deu-se entre 25 °C e 30 °C (Santos *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2012a; Santos *et al.*, 2012b; Cordeiro, 2019; Bragagnoli *et al.*, 2020)

Os quelônios apresentam um padrão respiratório característico, conhecido como respiração episódica, em que alternam períodos ventilatórios e apneicos, sem prejuízo relevante à oxigenação tecidual (Norton, 2005; Bickler e Buck, 2007; Perpiñán, 2018). Essa adaptação é especialmente importante para as espécies aquáticas, pois permite longos intervalos sem ventilação ativa, reduzindo a necessidade de subir à superfície e, assim, diminuindo o risco de

predação. Durante esses períodos de apneia, há uma redução controlada do metabolismo e utilização mais eficiente do oxigênio disponível, o que garante a manutenção das funções vitais mesmo sob condições de baixa oxigenação, realizando as trocas gasosas no epitélio pulmonar (Heard, 2001; Bickler e Buck, 2007; Cordeiro, 2019; Olsson e Simpson, 2018).

Além disso, o padrão respiratório dos quelônios é altamente flexível, ajustando-se conforme a temperatura, a atividade física e as condições ambientais, o que reflete a eficiência e a adaptação do sistema respiratório desses animais a diferentes contextos ecológicos (Cordeiro *et al.*, 2016; Trenholme, 2023). Os parâmetros respiratórios para *Phrynops geoffroanus* sob condições de hipercarbia e normóxia, evidenciaram um menor consumo de oxigênio por via pulmonar e a ausência de trocas gasosas extrapulmonar em proporções significativas para sustentar o metabolismo basal (Cordeiro, 2019).

Os anéis cartilagosos da traqueia são completos e bifurcam-se cranialmente, favorecendo a respiração quando o pescoço está recolhido (O'Malley, 2018). Os pulmões, multicamerais com o um brônquio intrapulmonar, situados dorsalmente às vísceras, sofrem compressão durante o decúbito dorsal, o que reduz o volume corrente (Bennett, 1998).

Nos quelônios, a inspiração é promovida principalmente pelos músculos *obliquus abdominis* e *serratus*. Já a expiração ocorre pela ação dos músculos *transversus thoracis* e *transversus abdominis*, responsáveis por auxiliar na movimentação da cavidade celomática durante o ciclo respiratório, gerando uma pressão intrapulmonar subatmosférica, como também ocorre em mamíferos (Lyson *et al.*, 2014; Williams *et al.*, 2021).

A ventilação espontânea ocorre por meio de movimentos coordenados na cavidade celomática, envolvendo principalmente os músculos, membros, cabeça e a glote (Taylor *et al.*, 2010; Lyson *et al.*, 2014). Com a diminuição ou ausência do impulso respiratório central, associada à perda do tônus da musculatura esquelética, em situações de cuidados intensivos e anestesia, a ventilação assistida torna-se necessária para compensar a respiração insuficiente ou ausente (Taylor *et al.*, 2010; Spielvogel *et al.*, 2017). Em tartarugas o ponto homólogo à bifurcação carotídeo (Milsom, 1990). Nessa região, localizam-se os principais agrupamentos de tecido quimiorreceptor, que recebem inervação dos ramos superior e inferior do nervo vago, ambos provenientes do gânglio nodoso, auxiliando no controle respiratório (Taylor *et al.*, 2010).

Durante a anestesia, os quelônios podem apresentar bradipnéia e apnéia, levando a uma respiração insuficiente para manutenção das trocas gasosas, indicando a respiração controlada, tanto assistida, quando por volume controlado ou pressão controlada, podendo variar entre 50 -75 ml/kg, não ultrapassando 10 cmH<sub>2</sub>O de pressão inspiratória e mantendo uma pressão expiratória final positiva (PEEP) média de 2 cmH<sub>2</sub>O e frequência respiratória em torno de 4 movimentos por minuto (mpm) (Mosley, 2005; Spielvogel *et al.*, 2017; Williams *et al.*, 2021).

A fluidoterapia de escolha varia com o quadro clínico do paciente ou pela presença de acidose metabólica por aumento do lactato secundário ao estresse em quelônios. A “*reptile ringer solution*” é um fluido utilizado, misturando uma parte de Solução de Ringer, mais duas partes de solução de cloreto de sódio 0,45% e solução glicosada 2,5%. Na rotina médica pode ser utilizado cristalóides associadas a dextrose 5%. O volume pode alterar, para manutenção diária pode variar entre 2 a 3% do peso corporal, variando de 15 - 25 mL/kg/dia (Norton, 2005; Spielvogel *et al.*, 2017).

O sistema circulatório apresenta particularidades, sendo um dos representantes da morfofisiologia dos répteis não crocodilianos, com um coração composto por três câmaras, sendo dois átrios e um ventrículo, todavia, possuem uma pré-câmara denominada de seio venoso, anterior ao átrio direito, que tem como função a contração para auxílio no enchimento do arterial durante a diástole (Jensen *et al.*, 2017). O ventrículo é dividido em três porções funcionalmente, o *cavum* pulmonar (CP), na região direita do coração, *cavum* arterial (CA), localizado na porção mais esquerda e o *cavum* venoso (CV), localizado na porção medial, entre o CP e CA (Burggren *et al.*, 2020; Jensen *et al.*, 2022).

A presença de uma separação anatômica incompleta no ventrículo cardíaco permite a ocorrência de *shunts* intracardíacos, os quais são definidos com base na sua direção geral. O *shunt* da direita para a esquerda (R-L) ocorre quando o sangue venoso sistêmico, pobre em oxigênio, é desviado dos pulmões e direcionado diretamente para a circulação sistêmica (aortas). Em contrapartida, o *shunt* da esquerda para a direita (L-R) refere-se à recirculação de sangue rico em oxigênio (proveniente das veias pulmonares/átrio esquerdo) de volta para a circulação pulmonar, em vez de seguir para o corpo. Tipicamente, em quelônios, o padrão de *shunt* R-L prevalece durante períodos de apneia (mergulho), enquanto o padrão L-R domina durante a ventilação pulmonar (Greunz *et al.*, 2018; Burggren *et al.*, 2020; Jensen *et al.*, 2022).

Ambos os átrios se comunicam com o ventrículo por meio de óstios atrioventriculares direito e esquerdo, cada um contendo válvulas bicúspides, artéria pulmonar emerge do *cavum pulmonale*, enquanto as aortas direita e esquerda têm origem no *cavum arteriosum*, sendo todas protegidas por válvulas semilunares (Kik e Mitchell, 2005).

Outros septos musculares como a crista muscular e situada a frente o bulbo-lamela, situada, bem desenvolvidos em lagartos e pítons, apresentam função de limitação do CV, ajudando na preservação do fluxo e volume do CP, da circulação de maior pressão gerada pela comunicação do CA e CV, preservando o fluxo sanguíneo pulmonar (Hicks, 2002; Rocha *et al.*, 2021; Jensen *et al.*, 2022). Em condições normais de ventilação, esse sistema evita a mistura significativa dos dois tipos de sangue, graças à ação das cristas musculares, que isolam as cavidades durante a sístole (Hicks, 2002; Kharin e Shmakov, 2009; Mitchell, 2009; Jensen *et al.*, 2022).

A utilização de simpatomiméticos, como atropina e adrenalina, mostrou-se promissora na aceleração da recuperação da anestesia inalatória, levantando a hipótese de redução dos shunts intracardíacos e, conseqüentemente, de melhora na eliminação pulmonar do anestésico (Goe *et al.*, 2016). Esse efeito é particularmente relevante na determinação da concentração alveolar mínima (CAM) do isoflurano, procedimento dificultado em répteis pela presença e variabilidade desses shunts. Em *Chelonoidis carbonaria*, a determinação da CAM com o uso de atropina e auxílio de ressonância magnética resultou em diminuição da incidência de shunts, constituindo o primeiro estudo a empregar essa abordagem metodológica em quelônios (Greunz *et al.*, 2018; Williams *et al.*, 2020).

Apesar desses avanços, permanece uma lacuna no que se refere à avaliação de fármacos injetáveis. Estudos que investigaram associações anestésicas injetáveis para indução, especialmente em animais obesos, evidenciaram prolongamento do tempo necessário para atingir concentrações anestésicas adequadas dentro de um período clinicamente viável, independentemente da presença ou não de shunts intracardíacos (Kristensen *et al.*, 2022).

Outro aspecto fisiológico relevante em répteis é o sistema porta-renal, capaz de desviar o sangue venoso proveniente da região caudal para os rins por meio das veias ílfacas, influenciando diretamente a farmacocinética de fármacos administrados por vias caudais (O'Malley, 2018; Holz, 2020). Em *Trachemys scripta elegans*, estudos de perfusão renal sugeriram que esse sistema pode atuar na manutenção da irrigação renal durante períodos de

conservação hídrica (Barker et al., 1997). Adicionalmente, a administração de cetamina (70 mg/kg) pela via coloretal em *Boa constrictor*, com o objetivo de avaliar a função renal, não demonstrou evidências de lesão renal após o protocolo de contenção química empregado (Rodrigues et al., 2018).

### 2.3 DEXMEDETOMIDINA E CETAMINA

Representando um dos fármacos alfa-2 agonistas adrenérgicos, a dexmedetomidina (DEX) inibe a adenilil ciclase pela estimulação do receptor alfa-2, apresentando uma hiperpolarização devido a ativação da proteína G e canais de íons potássio, diminuindo assim a excitabilidade neuronal (Cavaretta, 2019). Os receptores alfa-2 são divididos em 3 subtipos farmacológicos, alfa-2A, alfa-2B, alfa-2C, sendo desses o alfa-2A e 2C os principais encontrados no sistema nervoso central, responsáveis pelos efeitos simpatolíticos, sedação e analgesia e o alfa-2B categorizado pelos efeitos vasopressores e relaxantes musculares (Giovannitti *et al.*, 2015; Nguyen *et al.*, 2017).

O *locus coeruleus*, possui maior ação dentre os fármacos alfa-2 agonistas no sistema nervoso central (SNC), pois é responsável por grande parte da inervação do sistema simpático no pro-encéfalo, atuando em conjunto na ponte e na medula do tronco encefálico (Bao e Tang, 2020). A dexmedetomidina atua nos receptores alfa-2 pré-sinápticos, reduzindo a liberação de norepinefrina no sistema nervoso autônomo, enquanto a ativação dos receptores alfa-2 pós-sinápticos promove a hiperpolarização das membranas dos neurônios. A sua ampla possibilidade de administração, acaba facilitando a sua utilização em diferentes espécies. A hipnose e sedação são decorrentes da supressão da liberação de norepinefrina e da redução das vias noradrenérgicas ascendentes, já a sua atuação na analgesia é proveniente da inibição dos neurônios nociceptivos e redução da liberação da substância P (Giovannitti *et al.*, 2015; Rankin, 2017).

A dexmedetomidina se caracteriza pela distribuição e eliminação de 2 compartimentos em mamíferos, apresentando rápido tempo de distribuição e redistribuição pelos tecidos, além de proporcionar uma latência curta e duração de meia vida de 2 horas em pacientes humanos (Giovannitti *et al.*, 2015). Sua seletividade a receptores alfa-2 se destaca dentre outros fármacos agonistas adrenérgicos, sendo o fármaco atual com maior seletividade (Rankin, 2017).

A alteração da pressão arterial induzida pela dexmedetomidina é caracterizada por uma resposta bifásica, dependente da dose administrada. Em doses mais baixas, observa-se uma simpátólise funcional, associada à estimulação dos receptores alfa-2 no núcleo motor dorsal do nervo vago, o que promove um aumento da atividade vagal cardíaca e um efeito parassimpaticomimético. Com o aumento da dose inicial, ocorre uma hipertensão transitória devido à estimulação dos receptores alfa-1 e alfa-2 na musculatura lisa cardíaca, resultando em bradicardia reflexa e redução do débito cardíaco (Giovannitti *et al.*, 2015; Nguyen *et al.*, 2017).

A cetamina tem sido amplamente utilizada na anestesia de répteis por apresentar boa margem de segurança e promover efeitos sedativos e anestésicos consistentes. Atuando como antagonista dos receptores NMDA, provoca uma dissociação entre o córtex cerebral e o sistema límbico, mantendo reflexos protetores e proporcionando uma contenção química eficaz, com pouca interferência sobre as funções respiratória e cardiovascular (Sladky e Mans, 2012; Longley, 2008; Olsson e Simpson, 2018).

A dose adequada varia conforme o grau de sedação desejado e a temperatura corporal do animal. Em estudos anteriores, a cetamina era administrada isoladamente, exigindo doses elevadas para alcançar relaxamento muscular satisfatório, o que resultava em períodos prolongados de recuperação. Em tartarugas, por exemplo, doses intramusculares entre 60 e 90 mg/kg levaram até 24 horas para recuperação completa a 22 °C (Green *et al.*, 1981). Atualmente, recomenda-se a associação com opioides, benzodiazepínicos ou agonistas alfa-2-adrenérgicos, o que possibilita a redução das doses necessárias e a diminuição de efeitos adversos (Schuszler *et al.*, 2018; Sayers e Kuniak, 2020).

O uso relatado de DEX associada ou não a outros fármacos em quelônios é amplo, no variando de 0,05 à 0,1 mg/kg (Divers *et al.*, 2022). A via intranasal foi avaliada em *Trachemys scripta scripta*, 0,2 mg/kg e 10 mg/kg de DEX e KET respectivamente (Schnellbacher *et al.*, 2012), a avaliação pela via intranasal buscando a diferença da administração com o pescoço para fora ou dentro escudo, utiliza as mesmas doses do estudo anterior em só que em *Trachemys scripta elegans* (Cermakova *et al.*, 2017), por outro lado a via intracloacal também foi foco de estudo, utilizando a DEX 0,2 mg/kg e KET 10 mg/kg em *Trachemys scripta scripta* (Morici *et al.*, 2017).

Um caso relatado da utilização as mesmas doses do presente estudo em *Chersina angulata* (Chu *et al.*, 2014) outros estudos também buscam descobrir a eficácia anestésica da

combinação (Heniff *et al.*, 2023) ou associados a outros fármacos em diferentes quelônios (Harms *et al.*, 2014; Emery *et al.*, 2014; Eshar *et al.*, 2021; Turner *et al.*, 2021; Masi *et al.*, 2023). Medetomidina (MED) também apresentam seus estudos avaliando sua associação com a KET ou não (Sleeman e Gaynor, 2000; Hernandez-Divers *et al.*, 2009; Lutvikadic e Maksimovic, 2024; Lutvikadić *et al.*, 2025).

Para a recuperação durante a anestesia, a fim de reverter a ação da MED e da DEX, utiliza-se o atipamezol (ATP) (Mosley, 2005; Sladky e Mans 2012; Pan *et al.*, 2021). A dose geralmente administrada é cinco vezes maior que a de MED (Sleeman e Gaynor, 2000; Hernandez-Divers *et al.*, 2009; Olsson e Phalen, 2012; Lutvikadic e Maksimovic, 2024; Lutvikadić *et al.*, 2025) e para DEX é dez vezes maior em estudos (Heaton-Jones *et al.*, 2002; Fleming, 2014; Harms *et al.*, 2014; Cermakova *et al.*, 2017; Masi *et al.*, 2023), alguns estudos utilizando 2 mg/kg de ATP para reverter 0,2 mg/kg de DEX, relatando que todos os animais começaram a ficar ativos após 18 (min) da reversão (Schnellbacher *et al.*, 2012), e outros utilizaram uma dose de ATP 0,02 mg/kg para reversão da DEX 75 mcg/kg divergindo das referências acima (McGuire *et al.*, 2013).

Os estudos relacionados aos *Phrynosops geoffroanus*, são escassos na literatura, tendo a utilização da associação de midazolam (2 mg/kg) por via intramuscular (IM) associado ao propofol (10 mg/kg) intravenoso (IV) no seio vertebral cervical (Santos *et al.*, 2009), avaliação do etomidato em diferentes doses (1 - 1,5 - 3 mg/kg IV), também seio vertebral cervical (Santos *et al.*, 2012a), e midazolam (2 mg/kg IM) e propofol (2,5 - 5 mg/kg IV), variando as doses em busca de uma dose mínima efetiva (Santos *et al.*, 2012b).

Com o objetivo de padronizar protocolos anestésicos e avaliar a utilização de diferentes fármacos e vias de administração em quelônios, estudos prévios investigaram distintas abordagens. Bem como avaliação de três protocolos anestésicos baseados na associação de cetamina (60–40–40 mg/kg) com midazolam (2–2–3 mg/kg), aplicados de forma sequencial, visando estabelecer um regime anestésico reprodutível (Cordeiro, 2019). Análise da influência do jejum hídrico sobre a anestesia com propofol administrado pela via intracelomática na dose de 35 mg/kg, não observando diferenças significativas entre animais submetidos ou não à restrição hídrica de 12 horas (Bragagnoli *et al.*, 2020). Além disso, o uso de anestésicos locais também foi explorado, com a avaliação da lidocaína (4,6 mg/kg) e da bupivacaína (1,15 mg/kg) administradas pela via espinal (Ribeiro, 2011).

### 3 ARTIGO CIENTIFICO

Os resultados da pesquisa estão apresentados na forma de artigo científico. A realização deste estudo foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Fronteira Sul (CEUA/UFFS), sob protocolo de 26/05/2025 nº5674070425 (ANEXO A) e Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) nº 98084-2 (ANEXO B). A formatação do manuscrito está de acordo com as normas do periódico “Veterinary Research Communications” (ANEXO C). Os requisitos da revista para submissão serão apresentados a seguir e incluem: title page e manuscript.

#### 3.1 TITLE PAGE

### **PHYSIOLOGICAL AND SEDATIVE RESPONSES IN *Phrynos geoffroanus* (SCHWEIGGER, 1812): COMPARISON OF TWO ANESTHETIC PROTOCOLS USING DEXMEDETOMIDINE AND KETAMINE**

**Ademar Francisco Fagundes Meznerovvicz<sup>1\*</sup> Ana Leticia Rodrigues Marques<sup>2</sup> Marina Marangoni<sup>3</sup> Ana Paula Gomes Lustosa<sup>4</sup> Rafael Martins Valadao<sup>5</sup> and Paulo Henrique Braz<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Department of Wildlife Medicine, Federal University of Fronteira Sul, Edmundo Gaievski Avenue, 1000, Highway BR 182 - Km 466, PO Box 253, Rural Area, Realeza, Paraná 85770-000, Brazil

franmeznerovvicz48@gmail.com

ORCID: [0009-0009-9864-5280](https://orcid.org/0009-0009-9864-5280)

<sup>2</sup> Department of Wildlife Medicine, Federal University of Fronteira Sul, Realeza, Paraná, Brazil

marquesrana@gmail.com

ORCID: [0009-0009-1905-9233](https://orcid.org/0009-0009-1905-9233)

<sup>3</sup> Department of Wildlife Medicine, Federal University of Fronteira Sul, Realeza, Paraná, Brazil [marinamarangoni7@gmail.com](mailto:marinamarangoni7@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-9916-6435](https://orcid.org/0000-0002-9916-6435)

<sup>4</sup>Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio), National Center for Research and Conservation of Reptiles and Amphibians, Goiás, Goiânia, Brazil  
[ana-paula.lustosa@icmbio.gov.br](mailto:ana-paula.lustosa@icmbio.gov.br)

ORCID: [0000-0002-0468-8637](https://orcid.org/0000-0002-0468-8637)

<sup>5</sup>Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio), National Center for Research and Conservation of Reptiles and Amphibians, Goiás, Goiânia, Brazil

[rafael.valadao@icmbio.gov.br](mailto:rafael.valadao@icmbio.gov.br)

ORCID: [0000-0002-7029-6631](https://orcid.org/0000-0002-7029-6631)

<sup>6</sup>Department of Wildlife Medicine, Federal University of Fronteira Sul, Realeza, Paraná, Brazil

**\*Corresponding author:** [paulo.braz@uffs.edu.br](mailto:paulo.braz@uffs.edu.br)

ORCID: [0000-0002-5519-061X](https://orcid.org/0000-0002-5519-061X)

#### **Abstract**

This study evaluated the anesthetic combination of dexmedetomidine and ketamine in free-ranging *Phrynops geoffroanus*, assessing cardiopulmonary and sedative variables, as well as pharmacological reversal with atipamezole. Twenty-five adult individuals were allocated into two groups: HG (dexmedetomidine 0.1 mg/kg + ketamine 10 mg/kg; n = 13) and LG (dexmedetomidine 0.05 mg/kg + ketamine 10 mg/kg; n = 12). Heart rate, respiratory rate, and cloacal temperature, along with motor and behavioral reflexes and venous blood gas analysis, were evaluated at baseline, during chemical restraint, and throughout recovery. No significant differences were observed between groups at the same time points for heart rate, respiratory rate, or cloacal temperature, indicating physiological stability at both dosages. In the HG group, respiratory rate progressively decreased from baseline ( $39 \pm 13$  [12–64]) to  $7 \pm 12$  [0–42] between 35 and 45 minutes after drug administration, with recovery to  $36 \pm 10$  [17–56] fifteen minutes following atipamezole administration. Reflex assessment demonstrated deeper sedation in the HG group, with significant differences in head tone, limb tone, righting reflex, and palpebral reflex, whereas cloacal reflex and jaw tone did not differ between doses. Pharmacological reversal restored physiological parameters to near-baseline values within 25 minutes. Venous blood gas analysis revealed mild and transient changes in pH and pCO<sub>2</sub> in both groups, without clinically relevant consequences. In conclusion, dexmedetomidine at doses of 0.1 mg/kg and 0.05 mg/kg, combined with ketamine (10 mg/kg) and administered at an ambient temperature of 28 °C, is safe for *P. geoffroanus*. The higher dose was associated with deeper sedation, making it suitable for field procedures and clinical handling.

**Keywords:** Chemical restraint; Dissociative anesthesia; Chelonians; Sedation.

## Introduction

Anesthesia in chelonians presents specific challenges related to the physiological and anatomical particularities of this group, including the absence of a diaphragm and intercostal muscles, the restriction of the coelomic cavity by the carapace, and the ability to maintain prolonged apnea, factors that complicate anesthetic management (Bennett 1998; Heard 2001; O'Malley 2018; Olsson and Simpson 2018; Perpiñán 2018).

In this context, pharmacological protocols that provide adequate chemical restraint with minimal cardiorespiratory compromise are essential. Dexmedetomidine, a highly selective alpha-2 adrenergic agonist, promotes sedation and analgesia by reducing neuronal excitability, while ketamine, an N-methyl-D-aspartate (NMDA) receptor antagonist, is widely used in reptiles due to its efficacy and relatively limited cardiorespiratory depression (Longley 2008; Giovannitti et al. 2015; Rankin 2017; Sayers and Kuniak 2020).

The combination of these drugs aims to potentiate sedative effects and improve the quality of anesthetic recovery, and has been evaluated in chelonian species via different routes of administration, including intramuscular, intranasal, and intracloacal routes (Schnellbacher et al. 2012; Cermakova et al. 2017; Morici et al. 2017). To reverse the effects induced by dexmedetomidine, atipamezole is commonly used in doses higher than those of the alpha-2 agonist, promoting a faster and more predictable recovery; however, considerable variability persists among anesthetic protocols for chelonians (Mosley 2005; Schnellbacher et al. 2012; Cermakova et al. 2017).

*Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812), commonly known as the Geoffroy's side-necked turtle, belongs to the order Testudines and the family Chelidae. This species has a wide distribution in South America and occurs throughout most of Brazil, except for the Pampa biome (TTWG 2025; Brito et al. 2025). It is a semi-aquatic, diurnal species that generally exhibits docile behavior and a high capacity to adapt to environments with low oxygen availability and urbanized areas, being considered an important environmental bioindicator (Souza and Abe 2000; Pulcherio et al. 2022; Brito et al. 2025).

In *P. geoffroanus*, anesthetic studies are scarce and largely focused on benzodiazepines, intravenous anesthetics, or dissociative agents administered through different routes (Santos et al. 2009; Santos et al. 2012a, b; Bragagnoli et al. 2020). Reports of route-related complications, such as accidental submeningeal propofol injection, highlight the need for safer alternatives (Quesada et al. 2010). Given the heterogeneity of existing protocols, the intramuscular route stands out as a practical option under field conditions, especially in high-density settings like Wildlife Screening Centers (CETAS), due to its ease of administration and rapid onset (Santos et al. 2025).

Thus, the present study aimed to evaluate the association of dexmedetomidine and ketamine, analyzing cardiopulmonary and sedative variables, as well as the reversal of dexmedetomidine with atipamezole, in wild *Phrynops geoffroanus*.

## **Materials and Methods**

### *Animals*

The study was conducted on 25 adults *Phrynops geoffroanus*, allowing sex categorization into females and males according to capture effort convenience, within the sampling period, in the area of Iguazu National Park. Trap locations were selected based on field inspections and prior reports of species occurrence.

Animals were captured manually and using funnel traps (“covo” type), measuring 100 cm in length and 50 cm in height, with 2 cm mesh size and a 25 cm funnel opening. Traps were simultaneously installed along the margins of pre-established aquatic environments during the morning (08:00 h) and inspected and removed the following morning (08:00 h), remaining active for a total of 24 hours.

To prevent drowning, traps were installed with approximately 30% of their structure emergent, allowing respiration of captured individuals. The distance between traps was approximately 50 meters. All non-target organisms (not included in the collection permit) were immediately released at the capture site.

Inspections were performed in the morning, when turtles were removed from traps, identified, labeled, and placed in individual cloth bags. Subsequently, they were transported to the ICMBio research base, where temporary handling was conducted in accordance with ICMBio Ordinance No. 748/2022 (items III and IV). Animals were individually housed in light-colored, fine cotton bags, slightly moistened, ensuring adequate ventilation and comfort.

All procedures involving restraint, housing, transport, post-procedural care, and release followed the recommendations of the *Brazilian Guide for the Production, Maintenance, or Use of Animals in Teaching or Scientific Research Activities* of the National Council for the Control of Animal Experimentation (CONCEA) (Lustosa et al. 2023). After completion of procedures, animals were released back into the wild at the original capture sites.

### *Anesthesia*

Among the 25 animals, 16 were females and 9 were males. Animals were allocated into two experimental groups: a high-dose dexmedetomidine (HG) group ( $n = 13$ , 8 females and 5 males) and a low-dose dexmedetomidine (LG) group ( $n = 12$ , 8 females and 4 males). Body weight differed between sexes, with females weighing  $582 \pm 291$  (310 – 1280) g and males weighing  $1,062 \pm 814$  (250 – 2310) g. Dexmedetomidine (Dexdomitor®, Orion Pharma, Espoo, Finland) was administered in association with ketamine (Cetamin®, Syntec, Brazil), as follows:  
Group 1 (HG): dexmedetomidine (0.1 mg/kg) combined with ketamine (10 mg/kg)  
Group 2 (LG): dexmedetomidine (0.05 mg/kg) combined with ketamine (10 mg/kg)

Prior to inclusion in the study, the animals underwent a physical examination, including assessment of hydration status, body condition score, and collection of biological material for baseline blood gas analysis. Animals exhibiting dehydration, poor body condition, visible

lesions, or any condition that contraindicated chemical restraint were excluded from the study. Juvenile animals, which did not allow for sexual differentiation, were also excluded.

Drug administration occurred immediately after baseline physiological assessment (baseline in Fig. 1 and 2) via intramuscular injection using a sterile hypodermic needle (0.45 × 13 mm) into the left brachial biceps muscle, following appropriate cleaning and antisepsis of the injection site.

Chemical restraint lasted 45 minutes after the initial administration. At the end of this period (M45), reversal was performed by intramuscular injection at the same site, using atipamezole (Antisedan®, Orion Pharma, Espoo, Finland), in doses corresponding to each group: HG (0.1 mg/kg) and LG (0.05 mg/kg) (Divers et al. 2022), with monitoring up to 70 minutes (M70) after the initial administration, to track anesthetic return.

### *Monitoring*

The animals from both groups were evaluated at five-minute intervals to determine heart rate (HR), respiratory rate (RR), and cloacal temperature (CT), as well as spontaneous movements (SM) was performed for observacion visual, head righting reflex (HRR), head tone (HT), limb tone (LT) jaw tone (JT) was performed through tactile manipulation and extension of the head, limbs and attempted mouth opening for JT; palpebral reflex (PR) was gentle eye contact, for the cloacal reflex (CR), was assessed simultaneously, with the using a thermometer.

Anesthetic monitoring included the use of a multiparametric monitor (RMZ1200vet, RZVet, São Paulo, Brazil) for CT, a veterinary ultrasonic Doppler device (Medmega DV-610V, São Paulo, Brazil) for HR placement at the thoracic inlet, and RR assessment by visual observation of thoracic limb, neck, or pelvic limb pumping movements. Ambient temperature was recorded using a thermo-hygrometer (HTC-2).

The observed reflexes (SM, CR, HRR, PR, HT, LT, and JT) were classified according to a three-point scale: 1 – present; 2 – reduced; 3 – absent (Santos et al. 2009; Schnellbacher et al. 2012; Bragagnoli et al. 2020; Heniff et al. 2023). After 45 minutes of administering dexmedetomidine and ketamine, the dexmedetomidine was reversed with the administration of atipamezole, via the same route and dose as the dexmedetomidine specific to each group, initiating the anesthetic recovery period. The same parameters were monitored during recovery (M45 up to M70 in Fig. 1 and 2). No animals exhibited adverse events, such as post-anesthetic excitation.

### *Venous Blood Gas Analysis*

Five animals from each group (HG and LG) were selected for pre- and post-anesthetic venous blood gas analysis. Blood samples (approximately 0,5 mL) were collected via dorsal occipital venous sinus puncture using a disposable 3 mL heparinized syringe and a 30 × 7 needle.

Analyses were performed using a portable EPOC® Blood Gas Analyzer (Siemens Healthineers), employing three measurement methods depending on the parameter assessed: potentiometry (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, pH, and pCO<sub>2</sub>) and amperometry (Glu, Lac, and pO<sub>2</sub>). Each analysis was conducted individually using a test card containing calibrators, controls, and electrodes.

Measured and calculated blood gas parameters included base excess in blood (BE [b]), base excess in extracellular fluid (BE [ecf]), calcium (Ca), chloride (Cl), bicarbonate concentration (cHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), oxygen saturation (Cso<sub>2</sub>), glucose (Glu), potassium (K), lactate (Lac), sodium (Na), partial pressure of carbon dioxide (pCO<sub>2</sub>), hydrogen potential (pH), partial pressure of oxygen (pO<sub>2</sub>), and total carbon dioxide (tCO<sub>2</sub>).

Blood gas analysis was performed on average 3 hours before application of the chemical restraint protocol (P0) and after anesthetic recovery, approximately 50 minutes following reversal (P1), to detect potential changes induced by the chemical restraint protocol.

Corrections for pH, pCO<sub>2</sub>, and pO<sub>2</sub> were applied based on mean ambient temperature (TA), with M0 at 25°C and M1 at 28°C. The variables cHCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and tCO<sub>2</sub> were recalculated using temperature-based formulas described by Stabenau and Heming (1993), Anderson et al. (2011), and Adamovicz et al. (2018):

$$\mathbf{pH(TA)} = \mathbf{pH(37)} - [0,0147 \times (37 - \mathbf{TA})]$$

$$\mathbf{pO_2(TA)} = \mathbf{pO_2I} \times 10^{(-0,0058 \times (\mathbf{TA} - 37))}$$

$$\mathbf{pCO_2(TA)} = \mathbf{pCO_2I} \times 10^{(0,0019 \times (\mathbf{TA} - 37))}$$

$$\mathbf{\alpha CO_2} = (9,174 \times 10^{-3}) - (3,269 \times 10^{-4} \times \mathbf{TA}) + (6,364 \times 10^{-6} \times \mathbf{TA}^2) - (5,378 \times 10^{-8} \times \mathbf{TA}^3)$$

$$\mathbf{pK_a} = 6,398 - (1,341 \times 10^{-2} \times \mathbf{TA}) + (2,282 \times 10^{-4} \times \mathbf{TA}^2) - (1,516 \times 10^{-6} \times \mathbf{TA}^3) +$$

$$\log(1,011 + 10^{\mathbf{pH(TA)} + 0,011 \times \mathbf{TA} - 10,241} + 10^{\mathbf{pH(TA)} + 0,001 \times \mathbf{TA} - 8,889})$$

$$\mathbf{HCO_3^-(TA)} = \mathbf{\alpha CO_2} \times \mathbf{pCO_2(TA)} \times 10^{(\mathbf{pH(TA)} - \mathbf{pK_a})}$$

$$t\text{CO}_2(\text{TA}) = \text{HCO}_3^-(\text{TA}) + (\alpha\text{CO}_2 \times p\text{CO}_2(\text{TA}))$$

### *Statistical Analysis*

Descriptive statistics (mean  $\pm$  SD, minimum, and maximum values) were used to summarize the data. Heart rate (HR), respiratory rate (RR), and cloacal temperature (CT) were recorded every five minutes, and data were consolidated into 15-minute intervals and 10 minutes for the last measurement interval.

Based on normality assessment using the Shapiro–Wilk test, repeated-measures ANOVA was applied to evaluate differences in HR, RR, and CT. Homogeneity of variances was assessed using Levene’s test. When violations of sphericity were detected, the Greenhouse–Geisser correction was applied.

Reflex variables were analyzed using their complete datasets, without temporal aggregation. An independent-samples t-test was used to compare reflex responses between the HG and LG groups, with results graphically represented to visualize the timing of reflex reduction, absence, and recovery throughout the monitoring period.

For venous blood gas analysis, normality was assessed using the Shapiro–Wilk test. Paired-samples t-tests were applied to evaluate differences between time points within the same group, and independent-samples t-tests were used to compare differences between groups at the same time points.

All statistical analyses were performed using JASP software (version 0.19.3.0) (JASP 2025). Statistical significance was set at  $p < 0.05$ .

## **Results**

### *Physiological Parameters*

Heart rate (HR), respiratory rate (RR), and total cardiac output (TC) did not differ significantly between groups at the same time points after correction for sphericity and homogeneity of variances. Descriptive data for these physiological parameters are presented in Table 1. The time points described represent the mean  $\pm$  SD [min.–max.].

Table 1. Physiological parameters: heart rate (HR; bpm; mean  $\pm$  SD [min–max]), respiratory rate (RR; breaths/min; mean  $\pm$  SD [min–max]), and cloacal temperature (CT; °C; mean  $\pm$  SD [min–max]) of *Phrynosops geoffroanus* subjected to chemical restraint with dexmedetomidine and ketamine. Pharmacological reversal of dexmedetomidine was performed after M35-45

minutes. Baseline values were recorded before drug administration. Post-baseline time points represent data compiled at 15-min intervals (M5–15 to M50–60) and at 10-min intervals for M65–70, as defined in the statistical analysis. HG, high-dose dexmedetomidine group; LG, low-dose dexmedetomidine group.

<b>Groups</b>	<b>Baseline</b>	<b>M5-15</b>	<b>M20-30</b>	<b>M35-45</b>	<b>M50-60</b>	<b>M65-70</b>	
<b>HR</b>	<b>HG</b>	50 ± 15 [20-76]	46 ± 6 [28-53]	40 ± 5 [26-48]	38 ± 5 [30-49]	50 ± 10 [28-64]	56 ± 13 [24-72]
	<b>LG</b>	56 ± 5 [46-64]	45 ± 4 [40-53]	38 ± 2 [34-44]	34 ± 4 [25-41]	49 ± 10 [31-65]	56 ± 12 [34-70]
<b>RR</b>	<b>HG</b>	39 ± 13 [12-64]	6 ± 7 [0-26]	7 ± 14 [0-48]	7 ± 12 [0-42]	36 ± 10 [17-56]	42 ± 14 [25-61]
	<b>LG</b>	35 ± 18 [0-64]	7 ± 8 [0-20]	7 ± 12 [0-44]	8 ± 9 [0-31]	29 ± 10 [12-42]	34 ± 12 [12-52]
<b>CT</b>	<b>HG</b>	26 ± 1 [24-28]	26 ± 1 [24-28]	27 ± 1 [25-28]	27 ± 0,8 [25-28]	27 ± 0,8 [25-28]	27 ± 0,8 [25-28]
	<b>LG</b>	26 ± 1 [24-28]	27 ± 0,9 [25-29]	27 ± 1 [25-29]	27 ± 0,9 [25-29]	27 ± 0,8 [25-29]	27 ± 0,8 [26-29]

### *Reflex assessment*

The HG and LG groups showed statistically significant differences at specific time points. For the head tone (HT) parameter, differences were observed at M20 ( $p = 0.010$ ), M25 ( $p < 0.001$ ), M35 ( $p < 0.001$ ), M40 ( $p < 0.001$ ), and M45 ( $p = 0.008$ ). Spontaneous movement (SM) differed between groups at M35 ( $p = 0.025$ ). The head righting reflex (HRR) showed significant differences at M35 ( $p = 0.008$ ), M40 ( $p < 0.001$ ), and M45 ( $p = 0.018$ ), whereas the palpebral reflex (PR) differed only at M45 ( $p = 0.024$ ).

Regarding limb tone (LT), significant dose-related differences were observed at M35 ( $p = 0.023$ ), M40 ( $p = 0.011$ ), and M45 ( $p = 0.011$ ). The cloacal reflex (CR) and jaw tone (JT) did not show significant differences between the evaluated doses. These results are graphically presented in Fig. 1 and 2.

Fig. 1. Behavioral parameters and reflexes observed during anesthetic monitoring of *Phrynops geoffroanus* subjected to the anesthetic protocol. Pharmacological reversal of dexmedetomidine

was performed at 45 minutes (dashed line). The orange line represents the high-dose group (HG), and the blue line represents the low-dose group (LG). Scores were recorded over time to assess anesthetic depth and recovery. The M0 value was defined as baseline (the time immediately prior to drug administration). From this point, variables were recorded at regular five-minute intervals. SM, spontaneous movements; HT, head tone; LT, limb tone; JT, jaw tone.

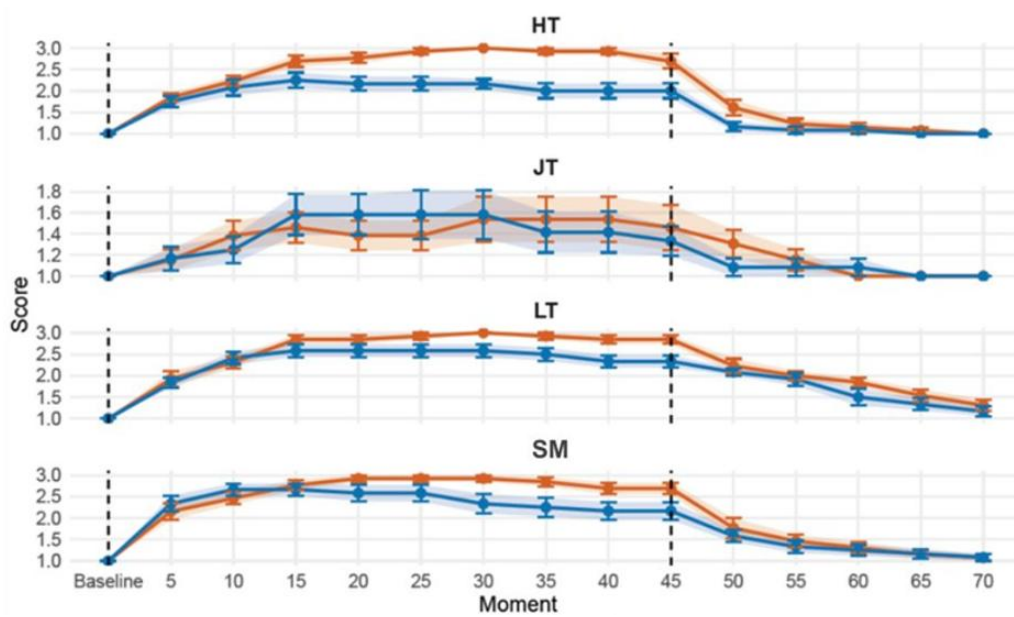
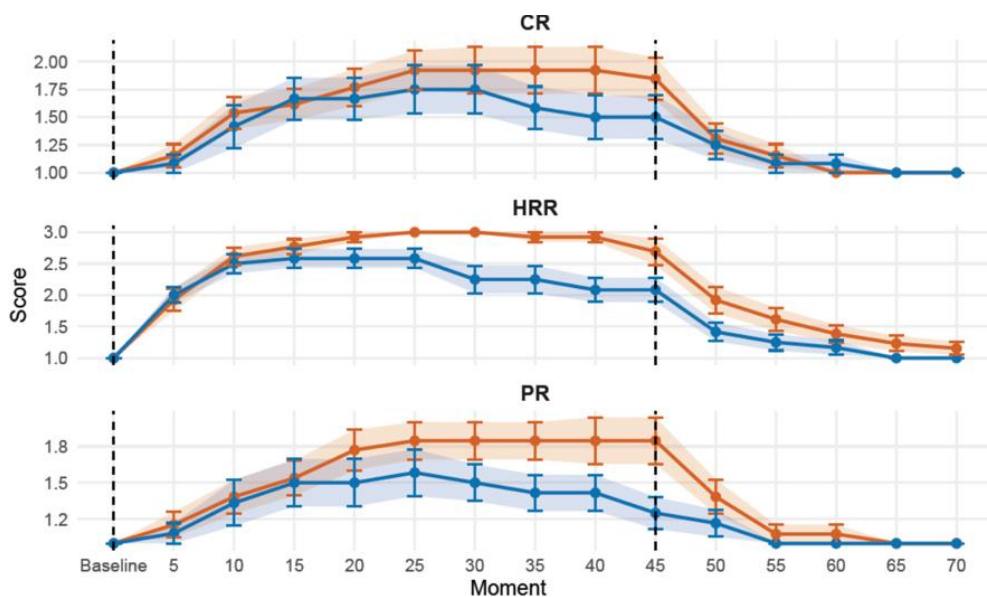


Fig. 2. Behavioral parameters and reflexes during anesthetic monitoring of *Phrynosoma geoffroanus*. Pharmacological reversal of dexmedetomidine was performed at 45 minutes (dashed line). The orange line represents the high-dose group (HG) and the blue line the low-dose group (LG). The M0 value was defined as baseline (the time immediately prior to drug administration). From this point, variables were recorded at regular five-minute intervals. CR, cloacal reflex; HRR, head righting reflex; PR, palpebral reflex.



*Blood gas parameters*

Table 2. Blood gas parameters of *Phrynos geoffroanus* at pre-anesthetic (P0) and post-anesthetic (P1) time points (HG,  $n = 5$ ; LG,  $n = 5$ ). Data are presented as mean  $\pm$  SD or median (min–max), according to distribution. BE (b), base excess in blood; BE (ecf), base excess in extracellular fluid;  $\text{cHCO}_3^-$ , bicarbonate concentration;  $\text{Cso}_2$ , oxygen saturation; HG, high-dose group; Glu, glucose; Lac, lactate; LG, low-dose group;  $\text{pCO}_2$ , partial pressure of carbon dioxide;  $\text{pO}_2$ , partial pressure of oxygen; TA, Corrections applied based on mean ambient temperature;  $\text{tCO}_2$ , total carbon dioxide. Different uppercase letters indicate differences between groups, and different lowercase letters indicate differences between time points ( $p < 0.05$ ).

Values	Moment	Groups	
		HG	LG
pH (TA)	P0	7.435 $\pm$ 0.071 <sup>a</sup>	7.577 $\pm$ 0.119
	P1	7.676 $\pm$ 0.168 <sup>b</sup>	7.704 $\pm$ 0.096
pCO <sub>2</sub> (TA)	P0	57.8 $\pm$ 10.393 <sup>Aa</sup>	41.420 $\pm$ 6.353 <sup>Ba</sup>
	P1	31.72 $\pm$ 11.355 <sup>b</sup>	28.94 $\pm$ 6.222 <sup>b</sup>
pO <sub>2</sub> (TA)	P0	67.96 $\pm$ 14	72.1 $\pm$ 13.539
	P1	70.52 $\pm$ 5.145	66.88 $\pm$ 8.819
cHCO <sub>3</sub> (TA)	P0	48.14 $\pm$ 6.398	48.46 $\pm$ 11.329
	P1	47.260 $\pm$ 9.906	43.76 $\pm$ 5.477
BE (ecf)	P0	2.9 $\pm$ 3.168	-1.52 $\pm$ 5.569
	P1	4.54 $\pm$ 3.609	3.12 $\pm$ 1.395
BE (b)	P0	2.8 $\pm$ 2.772	-1.36 $\pm$ 5.003
	P1	3.920 $\pm$ 3.194	2.580 $\pm$ 1.238
Cso <sub>2</sub>	P0	82.1 $\pm$ 9.867 <sup>a</sup>	90.62 $\pm$ 9.075
	P1	94.12 $\pm$ 2.774 <sup>b</sup>	93.820 $\pm$ 2.16
Na	P0	136.8 $\pm$ 2.28	133.8 $\pm$ 3.834
	P1	136.2 $\pm$ 4.147	134.8 $\pm$ 2.588
K	P0	3.560 $\pm$ 0.321	3.66 $\pm$ 0.619
	P1	3.2 $\pm$ 0.2	3.2 $\pm$ 0.515
Ca	P0	6.0 (6.0-6.2) <sup>A</sup>	6.56 $\pm$ 0.445 <sup>B</sup>
	P1	5.82 $\pm$ 0.37	6.16 $\pm$ 0.577
Cl	P0	94.8 $\pm$ 4.025	95.4 $\pm$ 3.286 <sup>a</sup>
	P1	95.8 $\pm$ 4.266	98 $\pm$ 4.183 <sup>b</sup>
tCO <sub>2</sub> (TA)	P0	50.520 $\pm$ 6.625	50.16 $\pm$ 11.206
	P1	48.460 $\pm$ 10.310	44.78 $\pm$ 5.694
Glu	P0	178.6 $\pm$ 70.918	142 (138-300)
	P1	203.8 $\pm$ 84.138	201.8 $\pm$ 75.629
Lac	P0	71.84 $\pm$ 24.605	100.04 $\pm$ 42.209
	P1	76.66 $\pm$ 18.215	72.980 $\pm$ 16.9

Values were obtained from blood samples collected from  $n = 5$  animals per group. Regarding within-group temporal differences, the HG group showed significant differences between M0

and M1 for pH ( $p = 0.040$ ),  $p\text{CO}_2$  ( $p = 0.015$ ) and  $\text{Cso}_2$  ( $p = 0.049$ ). In the LG group, significant temporal differences were observed for  $p\text{CO}_2$  ( $p = 0.009$ ) and chloride (Cl) ( $p = 0.049$ ). Between-group comparisons at the same temporal point revealed significant differences at M0 between HG and LG for  $p\text{CO}_2$  ( $p = 0.017$ ) and calcium (Ca) ( $p = 0.039$ ); however, no significant differences between groups were observed at M1. Descriptive values are presented in Table 2.

## Discussion

The combination of dexmedetomidine and ketamine followed by reversal with atipamezole was effective in both groups, with the HG group indicated for procedures requiring deep sedation and the LG group for procedures requiring light to moderate sedation in *P. geoffroanus*. The same combination has been evaluated in several studies using the intranasal route (Schnellbacher et al. 2012; Cermakova et al. 2017) and the intracloacal route (Morici et al. 2017), with reports of its use at the doses applied in the present study (Divers et al. 2022).

To date, its use in *P. geoffroanus* and the response of this protocol to reversal with dexmedetomidine have not been reported. This gap is particularly relevant considering the wide geographic distribution of *P. geoffroanus*, its abundance throughout Brazil, and its high population density, factors that favor its inclusion in clinical, experimental, and conservation-related procedures. Thus, the results of this study provide new contributions to the anesthesiology of neotropical turtles, offering support for the development of safer and more predictable protocols applicable to the management of Brazilian wildlife (Brito et al. 2025).

Studies involving *P. geoffroanus* in Brazilian literature have predominantly employed drugs such as ketamine, etomidate, midazolam, and propofol, focusing on sedation parameters assessed using subjective scales that evaluate the presence or absence (1–2) or presence, reduction, and absence (1–3) of specific parameters (Santos et al. 2009; Santos et al. 2012a, b; Cordeiro 2019; Bragagnoli et al. 2020), as well as variations in physiological parameters, most frequently HR, RR, and CT, in addition to ambient temperature. For *P. geoffroanus*, ambient temperatures of 28°C (Bragagnoli et al. 2020) have been reported for anesthesia. Conversely, a study conducted in Mato Grosso do Sul, Brazil, reported a preferred temperature range between 24.31°C and 30.61°C (Emidio and Barradas 2017).

The reduction of RR is commonly observed with the use of alpha-2 agonists in anesthetic protocols. This effect has been reported in *Chelonoidis carbonaria* using the same HG protocol doses combined with 1 mg/kg of midazolam (Eshar et al. 2021). A similar response was observed in *Trachemys scripta scripta*, consistent with the progressive decrease until reversal observed in the present study (Schnellbacher et al. 2012; Morici et al. 2017). The RR

of *Phrynops geoffroanus* under normoxic conditions is low compared to other species, such as *Podocnemis unifilis* (Cordeiro et al. 2016). There are no data available for comparison with other species of the same genus, suggesting that the association with an inherently low RR may predispose this species to bradypnea or apnea during sedation (Cordeiro et al. 2016). In the present study, the decrease in venous PCO<sub>2</sub> observed after anesthetic recovery may be related to a compensatory increase in respiratory rate following pharmacological reversal of dexmedetodine.

HR showed a progressive reduction over time following application of the chemical restraint protocol, with a subsequent increase after reversal with atipamezole, returning to values similar to baseline. A similar pattern was described in *Trachemys scripta elegans* using 0.2 mg/kg of intranasal dexmedetomidine, a dose twice that used in the HG protocol, combined with the same ketamine dose (Cermakova et al. 2017). In that study, this HR variation pattern was observed in both experimental groups. In contrast, studies using 0.2 mg/kg of dexmedetomidine in *Trachemys scripta scripta* reported an increase or maintenance of baseline HR over time, possibly related to species-specific responses (Schnellbacher et al. 2012; Morici et al. 2017).

The HG group presented higher scores on the subjective sedation scale (1–3) compared to the LG group, a result also illustrated in Figures 1 and 2. In both groups, mean scores of 2 in the LG group and 3 in the HG group were observed for head tone, palpebral reflex, and mandibular tone, indicating reduction or absence of these responses. These findings contrast with those reported by Morici et al. (2017), who, despite using dexmedetomidine doses twice as high as those in the HG protocol, described similar sedation levels, with a predominance of score 2 at 45 minutes, representing decreased or absent head and neck tone, present palpebral reflex, and present mandibular tone. In the present study, the HG protocol promoted greater suppression of the evaluated parameters despite the lower dose, suggesting a more pronounced sedative effect relative to the dose used.

Spontaneous movement and head-righting reflexes observed in the study are reflexes that provide useful information in chelonians (Sladky and Mans 2012). Flaccid head and limbs were categorized as moderate sedation without return to a retracted position when manipulated (Schnellbacher et al. 2012). In comparison with the reflexes observed in the present study, spontaneous movement was absent from M20 to M35 in most animals in the HG group. Head-righting reflex (HHR) and limb tone (LT) reached a score of 3 (absence of reflexes) at time points such as M25 to M30 and M30, respectively. In contrast, the LG group showed only

reduced reflexes (score 2) at these same time points. These findings indicate moderate sedation in the LG group and deep sedation in the HG group. However, digital pinch testing of the limbs was not performed to assess deeper reflexes; only tactile manipulation of the limbs and head was evaluated.

The cloacal reflex was not assessed in other studies using the same chemical restraint protocol, nor in other anesthetic studies involving *P. geoffroanus*. In the present study, this reflex was reduced (score 2), with a more pronounced decrease in the HG group compared to the LG group, followed by complete recovery within 25 minutes after reversal dexmedetomidine with atipamezole. This recovery pattern was consistent with that observed for most reflexes evaluated. Other studies have reported complete return to baseline within  $18.9 \pm 7$  minutes after reversal (Schnellbacher et al. 2012), using a dose ten times higher. Similar results were reported by Cermakova et al. (2017). Recovery time may be linked to species-specific responses and may vary.

The characteristic of atipamezole as a competitive antagonist leads to its use in doses much higher than those used for the alpha-2 agonist, seeking safe reversal without re-sedation; doses ten times higher have been reported (Schnellbacher et al. 2012; Fleming 2014; Harms et al. 2014; Cermakova et al. 2017; Masi et al. 2023). The longer time required for reflexes to return to baseline levels in the present study may be related to the lower dose of atipamezole compared to these studies; however, the reversal was effective in restoring reflexes, albeit more slowly, and did not induce agitation or excitatory reactions.

Hemogasometric values of pH (TA) for the HG group and pCO<sub>2</sub>(TA) for both groups differed between P0 and P1 within the same group, showing higher pH (TA) and lower pCO<sub>2</sub>(TA) values at the post-chemical restraint moment. There are no standardized reference values in the literature for this species to allow direct comparisons. However, the increase in pH (TA) at P1 compared to P0 in the HG group may be attributed to an increase in RR after reversal, leading to decreased pCO<sub>2</sub>(TA) and stable bicarbonate levels at both time points, resulting in increased pH (DiBartola 2012).

Blood gas analysis values for *Rheodytes leukops* have been reported in the literature, with pH values corrected to a temperature of 25°C showing higher values compared to the P0 values in *P. geoffroanus* in the present study (Gordos et al. 2004). Venous hemogasometric parameters in free-ranging *Terrapene carolina carolina* showed lower pH values in summer compared to other seasons; in contrast, P0 values in both groups of the present study were higher (Adamovicz et al. 2018). pH values (7.519) from six individuals of *Phrynosoma muniti*

were established at 25°C, along with pCO<sub>2</sub> values, which were similar to P<sub>0</sub> values in the LG group of the present study, these animals were also maintained at an ambient temperature of 25°C during the experiment (Reischl et al. 1984).

The limitations of this study include the variability in the timing of anesthesia (day and night), which may have influenced physiological responses. Nociceptive reflexes were not assessed by digital pinching, only by tactile stimulation, which may have limited the assessment of the depth of anesthesia. The animals were not blinded or randomized into blocks, as allocation was performed by simple random selection. Despite these limitations, the study provides fundamental data to support future investigations of anesthetic protocols in *Phrynosoma geoffroanus*, since the combination of dexmedetomidine and ketamine in the HG group showed higher sedation scores than in the LG group, and the reversal of dexmedetomidine with atipamezole was effective in both groups.

### **Funding**

The authors would like to thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for the financial support and for fostering research development, without their help the execution of this research would not have been possible.

### **Declaration of competing interests**

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

### **Acknowledgments**

This work was carried out with the support of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel – Brazil (CAPES).

### **Author contributions**

All authors contributed to the conception and planning of the study. Material preparation, data collection, and analysis were performed by Ademar Francisco Fagundes Meznerovvicz, Marina Marangoni, Ana Letícia Rodrigues Marques, Ana Paula Gomes Lustosa, Rafael Martins Valadão and Paulo Henrique Braz. The first draft of the manuscript was written by Ademar Francisco Fagundes Meznerovvicz, and all authors commented on previous versions of the manuscript. All authors read and approved the final version of the manuscript.

### **Ethical Approval**

This study was conducted and approved by the Ethics Committee of the Federal University of Fronteira Sul (May 26, 2025, no. 5674070425) and by the Biodiversity Authorization and Information System (SISBIO) under authorization number 98084-2.

### Data availability statement (DAS)

The data used to generate the results presented in the article are available via email from the corresponding author.

### Referências

Adamovicz L, Leister K, Byrd J, Phillips CA, Allender MC (2018) Venous blood gas in free-living eastern box turtles (*Terrapene carolina carolina*) and effects of physiologic, demographic and environmental factors. *Conserv Physiol* 6:1-14. <https://doi.org/10.1093/conphys/coy041>

Anderson ET, Harms CA, Stringer EM, Cluse WM (2011) Evaluation of hematology and serum biochemistry of cold-stunned green sea turtles (*Chelonia mydas*) in North Carolina, USA. *J Zoo Wildl Med* 42:247–255. <https://doi.org/10.1638/2010-0217.1>

Bao N, Tang B (2020) Organ-protective effects and the underlying mechanism of dexmedetomidine. *Mediators Inflamm* 2020:6136105. <https://doi.org/10.1155/2020/6136105>

Bragagnoli AL, Souza JG, Soares KL, Pereira SARS, Carreiro AN, Henrique FV, Nóbrega Neto PI (2020) Effects of propofol administered by intracelomatic route in Geoffroy's toadhead turtle (*Phrynops geoffroanus* Schweigger, 1812). *Arq Bras Med Vet Zootec* 72:405–410. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11039>

Brito ES, Valadão RM, Malvasio A, Freitas AFF, Muniz FL, Molina FB, Souza FL, Moura GJB, Costa HC, Bassetti LAB, Friol NR, Bressan RF, Rocha SB, Gomides SC, Marques TS, Portelinha TCG (2025) Continental turtles and crocodylians of Brazil, 1st edn. State Environmental Agency, Brazil. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16738734>

Cermakova E, Cepelcha V, Knotek Z (2017) Efficacy of two methods of intranasal administration of anaesthetic drugs in red-eared terrapins (*Trachemys scripta elegans*). *Vet Med* 63:87–93. <https://doi.org/10.17221/74/2017-VETMED>

Cordeiro TEF (2019) Ventilation and gas exchange in freshwater turtles. PhD thesis, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil. Available at: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59139/tde-28012020154312/publico/Cordeiro\\_2019.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59139/tde-28012020154312/publico/Cordeiro_2019.pdf)

Cordeiro TEF, Abe AS, Klein W (2016) Ventilation and gas exchange in two turtles: *Podocnemis unifilis* and *Phrynops geoffroanus* (Testudines: Pleurodira). *Respir Physiol Neurobiol* 224:125–131. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2014.12.010>

DiBartola SP (2012) Introduction to acid-base disorders. In: DiBartola SP (ed) Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal practice. 4th edn. Elsevier Saunders, St. Louis, pp 231-252

Divers SJ, Barbosa A, Ellis LE, Innis C, Gibbons P (2022) Endoscopic sexing in turtles and tortoises: 467 cases (2007–2017). *Vet Rec* 191: e1795. <https://doi.org/10.1002/vetr.1795>

Emidio JC, Barradas AC (2017) Thermal ecology of freshwater turtles (*Podocnemis unifilis* and *Phrynops geoffroanus*) from the Kuluene River. *J Agro-environmental Sciences* 15:198–204. <https://doi.org/10.5327/Z1677-606220172055>

Eshar D, Rooney TA, Gardhouse S, Beaufrère H (2021) Evaluation of the effects of a dexmedetomidine–midazolam–ketamine combination administered intramuscularly to captive red-footed tortoises (*Chelonoidis carbonaria*). *Am J Vet Res* 82:858-864. <https://doi.org/10.2460/ajvr.82.11.858>

Giovannitti JA, Thoms SM, Crawford JJ (2015) Alpha-2 adrenergic receptor agonists: a review of current clinical applications. *Anesth Prog* 62:31–38. <https://doi.org/10.2344/0003-3006-62.1.31>

Gordos MA, Franklin CE, Limpus CJ, Wilson G (2004) Blood-respiratory and acid–base changes during extended diving in the bimodally respiring freshwater turtle *Rheodytes leukops*. *J Comp Physiol B* 174:347–354. <https://doi.org/10.1007/s00360-004-0420-x>

Heard DJ (2001) Reptile anesthesia. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract* 4:83–117. [https://doi.org/10.1016/S1094-9194\(17\)30053-1](https://doi.org/10.1016/S1094-9194(17)30053-1)

Heniff AC, Petritz OA, Carpenter RG et al (2023) Anesthetic efficacy of dexmedetomidine–ketamine in eastern box turtles (*Terrapene carolina carolina*) is enhanced with the addition of midazolam and forelimb administration. *Am J Vet Res* 85:1-9. <https://doi.org/10.2460/ajvr.23.10.0226>

JASP Team (2025) JASP (Version 0.19.3.0) [Computer software]. University of Amsterdam, Amsterdam. <https://jasp-stats.org>

Lustosa APG, Sousa AEBA, Pires AD, Gomes CG, Lugarini C, Pavanelli CS, Abrahão CR, Soares CM, Zawadzki CH, Paludo D, Benedito E, Silva FE, Paim FP, Miranda F, Reis IJ, Bicca-Marques JC, Souza MA, Valença-Montenegro MM, Serafini PP, Balestra RAM, Valadão RM, Graça WJ (2023) Wild animals living freely. In: Silveira LF (coord); Viana AAB, De Angelis K, Braga LMGMB (eds) Brazilian guide for the production, maintenance or use of animals in teaching or scientific research activities/Concea, 1st edn. Brasília, Ministry of Science, Technology and Innovation, pp 966–1105 Available at: [https://palotina.ufpr.br/wp-content/uploads/2024/07/guia\\_concea\\_led\\_animais-\\_ensino\\_ou\\_pesquisa\\_2023.pdf](https://palotina.ufpr.br/wp-content/uploads/2024/07/guia_concea_led_animais-_ensino_ou_pesquisa_2023.pdf)

Morici M, Interlandi C, Costa GL, Giuseppe MD, Spadola F (2017) Sedation with intracloacal administration of dexmedetomidine and ketamine in yellow-bellied sliders (*Trachemys scripta scripta*). *J Exot Pet Med* 26:188–191. <https://doi.org/10.1053/j.jepm.2017.05.008>

Mosley CAE (2005) Anesthesia and analgesia in reptiles. *Semin Avian Exot Pet Med* 14:243–262. <https://doi.org/10.1053/j.saep.2005.09.005>

Mosley CI, Mosley CA (2015) Comparative anesthesia and analgesia in reptiles, amphibians, and fish. In: Grimm KA, Lamont LA, Tranquilli WJ (eds) Lumb & Jones – Veterinary anesthesia and analgesia, 5th edn. Roca, Rio de Janeiro, pp 2290–2309

Olsson A, Simpson M (2018) Analgesia and anaesthesia. In: Doneley B, Monks D, Johnson R, Carmel B (ed) Reptile medicine and surgery in clinical practice, 1st edn. John Wiley & Sons, Hoboken, pp 369–381

O'Malley B (2018) Anatomy and physiology of reptiles. In: Doneley B, Monks D, Johnson R, Carmel B (eds) Reptile medicine and surgery in clinical practice. 1st edn. John Wiley & Sons, Hoboken, pp 15–33

Pulcherio RSL, Rocha MNA, Barros RVP, Brito ES, Santos DP, Mendonça AJ, Strüssmann C, Ferraz RHS (2022) Influence of season, environment, sex, and body mass on the biochemical profile of the freshwater turtle *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812). Arq Bras Med Vet Zootec 74:841–852. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12726>

Quesada RJ, Aitken-Palmer C, Conley K, Heard DJ (2010) Accidental submeningeal injection of propofol in gopher tortoises (*Gopherus polyphemus*). Vet Rec 167:494–495. <https://doi.org/10.1136/vr.c4746>

Reischl E, Jelkmann W, Götz KH, Albers C, Bauer C (1984) Oxygen binding and acid–base status of the blood from the freshwater turtle *Phrynops hilarii*. Comp Biochem Physiol B 78:443–446. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(84\)90056-7](https://doi.org/10.1016/0305-0491(84)90056-7)

Santos ALQ, Hirano LQL, Pereira PC, Silva JMM, Kaminishi APS, Bosso ACS (2009) Anaesthesia of Geoffroy's side-necked turtle (*Phrynops geoffroanus*) with midazolam and propofol. Acta Sci Biol Sci 31:317–321. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v31i3.674>

Santos ALQ, Magalhães LM, Morais FM et al (2012a) Evaluation of the effects of different doses of etomidate for pharmacological restraint of the Geoffroy's side-necked turtle (*Phrynops geoffroanus* Schweigger, 1812) (Testudines, Chelidae). PUBVET 6. Available at: <https://www.pubvet.com.br/uploads/d3dd11e1681bd4dc1db02347b4642282.pdf>

Santos ALQ, Oliveira SRP, Kaminishi APS et al (2012b) Evaluation of the use of propofol and midazolam combination for pharmacological restraint and anesthesia of the Geoffroy's side-necked turtle (*Phrynops geoffroanus* Schweigger, 1812) (Testudines, Chelidae). PUBVET 6. Available at: <https://www.pubvet.com.br/uploads/955fa4cc7bc36512f701fcf5ecb2f8c8.pdf>

Santos MC, Mascarenhas SS, Vieira RLA, Cerqueira RB, Cavalcante AKS, Macedo JTSA, Pedrosa PMO (2025) Quantitative study of reptiles received at wildlife rehabilitation centers in Bahia, Brazil, from 2009 to 2019. Essays and Science: Biological, Agricultural and Health Sciences 29:702–715. <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2025v29n3p702-715>

Sayers I, Kubiak M (2020) Terrapins. In: Kubiak M (ed) Handbook of exotic pet medicine. John Wiley & Sons Ltd., Hoboken, pp 387–413 <https://doi.org/10.1002/9781119389934.ch20>

Schnellbacher RW, Hernandez SM, Tuberville TD, Mayer J, Alhamhoom Y, Arnold RD (2012) Efficacy of intranasal administration of dexmedetomidine and ketamine in yellow-bellied

sliders (*Trachemys scripta scripta*). J Herpetol Med Surg 22:91–98. <https://doi.org/10.5818/1529-9651-22.3.91>

Sladky KK, Mans C (2012) Clinical anesthesia in reptiles. J Exot Pet Med 21:17–31. <https://doi.org/10.1053/j.jepm.2011.11.013>

Souza FL, Abe AS (2000) Feeding ecology, density and biomass of the freshwater turtle *Phrynops geoffroanus* inhabiting a polluted urban river in south-eastern Brazil. J Zool 252:437–446. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2000.tb01226.x>

Stabenau EK, Heming TA (1993) Determination of the constants of the Henderson–Hasselbalch equation, aCO<sub>2</sub> and pK<sub>a</sub>, in sea turtle plasma. J Exp Biol 180:311–314.

TTWG [Turtle Taxonomy Working Group: Rhodin AGJ, Iverson JB, Fritz U, Gallego-García N, Georges A, Shaffer HB, van Dijk PP] (2025) Turtles of the World: annotated checklist and atlas of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status. In: Rhodin AGJ, Iverson JB, van Dijk PP, Stanford CB, Goode EV, Buhlmann KA, Mittermeier RA (eds) Conservation biology of freshwater turtles and tortoises: a compilation project of the IUCN SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group, 10th edn. Chelon Res Monogr, New York, pp 44–45. <https://doi.org/10.3854/crm.10.checklist.atlas.v10.2025>

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que a associação de dexmedetomidina e cetamina, administrada por via intramuscular e revertida com atipamezole, promove contenção química segura e previsível em *Phrynosoma marmoratus* selvagens, sem alterações fisiológicas clinicamente relevantes nos parâmetros cardiorrespiratórios e térmicos. A manutenção da estabilidade da frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura cloacal, associada à ausência de excitação durante a recuperação, reforça a viabilidade do protocolo para uso em condições de campo.

A avaliação dos reflexos comportamentais evidenciou diferença dependente da dose, com a maior dose de dexmedetomidina promovendo sedação mais profunda, enquanto a menor dose resultou em sedação moderada, permitindo adequação do protocolo conforme a necessidade do procedimento. A reversão farmacológica mostrou-se eficaz, possibilitando recuperação gradual e segura, aspecto essencial para a rápida devolução dos animais ao ambiente natural.

Embora alterações discretas nos parâmetros hemogasométricos tenham sido observadas entre os momentos pré e pós-contenção química, estas não indicaram comprometimento clínico relevante, devendo, contudo, ser interpretadas com cautela diante da ausência de valores de referência específicos para a espécie. Assim, o presente estudo contribui de forma inédita para a anestesiologia de quelônios neotropicais, fornecendo subsídios técnicos para a padronização de protocolos de contenção química em *P. geoffroanus*, com potencial aplicação em atividades clínicas, de pesquisa e de conservação da fauna silvestre brasileira.

## REFERÊNCIAS

- BARKER, I. K.; HOLZ, P.; BURGER, J. P.; et al. **The effect of the renal portal system on pharmacokinetic parameters in the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*)**. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 1997.
- BENNETT, R. A. **Reptile anesthesia**. In: *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 1998. p. 30–40.
- BICKHAM, J. W.; SANDHU, S.; HEBERT, P. D. N.; et al. **Effects of chemical contaminants on genetic diversity in natural populations: implications for biomonitoring and ecotoxicology**. *Mutation Research Reviews*, 2000.
- BICKLER, P. E.; BUCK, L. T. **Hypoxia tolerance in reptiles, amphibians, and fishes: life with variable oxygen availability**. *Annual Review of Physiology*, v. 69, p. 145–170, 2007. DOI: 10.1146/annurev.physiol.69.031905.162529.
- BRAGAGNOLI, A. L.; et al. **Effects of propofol administered by intracelomatic route in Geoffroy's toadhead turtle (*Phrynops geoffroanus*) Schweigger, 1812**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 72, p. 405–410, 2020. DOI: 10.1590/1678-4162-11039.
- BRITO, E. S.; VALADÃO, R. M.; MALVASIO, A.; et al. **Quelônios continentais e crocodilianos do Brasil**. 1. ed. Recife: Agência Estadual de Meio Ambiente, 2025. 346 p. DOI: 10.5281/zenodo.16738734.
- BURGGREN, W.; FILOGONIO, R.; WANG, T. **Cardiovascular shunting in vertebrates: a practical integration of competing hypotheses**. *Biological Reviews*, v. 95, p. 449–471, 2020. DOI: 10.1111/brv.12572.
- CAMPBELL, R. K.; CAMPBELL, T. S. **Reptile ecotoxicology: a logical starting point for developing priorities for lizard and snake ecotoxicology: a review of available data**. 2002.
- CAVARETTA, M. A. **Dexmedetomidine**. *Journal of Exotic Pet Medicine*, v. 29, p. 27–31, 2019. DOI: 10.1053/j.jepm.2018.11.001.
- CERMAKOVA, E.; CEPLECHA, V.; KNOTEK, Z. **Efficacy of two methods of intranasal administration of anaesthetic drugs in red-eared terrapins (*Trachemys scripta elegans*)**. *Veterinární Medicina*, v. 63, p. 87–93, 2017. DOI: 10.17221/74/2017-VETMED.
- CHU, C.-C.; WANG, H.-C.; WU, R.-S. **A rare case: surgical management of cystolithiasis in a domestic bowsprit tortoise (*Chersina angulata*)**. *Reptilian and Amphibian Veterinarians*, 2014.
- CORDEIRO, T. E. F. **Ventilação e trocas gasosas em quelônios**. 2019. Dissertação/Tese – Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2019.

CORDEIRO, T. E. F.; ABE, A. S.; KLEIN, W. **Ventilation and gas exchange in two turtles: *Podocnemis unifilis* and *Phrynops geoffroanus* (Testudines: Pleurodira)**. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, v. 224, p. 125–131, 2016. DOI: 10.1016/j.resp.2014.12.010.

COSTA, T. DA S. O.; et al. **Influência da presença humana sobre a atividade dos cágados-de-barbicha (*Phrynops geoffroanus*, Schweigger, 1812) do Parque da Cidade de Tauá, Ceará**. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 8, e78548, 2025. DOI: 10.34188/bjaerv8n1-150.

DIJK, P. P. VAN; et al. **Turtles of the world: 7th edition – annotated checklist of taxonomy, synonymy, distribution with maps, and conservation status**. 2014. DOI: 10.3854/crm.5.000.checklist.v7.2014.

DIVERS, S. J.; et al. **Endoscopic sexing in turtles and tortoises: 467 cases (2007–2017)**. *Veterinary Record*, v. 191, n. 5, 2022. Disponível em: <https://bvajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/vetr.1795>. Acesso em: mar. 2025.

DOSS, G. A.; et al. **Comparison of subcutaneous dexmedetomidine–midazolam versus alfaxalone–midazolam sedation in leopard geckos (*Eublepharis macularius*)**. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, v. 44, p. 1175–1183, 2017. DOI: 10.1016/j.vaa.2017.03.007.

EMERY, L.; et al. **Sedative effects of intranasal midazolam and dexmedetomidine in two species of tortoises (*Chelonoidis carbonaria* and *Geochelone platynota*)**. *Journal of Exotic Pet Medicine*, v. 23, p. 380–383, 2014. DOI: 10.1053/j.jepm.2014.07.015.

ESHAR, D.; et al. **Evaluation of the effects of a dexmedetomidine–midazolam–ketamine combination administered intramuscularly to captive red-footed tortoises (*Chelonoidis carbonaria*)**. *American Journal of Veterinary Research*, v. 82, 2021. DOI: 10.2460/ajvr.82.11.858.

FLEMING, GREGORY J. **Crocodylians (crocodiles, alligators, caiman, and gharial)**. In: WEST, GARY; HEARD, DARRYL; CAULKETT, NIGEL (eds.). *Zoo animal and wildlife immobilization and anesthesia*. 2. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2014.

GIOVANNITTI, J. A.; THOMS, S. M.; CRAWFORD, J. J. **Alpha-2 adrenergic receptor agonists: a review of current clinical applications**. *Anesthesia Progress*, v. 62, p. 31–38, 2015. DOI: 10.2344/0003-3006-62.1.31.

GOE, A.; SHMALBERG, J.; GATSON, B.; et al. **Epinephrine or GV-26 electrical stimulation reduces inhalant anesthetic recovery time in common snapping turtles (*Chelydra serpentina*)**. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 47, p. 501–507, 2016. DOI: 10.1638/2015-0264.1.

GREEN, C. J.; KNIGHT, J.; PRECIOUS, S.; SIMPKIN, S. **Ketamine alone and combined with diazepam or xylazine in laboratory animals: a 10 year experience**. 1981.

GREUNZ, E. M.; WILLIAMS, C.; RINGGAARD, S.; et al. **Elimination of intracardiac shunting provides stable gas anesthesia in tortoises**. *Scientific Reports*, v. 8, 2018. DOI: 10.1038/s41598-018-35588-w.

HARMS, C. A.; PINIAK, W. E. D.; ECKERT, S. A.; et al. **Sedation and anesthesia of hatchling leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) for auditory evoked potential measurement in air and in water.** *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 45, p. 86–92, 2014. DOI: 10.1638/2013-0183R.1.

HEARD, D. J. **Reptile anesthesia.** *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 4, p. 83–117, 2001. DOI: 10.1016/S1094-9194(17)30053-1.

HEATON-JONES, T. G.; KO, J. C. H.; HEATON-JONES, D. L. **Evaluation of medetomidine-ketamine anesthesia with atipamezole reversal in American alligators (*Alligator mississippiensis*).** *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 33, p. 36–44, 2002. DOI: 10.1638/1042-7260(2002)033[0036:EOMKAW]2.0.CO;2.

HENIFF, A. C.; PETRITZ, O. A.; CARPENTER, R. G.; et al. **Anesthetic efficacy of dexmedetomidine-ketamine in eastern box turtles (*Terrapene carolina carolina*) is enhanced with the addition of midazolam and when administered in the forelimb versus the hindlimb.** *American Journal of Veterinary Research*, v. 85, 2023. DOI: 10.2460/ajvr.23.10.0226.

HERNANDEZ-DIVERS, S. J.; et al. **An endoscopic method for identifying sex of hatchling Chinese box turtles and comparison of general versus local anesthesia for coelioscopy.** 2009.

HICKS, J. W. **The physiological and evolutionary significance of cardiovascular shunting patterns in reptiles.** *News in Physiological Sciences*, v. 17, p. 241–245, 2002. DOI: 10.1152/nips.01397.2002.

HICKS, J. W.; ISHIMATSU, A.; MOLLOI, S.; et al. **The mechanism of cardiac shunting in reptiles: a new synthesis.** *Journal of Experimental Biology*, v. 199, p. 1435–1446, 1996. DOI: 10.1242/jeb.199.6.1435.

HOLZ, P. H. **Anatomy and physiology of the reptile renal system.** *Veterinary Clinics of North America – Exotic Animal Practice*, v. 23, p. 103–114, 2020. DOI: 10.1016/j.cvex.2019.08.005.

JENSEN, B.; LAURIDSEN, H.; WEBB, G. J. W.; WANG, T. **Anatomy of the heart of the leatherback turtle.** *Journal of Anatomy*, v. 241, p. 535–544, 2022. DOI: 10.1111/joa.13670.

JENSEN, B.; et al. **Morpho-functional characterization of the systemic venous pole of the reptile heart.** *Scientific Reports*, v. 7, 2017. DOI: 10.1038/s41598-017-06291-z.

KHARIN, S.; SHMAKOV, D. **A comparative study of contractility of the heart ventricle in some ectothermic vertebrates.** 2009.

KIK, M. J. L.; MITCHELL, M. A. **Reptile cardiology: a review of anatomy and physiology, diagnostic approaches, and clinical disease.** *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, v. 14, p. 52–60, 2005. DOI: 10.1053/j.saep.2005.12.009.

KRISTENSEN, L.; et al. **Obesity prolongs induction times in reptiles**. *Comparative Biochemistry and Physiology – Part A: Molecular and Integrative Physiology*, v. 271, 2022. DOI: 10.1016/j.cbpa.2022.111255.

LONGLEY, L. **Anaesthesia of exotic pets**. Amsterdã: Elsevier, 2008. 320 p. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/9780702028885/anaesthesia-of-exotic-pets>. Acesso em: abr. 2024.

LUTVIKADIC, I.; MAKSIMOVIC, A. **A comparison of anesthesia induction by two different administration routes and doses of ketamine and medetomidine in red-eared sliders (*Trachemys scripta elegans*)**. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, v. 71, p. 231–237, 2024. DOI: 10.33988/auvfd.1145264.

LUTVIKADIĆ, I.; et al. **Intravenous ketamine-medetomidine anesthesia in combination with intrathecal lidocaine for prefemoral coeliotomy in red-eared sliders (*Trachemys scripta elegans*): a case series study**. *Iranian Journal of Veterinary Research*, v. 26, p. 83–87, 2025. DOI: 10.22099/IJVR.2025.49481.7275.

LYSON, T. R.; et al. **Origin of the unique ventilatory apparatus of turtles**. *Nature Communications*, v. 5, 2014. DOI: 10.1038/ncomms6211.

MARTINS, F. I.; DE SOUZA, F. L.; DA COSTA, H. T. M. **Feeding habits of *Phrynops geoffroanus* (Chelidae) in an urban river in Central Brazil**. *Chelonian Conservation and Biology*, v. 9, p. 294–297, 2010. DOI: 10.2744/CCB-0809.1.

MASI, M.; et al. **Comparison of subcutaneous versus intramuscular dexmedetomidine–midazolam–ketamine–morphine (DMKM) mixture as chemical restraint for endoscopic sex determination in Aldabra giant tortoises (*Aldabrachelys gigantea*)**. *Animals*, v. 13, 2023. DOI: 10.3390/ani13233626.

MCGUIRE, J. L.; HERNANDEZ, S. M.; SMITH, L. L.; YABSLEY, M. J. **Safety and utility of an anesthetic protocol for the collection of biological samples from gopher tortoises**. *Wildlife Society Bulletin*, v. 38, p. 43–50, 2013. DOI: 10.1002/wsb.364.

MILSON, W. K. **Mechanoreceptor modulation of endogenous respiratory rhythms in vertebrates**. *American Journal of Physiology*, v. 259, p. R898–R910, 1990. DOI: 10.1152/ajpregu.1990.259.5.R898.

MILSON, W. K.; LANGILLE, B. L.; JONES, D. R. **Vagal control of pulmonary vascular resistance in the turtle *Chrysemys scripta***. *Canadian Journal of Zoology*, v. 55, p. 359–367, 1977. DOI: 10.1139/z77-049.

MITCHELL, M. A. **Reptile cardiology**. *Veterinary Clinics of North America – Exotic Animal Practice*, v. 12, p. 65–79, 2009. DOI: 10.1016/j.cvex.2008.10.001.

MORICI, M.; et al. **Sedation with intraocloacal administration of dexmedetomidine and ketamine in yellow-bellied sliders (*Trachemys scripta scripta*)**. *Journal of Exotic Pet Medicine*, v. 26, p. 188–191, 2017. DOI: 10.1053/j.jepm.2017.05.008.

MOSLEY, C. A. E. **Anesthesia and analgesia in reptiles**. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, v. 14, p. 243–262, 2005. DOI: 10.1053/j.saep.2005.09.005.

MOSLEY, C. I.; MOSLEY, C. A. **Anestesia e analgesia comparada em répteis, anfíbios e peixes**. In: GRIMM, K. A.; et al. *Lumb & Jones – Anestesiologia e analgesia em veterinária*. 5. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2015. p. 2290–2309.

NGUYEN, V.; TIEMANN, D.; PARK, E.; et al. **Alpha-2 agonists**. *Anesthesiology Clinics*, v. 35, p. 233–245, 2017. DOI: 10.1016/j.anclin.2017.01.009.

NORTON, T. M. **Chelonian emergency and critical care**. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, v. 14, p. 106–130, 2005. DOI: 10.1053/j.saep.2005.04.005.

OLSSON, A.; PHALEN, D. **Preliminary studies of chemical immobilization of captive juvenile estuarine (*Crocodylus porosus*) and Australian freshwater (*C. johnstoni*) crocodiles with medetomidine and reversal with atipamezole**. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, v. 39, p. 345–356, 2012. DOI: 10.1111/j.1467-2995.2012.00721.x.

OLSSON, A.; SIMPSON, M. **Analgesia and anaesthesia**. In: DONELEY, B. (ed.). *Reptile medicine and surgery in clinical practice*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2018. p. 369–381. DOI: 10.1002/9781118977705.ch27.

O'MALLEY, B. **Anatomy and physiology of reptiles**. In: DONELEY, D.; et al. *Reptile medicine and surgery in clinical practice*. 1. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2018. p. 369–383. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118977705>. Acesso em: abr. 2024.

PAN, S. Y.; LIU, G.; LIN, J. H.; et al. **Efficacy and safety of dexmedetomidine premedication in balanced anesthesia: a systematic review and meta-analysis in dogs**. *Animals*, v. 11, 2021. DOI: 10.3390/ani11113254.

PERPIÑÁN, D. **Reptile anaesthesia and analgesia**. *Companion Animal*, v. 23, p. 236–243, 2018. DOI: 10.12968/coan.2018.23.4.236.

PULCHERIO, R. S. L.; ROCHA, M. N. A.; DE BARROS, R. V. P.; et al. **The influence of season, environment, sex, and body mass on biochemical profile of the freshwater turtle *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812)**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 74, p. 841–852, 2022. DOI: 10.1590/1678-4162-12726.

RANKIN, D. C. **Sedativos e tranquilizantes**. In: GRIMM, K. A.; LAMONT, L. A.; TRANQUILLI, W. J.; GREENE, S. A.; ROBERTSON, S. A. *Lumb & Jones – Anestesiologia e analgesia em veterinária*. 5. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. p. 577–610.

RIBEIRO, P. I. R. **Uso de lidocaína e bupivacaína na anestesia espinal de cágado-de-barbicha *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812)**. 2011. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

ROCHA, G. C.; CASTRO, S. A.; TAYLOR, E. W.; et al. **A decerebrate preparation of the rattlesnake, *Crotalus durissus*, provides an experimental model for study of autonomic**

**modulation of the cardiovascular system in reptiles.** *Physiological and Biochemical Zoology*, v. 94, p. 269–285, 2021. DOI: 10.1086/714973.

RODRIGUES, T. O.; SANTOS, A. L. Q.; PEREIRA, P. V. R.; et al. **Use of ketamine by colon-rectal route for chemical restraint in *Boa constrictor* Linnaeus, 1758 with test of influence of the drug on renal system.** *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 38, p. 328–334, 2018. DOI: 10.1590/1678-5150-PVB-4637.

SANTOS, A. L. Q.; HIRANO, L. Q. L.; PEREIRA, P. C.; et al. **Anaesthesia of Geoffroy's side-necked turtle *Phrynops geoffroanus* Schweigger, 1812 (Testudines) with the association of midazolam and propofol.** *Acta Scientiarum – Biological Sciences*, v. 31, p. 317–321, 2009. DOI: 10.4025/actascibiols.v31i3.674.

SANTOS, A. L. Q.; MAGALHÃES, L. Monteiro; MORAIS, F. M. de; et al. **Avaliação dos efeitos de diferentes doses de etomidato na contenção farmacológica de cágado-de-barbicha *Phrynops geoffroanus* Schweigger, 1812 (Testudines, Chelidae).** *PUBVET*, v. 6, 2012a.

SANTOS, A. L. Q.; OLIVEIRA, S. R. P. de; KAMINISHI, Á. P. S. **Avaliação do uso da combinação de propofol e midazolam na contenção farmacológica e anestesia do cágado-de-barbicha *Phrynops geoffroanus* Schweigger, 1812 (Testudines, Chelidae).** *PUBVET*, v. 6, 2012b.

SANTOS, M. C.; MASCARENHAS, S. S.; VIEIRA, R. L. A.; et al. **Quantitative study of reptiles received at wildlife rehabilitation centers in Bahia, Brazil, from 2009 to 2019.** *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, v. 29, n. 3, p. 702–715, 2025. DOI: 10.17921/1415-6938.2025v29n3p702-715.

SAYERS, I.; KUBIAK, M. *Terrapins*. In: KUBIAK, M. (ed.). **Handbook of exotic pet medicine.** Hoboken: John Wiley & Sons, 2020. p. 387–413. DOI: 10.1002/9781119389934.ch20.

SCHNELLBACHER, R. W.; HERNANDEZ, S. M.; TUBERVILLE, T. D.; et al. **The efficacy of intranasal administration of dexmedetomidine and ketamine to yellow-bellied sliders (*Trachemys scripta scripta*).** *Journal of Herpetological Medicine and Surgery*, v. 22, p. 91–98, 2012. DOI: 10.5818/1529-9651-22.3.91.

SCHUSZLER, L.; POPOVIC, D.; ZAHA, C.; et al. **Observations on xylazine-ketamine-isoflurane anesthesia in constrictor snakes.** *Agriculture for Life, Life for Agriculture – Conference Proceedings*, v. 1, p. 474–478, 2018. DOI: 10.2478/alife-2018-0074.

SLADKY, K. K.; MANS, C. **Clinical anesthesia in reptiles.** *Journal of Exotic Pet Medicine*, v. 21, p. 17–31, 2012. DOI: 10.1053/j.jepm.2011.11.013.

SLEEMAN, J. M.; GAYNOR, J. **Sedative and cardiopulmonary effects of medetomidine and reversal with atipamezole in desert tortoises (*Gopherus agassizii*).** *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 31, p. 28–35, 2000. DOI: 10.1638/1042-7260(2000)031[0028:SACEOM]2.0.CO;2.

SOUZA, F. L.; ABE, A. S. **Feeding ecology, density and biomass of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting a polluted urban river in south-eastern Brazil.** Journal of Zoology, v. 252, p. 437–446, 2000. DOI: 10.1111/j.1469-7998.2000.tb01226.x.

SPIELVOGEL, C. F.; KING, L.; CAVIN, J. M.; et al. **Use of positive pressure ventilation in cold-stunned sea turtles: 29 cases (2008–2014).** Journal of Herpetological Medicine and Surgery, v. 27, p. 48–57, 2017. DOI: 10.5818/1529-9651-27.1-2.48.

TAYLOR, E. W.; LEITE, C. A. C.; MCKENZIE, D. J.; et al. **Control of respiration in fish, amphibians and reptiles.** 2010. Disponível em: [www.bjournal.com.br](http://www.bjournal.com.br).

TRENHOLME, H. N. **Sedation and anesthesia in exotic animal critical care.** Veterinary Clinics of North America – Exotic Animal Practice, v. 26, p. 591–622, 2023. DOI: 10.1016/j.cvex.2023.05.003.

TURNER, R. C.; GATSON, B. J.; HERNANDEZ, J. A.; et al. **Sedation and anesthesia of Galapagos (*Chelonoidis nigra*), Aldabra (*Aldabrachelys gigantea*), and African spurred tortoises (*Centrochelys sulcata*): a retrospective review (2009–2019).** Animals, v. 11, 2021. DOI: 10.3390/ani11102920.

WHITE, F. N.; HICKS, J. W.; ISHIMATSU, A. **Relationship between respiratory state and intracardiac shunts in turtles.** 1989. Disponível em: [www.physiology.org/journal/ajpregu](http://www.physiology.org/journal/ajpregu).

WILLIAMS, C. J. A.; HANSEN, K.; WILLIAMS, N.; et al. **The influence of assisted ventilation and recumbency on cardiorespiratory physiology in the anesthetized freshwater turtle *Trachemys scripta scripta*.** Comparative Biochemistry and Physiology – Part A: Molecular and Integrative Physiology, v. 260, 2021. DOI: 10.1016/j.cbpa.2021.111036.

WILLIAMS, C. J. A.; MALTE, C. L.; MALTE, H.; et al. **Ectothermy and cardiac shunts profoundly slow the equilibration of inhaled anaesthetics in a multi-compartment model.** Scientific Reports, v. 10, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-74014-y.

## ANEXO A – Certificado de aprovação da CEUA/UFFS



Universidade Federal da Fronteira Sul

Comissão de Ética no  
Uso de Animais

### CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Respostas Fisiológicas e Cardiovasculares em Phrynops geoffroanus: Comparação de Dois Protocolos Anestésicos com Dexmedetomidina e Cetamina", protocolada sob o CEUA nº 5674070425 (ID 000825), sob a responsabilidade de **Paulo Henrique Braz e equipe; Marina Marangoni; Ana Letícia Rodrigues Marques; Patrick Luiz Bola Gonsales; Ademar Francisco Fagundes Meznerovvicz** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **APROVADA** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Fronteira Sul (CEUA/UFFS) na reunião de 26/05/2025.

We certify that the proposal "Physiological and Cardiovascular Responses in Phrynops geoffroanus: Comparison of Two Anesthetic Protocols with Dexmedetomidine and Ketamine", utilizing 30 Brazilian wild species (males and females), protocol number CEUA 5674070425 (ID 000825), under the responsibility of **Paulo Henrique Braz and team; Marina Marangoni; Ana Letícia Rodrigues Marques; Patrick Luiz Bola Gonsales; Ademar Francisco Fagundes Meznerovvicz** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **APPROVED** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal University of South Border (CEUA/UFFS) in the meeting of 05/26/2025.

Finalidade da Proposta: Pesquisa (Acadêmica)

Vigência da Proposta: de 05/2025 a 03/2026 Área: Medicina Veterinária

Origem: Animais Silvestres

Especie: Espécies silvestres brasileiras sexo: Machos e Fêmeas idade: 1 a 40 anos Quantidade: 30

Linha gem: Phrynops geoffroanus Peso: 100 a 9000 kg

Registro: 98084-2

Local exp.: Os animais serão coletados de 5 pontos distintos de coleta, totalizando 30 animais: ambiente antropizado  rio Iguaçu (1-Ilha das Taquaras; 2  Ilha do Sol; 3  Ilha do Keke; 4  Foz do rio Floriano); ambiente preservado  rio Floriano (5  Acima do Salto Floriano). Os locais foram selecionados devido a importância da área do Parque Nacional do Iguaçu, que se diverge em áreas preservadas (rio Flo

Mét.

Captura: Os animais serão capturados utilizando armadilhas tipo covó, puçá, captura manual

Realeza, 03 de setembro de 2025





Universidade Federal da Fronteira Sul

*Comissão de Ética no  
Uso de Animais*

Profa. Dra. Fabíola Dalmolin  
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade Federal da Fronteira Sul

Biol. Cássio Batista Marcon  
Vice-Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade Federal da Fronteira Sul



**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DA  
FRONTEIRA SUL**



## ANEXO B – Autorização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO)



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 98084-2	Data da Emissão: 28/04/2025 23:12:06	Validade*: 28/03/2026
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: ADEMAR FRANCISCO FAGUNDES MEZNEROVICZ		CPF: 083.244.219-47
Título do Projeto: Respostas Fisiológicas e Cardiovasculares em Phrynosops spp.: Comparação de Dois Protocolos Anestésicos com Dexmedetomidina e Cetamina		
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFFS		CNPJ: 11.234.780/0001-50

#### Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Execução do Projeto	04/2025	03/2026
2	Captura dos animais	04/2025	03/2026
3	Captura dos animais	04/2025	03/2026
4	Realização de eletrocardiograma	04/2025	03/2026
5	Realização da anestesia	04/2025	03/2026
6	Submissão ao CEUA	04/2025	05/2026
7	Escrita científica	04/2025	03/2026

#### Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	Ana Letícia Rodrigues Marques	Pesquisadora	071.088.431-10	Brasileira
2	MARINA MARANGONI	Anestesiata/Pesquisador	088.623.939-70	Brasileira
3	Patrick Luiz Bola Gonsales	Pesquisador	097.644.419-47	Brasileira
4	Paulo Henrique Braz	Pesquisador	022.712.201-14	Brasileira

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0980840220250428

Página 1/5



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 98084-2	Data da Emissão: 28/04/2025 23:12:06	Validade*: 28/03/2026
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: ADEMAR FRANCISCO FAGUNDES MEZNEROVICZ	CPF: 083.244.219-47
Título do Projeto: Respostas Fisiológicas e Cardiovasculares em Phrynosops spp.: Comparação de Dois Protocolos Anestésicos com Dexmedetomidina e Cetamina	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFFS	CNPJ: 11.234.780/0001-50

#### Observações e ressalvas

1	A autorização não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
2	Todos os membros da equipe de pesquisa devem estar cientes das recomendações e boas práticas a serem seguidas neste momento de emergência zoonossitária no Brasil devido à gripe aviária. Informe-se na página do CEMAVE na Internet: <a href="https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cemave/destaques/gripe-aviaria/gripe-aviaria-1">https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cemave/destaques/gripe-aviaria/gripe-aviaria-1</a> .
3	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
5	Este documento não dispensa o cumprimento da Lei nº 13.123/2015, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade.
6	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia (Decreto nº 98.830, de 15/01/90).
7	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena, da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
8	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Portaria N°748/2022, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
9	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
10	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação do disposto nesta portaria ou em legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, pode, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou cassada pelo Instituto Chico Mendes, por meio da Coordenação Gestora do Sisbio, e está sujeito às sanções previstas na legislação vigente.
11	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.
12	Caso seja identificada a ocorrência de espécie exótica dentro ou no entorno de UNIDADE DE CONSERVAÇÃO FEDERAL, além de descrever no relatório de atividades, o pesquisador deve informar à equipe gestora com maior brevidade possível.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0980840220250428

Página 2/5



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 98084-2	Data da Emissão: 28/04/2025 23:12:06	Validade*: 28/03/2026
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: ADEMAR FRANCISCO FAGUNDES MEZNEROVICZ	CPF: 083.244.219-47
Título do Projeto: Respostas Fisiológicas e Cardiovasculares em Phrynos spp.: Comparação de Dois Protocolos Anestésicos com Dexmedetomidina e Cetamina	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFFS	CNPJ: 11.234.780/0001-50

#### Outras ressalvas

1	GR5 Sul
2	RAN Goiânia-GO

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Parque Nacional do Iguaçu		Mata Atlântica	Não	Dentro de UC Federal
2	Bacia do rio Iguaçu	Capanema-PR	Mata Atlântica	Não	Fora de UC Federal

#### Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Dentro de UC Federal
2	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Fora de UC Federal
3	Captura de animais silvestres in situ	Dentro de UC Federal
4	Captura de animais silvestres in situ	Fora de UC Federal
5	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Dentro de UC Federal
6	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Fora de UC Federal
7	Observação e gravação de imagem ou som de táxon em UC federal	Dentro de UC Federal

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
1	Observação e gravação de imagem ou som de táxon em UC federal	Phrynos geoffroanus	-
2	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Phrynos geoffroanus	30
3	Captura de animais silvestres in situ	Phrynos geoffroanus	-
4	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Phrynos geoffroanus	-

A quantidade prevista só é obrigatória para atividades do tipo "Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ". Essa quantidade abrange uma porção territorial mínima, que pode ser uma Unidade de Conservação Federal ou um Município.

A quantidade significa: por espécie X localidade X ano.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0980840220250428

Página 3/5



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 98084-2	Data da Emissão: 28/04/2025 23:12:06	Validade*: 28/03/2026
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: ADEMAR FRANCISCO FAGUNDES MEZNEROVICZ	CPF: 083.244.219-47
Título do Projeto: Respostas Fisiológicas e Cardiovasculares em Phrynosops spp.: Comparação de Dois Protocolos Anestésicos com Dexmedetomidina e Cetamina	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFFS	CNPJ: 11.234.780/0001-50

#### Materiais e Métodos

#	Tipo de Método (Grupo taxonômico)	Materiais
1	Amostras biológicas (Répteis)	Outras amostras biológicas (Anestesia, determinação dos parâmetros fisiológicos e comparação eletrocardiográfica), Sangue
2	Método de captura/coleta (Répteis)	Captura manual, Puçá, Outros métodos de captura/coleta (Trammel-nets (rede malhadeira), Funil trap)
3	Método de observação e registro (Répteis)	Foto-identificação

#### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFFS	Outro

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0980840220250428

Página 4/5



## ANEXO C – Normas da revista *Veterinary Research Communications*

### Tipos de artigos

*Todos os manuscritos devem ser apresentados preferencialmente em fonte Times New Roman, com espaçamento duplo, em papel tamanho A4. Utilize a função de numeração automática de páginas e linhas para numerar as páginas e linhas do seu documento, seguindo uma sequência contínua.*

A revista aceita os seguintes tipos de artigos:

Pesquisar

Relatório resumido

Análise

Correspondência

Relatos de casos

### 1. Pesquisa

A pesquisa, também conhecida como Artigos Regulares, deve ser o mais concisa possível e estruturada nas seguintes seções:

Resumo de 150 a 250 palavras apresentando uma sinopse das descobertas e conclusões alcançadas. O resumo deve ser submetido como um único parágrafo contínuo, sem subdivisões.

Introdução que declara o propósito do trabalho

Materiais e métodos

Resultados

Discussão (incluindo também um breve parágrafo de conclusões)

Agradecimentos

Declaração de Ética Animal, incluindo o número do protocolo do Comitê de Ética relevante, quando aplicável.

Declaração de Conflito de Interesses

Referências

### Apresentação de Declarações

Observe que as informações sobre a Contribuição do Autor e os Conflitos de Interesse devem ser fornecidas no momento da submissão, através da interface de submissão. Somente as informações enviadas por meio da interface serão utilizadas na versão final publicada. Certifique-se de que, se você for membro do conselho editorial e também um dos autores listados, declare essa informação na seção de Conflitos de Interesse da interface.

Consulte as seções relevantes nas diretrizes de submissão para obter mais informações sobre essas declarações, bem como outras declarações obrigatórias.

### **Página de título**

Certifique-se de que sua página de título contenha as seguintes informações.

#### **Título**

O título deve ser conciso e informativo.

#### **Informações sobre o autor**

Nome(s) do(s) autor(es)

A afiliação do(s) autor(es), ou seja, instituição, (departamento), cidade, (estado), país.

Uma indicação clara e um endereço de e-mail ativo do autor correspondente.

Se disponível, o ORCID de 16 dígitos do(s) autor(es).

Caso as informações de endereço sejam fornecidas juntamente com a(s) afiliação(ões), elas também serão publicadas.

Para autores que estejam (temporariamente) sem vínculo com alguma instituição, coletaremos apenas a cidade e o país de residência, e não o endereço de e-mail, a menos que seja solicitado especificamente.

Modelos de Linguagem de Grande Porte (LLMs), como o ChatGPT, atualmente não atendem aos nossos critérios de autoria. Notavelmente, a atribuição de autoria implica responsabilidade pelo trabalho, o que não pode ser efetivamente aplicado a LLMs. O uso de um LLM deve ser devidamente documentado na seção de Métodos (e, caso não haja uma seção de Métodos, em uma seção alternativa adequada) do manuscrito. O uso de um LLM (ou outra ferramenta de IA) para fins de "revisão de texto assistida por IA" não precisa ser declarado. Neste contexto, definimos o termo "revisão de texto assistida por IA" como melhorias assistidas por IA em textos gerados por humanos para melhorar a legibilidade e o estilo, e para garantir que os textos estejam livres de erros de gramática, ortografia, pontuação e tom. Essas melhorias assistidas por IA podem incluir alterações de redação e formatação nos textos, mas não incluem trabalho editorial generativo e criação autônoma de conteúdo. Em todos os casos, deve haver responsabilidade humana pela versão final do texto e concordância dos autores de que as edições refletem seu trabalho original.

#### **Resumo**

Por favor, forneça um resumo de 150 a 250 palavras. O resumo não deve conter abreviações indefinidas ou referências não especificadas.

*Apenas para periódicos de ciências biológicas (quando aplicável)*

Número de registro do ensaio clínico e data de registro para ensaios clínicos prospectivamente registrados.

Número de registro do ensaio clínico e data de registro, seguidos de “registrado retrospectivamente”, para ensaios clínicos registrados retrospectivamente.

### **Palavras-chave**

Forneça de 4 a 6 palavras-chave que possam ser usadas para fins de indexação.

### **Texto**

#### **Formatação de texto**

Os manuscritos devem ser submetidos em formato Word.

Use uma fonte normal e simples (por exemplo, Times New Roman, tamanho 10) para o texto.

Use itálico para dar ênfase.

Utilize a função de numeração automática de páginas para numerar as páginas.

Não utilize funções de campo.

Use tabulações ou outros comandos para recuos, não a barra de espaço.

Use a função de tabela, e não planilhas, para criar tabelas.

Use o editor de equações ou o MathType para criar equações.

Salve seu arquivo no formato docx (Word 2007 ou superior) ou no formato doc (versões mais antigas do Word).

Manuscritos com conteúdo matemático também podem ser submetidos em LaTeX.

Recomendamos o uso [do modelo LaTeX da Springer Nature](#).

### **Títulos**

Por favor, utilize no máximo três níveis de títulos exibidos.

### **Abreviações**

As abreviaturas devem ser definidas na primeira vez em que forem mencionadas e usadas de forma consistente a partir de então.

### **Notas de rodapé**

As notas de rodapé podem ser usadas para fornecer informações adicionais, que podem incluir a citação de uma referência presente na lista de referências. Elas não devem consistir apenas na citação da referência e nunca devem incluir os dados bibliográficos da mesma. Também não devem conter figuras ou tabelas.

As notas de rodapé do texto são numeradas consecutivamente; as das tabelas devem ser indicadas por letras minúsculas sobrescritas (ou asteriscos para valores de significância e outros dados estatísticos). As notas de rodapé do título ou dos autores do artigo não recebem símbolos de referência.

Utilize sempre notas de rodapé em vez de notas de fim.

### **Agradecimentos**

Os agradecimentos a pessoas, bolsas, financiamentos, etc., devem ser colocados em uma seção separada na página de rosto. Os nomes das organizações financiadoras devem ser escritos por extenso.

### **Observação adicional:**

Utilize a função de numeração automática de páginas e linhas para numerar as páginas e linhas do seu documento, seguindo uma sequência contínua.

Para manuscritos revisados, inclua uma versão "limpa" do seu manuscrito, bem como uma versão com as alterações "rastreadas" ou destacadas. Isso permite que editores e potenciais revisores avaliem rapidamente onde as alterações foram feitas no arquivo revisado. Dependendo da extensão das revisões, pode ser mais fácil destacar as alterações na versão com "alterações rastreadas" do seu manuscrito, em vez de usar o recurso de controle de alterações do Word. Em sua resposta ponto a ponto, especifique a página e/ou linha onde cada alteração foi feita.

### **Referências**

#### **Citação**

Cite as referências no texto pelo nome e ano entre parênteses. Alguns exemplos:

A pesquisa sobre negociação abrange muitas disciplinas (Thompson 1990).

Este resultado foi posteriormente contradito por Becker e Seligman (1996).

Este efeito tem sido amplamente estudado (Abbott 1991; Barakat et al. 1995a, b; Kelso e Smith 1998; Medvec et al. 1999, 2000).

#### **Lista de referência**

A lista de referências deve incluir apenas trabalhos citados no texto e que tenham sido publicados ou aceitos para publicação. Comunicações pessoais e trabalhos não publicados devem ser mencionados apenas no texto.

As entradas da lista de referências devem ser organizadas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor de cada obra. Por favor, siga as seguintes regras de alfabetização: 1) Para um único autor, primeiro o nome do autor, seguido da ordem cronológica; 2) Para dois autores, primeiro o nome do autor, seguido do nome do coautor, seguido da ordem cronológica; 3) Para mais de dois autores, primeiro o nome do primeiro autor, seguido da ordem cronológica.

Se disponíveis, inclua sempre os DOIs como links DOI completos na sua lista de referências (ex.: "https://doi.org/abc").

Artigo de periódico

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Efeito do treinamento intermitente de alta intensidade na variabilidade da frequência cardíaca em crianças pré-púberes. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0955-8>

Idealmente, os nomes de todos os autores devem ser fornecidos, mas o uso de “et al.” em listas de autores extensas também será aceito:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Futuro do seguro de saúde. *N Engl J Med* 341:325–329

Artigo por DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Implicações clínicas da produção desregulada de citocinas. *J Mol Med*. <https://doi.org/10.1007/s001090000086>

Livro

South J, Blass B (2001) O futuro da genômica moderna. Blackwell, Londres

Capítulo do livro

Brown B, Aaron M (2001) A política da natureza. Em: Smith J (ed) A ascensão da genômica moderna, 3ª ed. Wiley, Nova York, pp 230-257

Documento online

Cartwright J (2007) Grandes estrelas também têm clima. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Acessado em 26 de junho de 2007.

Dissertação

Trent JW (1975) Insuficiência renal aguda experimental. Dissertação, Universidade da Califórnia

Utilize sempre a abreviatura padrão do nome da revista, de acordo com a Lista de Abreviaturas de Palavras de Títulos do ISSN.

ISSN LTWA

Em caso de dúvida, utilize o título completo da revista.

### **Declarações e afirmações**

As seguintes declarações devem ser incluídas no seu manuscrito submetido, sob o título "Declarações e Afirmações". Esta seção deve ser colocada após a seção de Referências. Observe que as submissões que não incluírem as declarações obrigatórias serão devolvidas por serem consideradas incompletas.

### **Financiamento**

Descreva as fontes de financiamento que apoiaram este trabalho. A declaração deve incluir detalhes de quaisquer subsídios recebidos (informe o nome da agência financiadora e o número do subsídio).

Exemplos de declarações:

*“Este trabalho foi financiado por [...] (Números de concessão [...] e [...]). O autor AB recebeu apoio à pesquisa da Empresa A.”*

*Os autores declaram que não receberam quaisquer fundos, bolsas ou outro tipo de apoio durante a preparação deste manuscrito.*

### **Conflitos de interesse**

Os autores são obrigados a divulgar quaisquer interesses financeiros ou não financeiros que estejam direta ou indiretamente relacionados ao trabalho submetido para publicação. Devem ser relatados os interesses ocorridos nos últimos 3 anos anteriores ao início do trabalho (realização da pesquisa e preparação do trabalho para submissão). Interesses ocorridos fora desse período de 3 anos devem ser divulgados caso possam ser razoavelmente considerados como tendo influenciado o trabalho submetido.

Exemplos de declarações:

*“Conflitos de interesses financeiros: Os autores A e B declaram não possuir conflitos de interesses financeiros. O autor C recebeu honorários como palestrante e consultor da Empresa M. O Dr. C recebeu honorários como palestrante e financiamento para pesquisa das Empresas M e N. O autor D recebeu apoio para viagens da Empresa O. Conflito de interesses não financeiros: O autor D atuou em conselhos consultivos das Empresas M e N.”*

*“Os autores não têm quaisquer interesses financeiros ou não financeiros relevantes a declarar.”*

Consulte a seção “Conflitos de Interesse” abaixo para obter mais informações sobre como preencher essas seções.

### **Contribuições dos autores**

Recomenda-se aos autores que incluam uma declaração especificando a contribuição de cada autor para a pesquisa e preparação do manuscrito.

Exemplo de declaração:

*“Todos os autores contribuíram para a concepção e o planejamento do estudo. A preparação do material, a coleta e a análise dos dados foram realizadas por [nome completo], [nome completo] e [nome completo]. A primeira versão do manuscrito foi escrita por [nome completo] e todos os autores comentaram as versões anteriores. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito.”*

Consulte a seção “Princípios de Autoria” abaixo para obter mais informações sobre como preencher esta seção.

### **Disponibilidade de dados**

Esta revista incentiva os autores a fornecerem uma declaração opcional sobre a disponibilidade de dados em seus artigos. As declarações de disponibilidade de dados devem incluir informações sobre onde os dados que sustentam os resultados relatados no artigo podem ser encontrados, incluindo, quando aplicável, hiperlinks para conjuntos de dados publicamente arquivados, analisados ou gerados durante o estudo. As declarações de disponibilidade de dados também podem indicar se os dados estão disponíveis mediante solicitação aos autores e, quando não houver dados disponíveis, se for o caso.

Exemplos de declarações:

*“Os conjuntos de dados gerados e/ou analisados durante o presente estudo estão disponíveis no repositório [NOME], [LINK PERMANENTE PARA OS CONJUNTOS DE DADOS]”*

*“Os conjuntos de dados gerados e/ou analisados durante o presente estudo estão disponíveis mediante solicitação razoável ao autor correspondente.”*

Consulte a seção “Política de Dados de Pesquisa e Disponibilidade de Dados” abaixo para obter mais informações sobre como preencher esta seção.

Além do exposto acima, os manuscritos que relatam os resultados de estudos envolvendo seres humanos e/ou animais devem incluir as seguintes declarações:

### **aprovação ética**

Os autores de pesquisas envolvendo seres humanos ou animais devem incluir uma declaração confirmando que o estudo foi aprovado (ou recebeu isenção) pelo comitê de ética em pesquisa institucional e/ou nacional competente (incluindo o nome do comitê de ética e o número de referência, se disponível). Para pesquisas envolvendo animais, seus dados ou material biológico, os autores devem fornecer informações detalhadas sobre o tratamento ético dos animais em sua submissão. Se um estudo recebeu isenção ou não exigiu aprovação ética, isso também deve ser detalhado no manuscrito.

*“Este estudo foi realizado em conformidade com os princípios da Declaração de Helsínquia. A aprovação foi concedida pelo Comitê de Ética da Universidade B (Data.../Nº...).”*

*“Este é um estudo observacional. O Comitê de Ética em Pesquisa da XYZ confirmou que nenhuma aprovação ética é necessária.”*

Para informações detalhadas sobre as normas e critérios éticos relevantes, consulte as seções “Pesquisa envolvendo participantes humanos, seus dados ou material biológico” e “Pesquisa envolvendo animais, seus dados ou material biológico”.

### **Consentimento para participar**

Em todas as pesquisas que envolvam seres humanos, o consentimento livre e esclarecido para participação no estudo deve ser obtido dos participantes (ou de seus pais ou responsáveis legais, no caso de crianças menores de 16 anos), e uma declaração nesse sentido deve constar no manuscrito.

Exemplo de declaração:

*“O consentimento informado foi obtido de todos os participantes individuais incluídos no estudo.”*

*“O consentimento informado por escrito foi obtido dos pais.”*

Consulte a seção “Consentimento Informado” para obter ajuda adicional no preenchimento dessas informações.

### **Consentimento para publicação**

Os indivíduos podem consentir em participar de um estudo, mas opor-se à publicação de seus dados em um artigo científico. Se o seu manuscrito contiver dados pessoais de qualquer indivíduo, em qualquer formato (incluindo detalhes pessoais, imagens ou vídeos), o consentimento para publicação deve ser obtido dessa pessoa ou, no caso de crianças, de seus pais ou responsáveis legais. Isso se aplica especialmente a estudos de caso. Uma declaração confirmando que o consentimento para publicação foi obtido de todos os participantes deve constar no manuscrito.

Exemplo de declaração:

*“Os autores afirmam que os participantes humanos da pesquisa forneceram consentimento informado para a publicação das imagens nas Figuras 1a, 1b e 1c.”*

Consulte a seção “Consentimento Informado” para obter ajuda adicional no preenchimento dessas informações.

### **Tabelas**

Todas as tabelas devem ser numeradas com algarismos arábicos.

As tabelas devem sempre ser citadas no texto em ordem numérica consecutiva.

Para cada tabela, forneça uma legenda (título) explicando os componentes da tabela.

Identifique qualquer material publicado anteriormente, indicando a fonte original na forma de uma referência ao final da legenda da tabela.

As notas de rodapé das tabelas devem ser indicadas por letras minúsculas sobrescritas (ou asteriscos para valores de significância e outros dados estatísticos) e incluídas abaixo do corpo da tabela.

### **Letras de figuras**

Para adicionar letras, o ideal é usar Helvetica ou Arial (fontes sem serifa).

Mantenha o tamanho das letras consistente em toda a sua arte final, geralmente em torno de 2 a 3 mm (8 a 12 pt).

A variação no tamanho da fonte dentro de uma ilustração deve ser mínima; por exemplo, não use fonte de 8 pontos para um eixo e fonte de 20 pontos para o rótulo do eixo.

Evite efeitos como sombreamento, contorno de letras, etc.

Não inclua títulos ou legendas em suas ilustrações.

### **Numeração de figuras**

Todas as figuras devem ser numeradas usando algarismos arábicos.

As figuras devem sempre ser citadas no texto em ordem numérica consecutiva.

As partes da figura devem ser indicadas por letras minúsculas (a, b, c, etc.).

Se o seu artigo incluir um apêndice com uma ou mais figuras, continue a numeração sequencial do texto principal. Não numere as figuras do apêndice como "A1, A2, A3, etc.". As figuras em apêndices online [Informações Suplementares (SI)] devem, no entanto, ser numeradas separadamente.

### **Legendas das figuras**

Cada figura deve ter uma legenda concisa que descreva com precisão o que ela representa. Inclua as legendas no arquivo de texto do manuscrito, e não no arquivo da figura.

As legendas das figuras começam com a palavra "Fig." em negrito, seguida pelo número da figura, também em negrito.

Não deve ser incluída nenhuma pontuação após o número, nem deve ser colocada nenhuma pontuação no final da legenda.

Identifique todos os elementos presentes na figura na legenda da figura; e utilize caixas, círculos, etc., como pontos de coordenadas em gráficos.

Identifique o material previamente publicado, indicando a fonte original por meio de uma citação de referência ao final da legenda da figura.

### **Posicionamento e tamanho da figura**

As figuras devem ser submetidas no corpo do texto. Somente se o tamanho do arquivo do manuscrito causar problemas no upload, as figuras grandes deverão ser submetidas separadamente do texto.

Ao preparar suas figuras, dimensione-as para que caibam na largura da coluna.