

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSO  
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**GRAZIELLE CRISTINA GARCIA SORESINI**

**AVALIAÇÃO DA DOSE E EFEITOS TÓXICOS DO CLORIDRATO  
DE LIDOCAÍNA COM VASOCONSTRITOR NO BLOQUEIO DO  
PLEXO BRAQUIAL COM O USO DE ESTIMULADOR DE NERVOS  
PERIFÉRICOS EM FAISÕES (*Phasianus colchicus*)**

*(Evaluation of lidocaine hydrochlorate with vasoconstrictor dosage and toxic effect in  
the brachial plexus block using peripheral nerve stimulator in pheasants - Phasianus  
colchicus)*

**SÃO JOSÉ DOS PINHAIS**

**2010**

**GRAZIELLE CRISTINA GARCIA SORESINI**

**AVALIAÇÃO DA DOSE E EFEITOS TÓXICOS DO CLORIDRATO  
DE LIDOCAÍNA COM VASOCONSTRITOR NO BLOQUEIO DO  
PLEXO BRAQUIAL COM O USO DE ESTIMULADOR DE NERVOS  
PERIFÉRICOS EM FAISÕES (*Phasianus colchicus*)**

*(Evaluation of lidocaine hydrochlorate with vasoconstrictor dosage and toxic effect in  
the brachial plexus block using peripheral nerve stimulator in pheasants - Phasianus  
colchicus)*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal. Área de concentração: Saúde Animal, do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Prof. Dra. Cláudia Turra Pimpão  
Co-orientador: Prof. Dr. Ricardo Guilherme D'Otaviano de Castro Vilani

**SÃO JOSÉ DOS PINHAIS**

**2010**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>8</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 1: BLOQUEIO LOCO-REGIONAL EM AVES - REVISÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>12</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>13</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 ANESTESIA LOCAL/ REGIONAL</b> .....	<b>14</b>
<b>3 ANESTÉSICOS LOCAIS</b> .....	<b>15</b>
3.1 FARMACOCINÉTICA DOS ANESTÉSICOS LOCAIS .....	19
3.1.1 Absorção .....	19
3.1.2 Distribuição .....	20
3.1.3 Biotransformação .....	21
3.1.4 Excreção .....	21
3.2 AGENTES ANESTÉSICOS .....	22
3.2.1 Lidocaína .....	22
3.2.2 Bupivacaína .....	22
3.2.3 Ropivacaína .....	23
3.2.4 EMLA .....	23
<b>4 BLOQUEIO DO PLEXO BRAQUIAL</b> .....	<b>24</b>
4.1 ANATOMIA DA ASA .....	25
4.2 PLEXO BRAQUIAL DE AVES .....	26
4.3 BLOQUEIO DO PLEXO BRAQUIAL EM MAMÍFEROS .....	29
4.4 BLOQUEIO DO PLEXO BRAQUIAL EM AVES .....	31
4.5 ESTIMULADOR DE NERVOS PERIFÉRICOS .....	31
<b>5 ANALGESIA DE AVES</b> .....	<b>33</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 2: AVALIAÇÃO DA DOSE DO CLORIDRATO DE LIDOCAÍNA COM VASOCONSTRITOR NO BLOQUEIO DO PLEXO BRAQUIAL COM O USO DE ESTIMULADOR DE NERVOS PERIFÉRICOS EM FAISÕES (<i>Phasianus colchicus</i>)</b> .....	<b>45</b>

RESUMO .....	46
ABSTRACT .....	47
1 INTRODUÇÃO .....	48
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	49
3 RESULTADOS .....	53
4 DISCUSSÃO .....	55
5 CONCLUSÃO .....	58
REFERÊNCIAS .....	59
<b>CAPÍTULO 3: DETERMINAÇÃO DA DOSE TÓXICA DO CLORIDRATO DE LIDOCAÍNA COM VASOCONSTRITOR NO BLOQUEIO DO PLEXO BRAQUIAL EM FAISÕES (<i>Phasianus colchicus</i>) .....</b>	<b>61</b>
RESUMO .....	62
ABSTRACT .....	62
1 INTRODUÇÃO .....	63
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	64
3 RESULTADOS .....	65
4 DISCUSSÃO .....	67
5 CONCLUSÃO .....	70
REFERÊNCIAS .....	70

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho. Tenho certeza que sem a colaboração de cada uma delas, ele não teria sido finalizado desta maneira.

Meus sinceros agradecimentos a minha orientadora Prof. Dra. Cláudia Turra Pimpão, por todo apoio e pelo incentivo constante, pelo exemplo de caráter ético e profissional, e ainda pela orientação, amizade e auxílio na minha formação acadêmica e crescimento profissional. Foi muito bom dividir esses momentos durante esses longos anos com uma pessoa que sempre admirei tanto.

Ao Prof. Dr. Ricardo Guilherme D’Otaviano de Castro Vilani pela transmissão de conhecimentos fundamentais no meu campo de atuação durante a graduação e pós-graduação, e ao incentivo para a realização deste mestrado, que proporcionou imenso crescimento em minha formação científica. Agradeço por todas as correções e auxílio que tornaram nosso trabalho melhor, e pela colaboração durante estes vários anos, e acima de tudo, pela sua exigência, compreensão e companheirismo.

À aluna de iniciação científica Mariana Augusta Galvão da Silva, que contribuiu muito para o trabalho com sua boa vontade, e aos acadêmicos de Medicina Veterinária André Tavares Somma e Carlos Eduardo Penner Belo pelo auxílio durante a realização do experimento. Ao Prof. Edson Gonçalves de Oliveira pela disponibilização dos animais para a pesquisa.

A excelência profissional do Prof. Rogério Ribas Lange, que conferiu constantes ensinamentos na área de animais selvagens. Agradeço também pelo apoio e confiança, empréstimo do termômetro digital de precisão e por ceder o ambulatório de Animais Selvagens da Universidade Federal do Paraná para a realização do experimento.

Ao CETAS por proporcionar a minha realização profissional, e aos funcionários Belmiro dos Santos, Maria Aparecida Machado, Maria Terezinha de Jesus Ferreira e Paulo Sérgio Pereira dos Santos, pela paciência e compreensão nos momentos que precisei me ausentar cumprindo créditos durante estes dois anos de mestrado. Agradeço ainda a amizade e o ótimo ambiente de trabalho. E não poderia deixar de agradecer às médicas veterinárias residentes Maíra Cristina Nogueira e Nathalia Trevelin Sant’Anna pelo auxílio no CETAS durante este período.

À amiga sempre presente Marina Figueiredo por todo o auxílio durante realização do projeto piloto, pelas sugestões na elaboração deste trabalho e ainda pela dedicação ao CETAS.

Aos amigos da Clínica Vida Livre - Medicina de Animais Selvagens, pelos incessantes empréstimos de livros, apoio nos momentos mais estressantes desta trajetória, e ainda pelos ótimos, embora poucos, momentos de descontração. Agradeço em nome do CETAS PUCPR/IBAMA pela ajuda com os animais que precisaram de cuidados específicos em alguns finais de semana em que precisei me dedicar ao mestrado e não ao trabalho. Agradeço imensamente a torcida de todos vocês. Um agradecimento especial a Maíra Nogueira e Paula Mangini pelo auxílio nas traduções dos resumos.

À minha família pelo apoio em mais uma fase da minha vida, especialmente minha mãe pelo imenso amor, carinho e incentivo a seguir em frente, que contribuíram para me tornar uma pessoa cada vez melhor. Agradeço ainda a minha querida irmã pela infinita paciência e amor. Peço desculpas a todos pelos momentos que estive ausente.

Agradeço a disposição e prontidão com que Ivan Ferreira de Figueiredo confeccionou o potenciômetro linear, que foi extremamente importante na realização deste trabalho, e agradeço ainda João Antonio Pedro Vaz de Lima e Leandro Barco Nagore, do Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR), por terem medido a pressão e a força exercidas pela pinça hemostática utilizada para determinação de um dos parâmetros avaliados no experimento.

Preciso agradecer o apoio durante todo esse tempo que Denise Cândido e Patrícia Pires estiveram me acompanhando no mestrado. Agradeço a preocupação. Sei que nunca pouparam esforços para me auxiliar em tudo que precisei.

Aos amigos, que me incentivaram e me apoiaram nos momentos difíceis.

Aos animais, que são a inspiração da minha vida, sempre me ajudando a entender minha verdadeira missão.

Agradeço a Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUCPR, instituição renomada e da qual tanto me orgulho, onde fiz graduação, especialização, e ainda tenho o prazer de ser funcionária trabalhando no Centro de Triagem de Animais Silvestres - CETAS PUCPR/IBAMA, pela formação profissional e bolsa concedida durante os anos de pós graduação *stricto sensu*.

A todas as pessoas que não foram citadas, mas que fazem parte da minha vida e que sempre me dão forças para seguir em frente, gostaria de expressar minha profunda gratidão. Estou muito feliz e satisfeita com o resultado final do nosso trabalho.

Muito obrigada!

## RESUMO

O uso da anestesia loco-regional em animais cresce a cada dia. Dentre elas, o bloqueio do plexo braquial vem sendo bastante utilizado. Esta é uma técnica versátil que promove anestesia e analgesia e auxilia em processos cirúrgicos, ou não, que necessitem de um manuseio do membro torácico, reduzindo os riscos cirúrgicos associados à anestesia e custos com anestésicos gerais. A utilização de estímulos elétricos para localização dos nervos nos bloqueios loco-regionais em aves ainda é pouco descrita, sendo que esta técnica permite a administração do anestésico em um ponto mais próximo de um nervo ou de um conjunto de nervos. Este trabalho teve como objetivos buscar maiores informações sobre bloqueios loco-regionais e uso de anestésicos locais em aves, avaliar a melhor dose e determinar os efeitos tóxicos de cloridrato de lidocaína com vasoconstritor para bloqueio do plexo braquial em faisões (*Phasianus colchicus*), além de comparar duas técnicas para a localização do plexo braquial: o conhecimento anatômico e a utilização do estimulador de nervos periféricos. Foram utilizadas dezoito aves, sendo as asas direitas bloqueadas com a utilização do neuroestimulador e as asas esquerdas através do conhecimento anatomo-regional, e foram utilizadas as doses de 10, 15 e 20 mg/kg de lidocaína com vasoconstritor em cada asa. Para fins de avaliação da dose tóxica, a dose total de lidocaína administrada por animal foi de 20, 30 e 40 mg/kg, respectivamente. Não houve diferença estatística entre as duas técnicas utilizadas para a localização do plexo, sendo o uso do estimulador de nervos periféricos considerado desnecessário quando há conhecimento anatômico do plexo braquial. A dose de 20 mg/kg de lidocaína foi mais efetiva quando comparada às doses de 10 e 15 mg/kg. A dose de 40 mg/kg de lidocaína mostrou-se tóxica para alguns animais, sendo que doses de até 30 mg/kg mostraram-se seguras para faisões.

Palavras-chave: Bloqueio loco-regional. Anestésico local. Neuroestimulador. Dose tóxica. Aves.

## ABSTRACT

The use of locoregional anesthesia in animals increases each day. Among them, the brachial plexus block has been widely used. It is a versatile technique that provides analgesia and anesthesia in surgical or no surgical procedures of the thoracic member, reducing the risks associated with anesthesia and also reducing the total cost of the procedure. The use of electric stimulation to locate the nerves for the locoregional blocks in birds is still little reported. This technique allows the administration of the anesthetic in a spot closer to the nerve or group of nerves. The objectives of this work were to search for greater information about locoregional block in birds and the use of local anesthetic on them, determinate the best dose and the toxic effect of lidocaine hydrochlorate with vasoconstrictor for brachial plexus block in pheasants (*Phasianus colchicus*), as well as to compare the following techniques for the brachial plexus localization: anatomical knowledge and use of peripheral nerve stimulator. Eighteen birds were used. Their right wings were blocked with the guidance of the peripheral nerve stimulator, and their left wings were blocked based on the knowledge of its local anatomy, and 10, 15 and 20 mg/kg doses of lidocaine with vasoconstrictor were administrated in each wing. For evaluation of the toxic dosage, the total dose of lidocaine administrated by animal was 20, 30 and 40 mg/kg, respectively. Statistically there was no difference between both techniques, therefore the use of the peripheral nerve stimulator was considered unnecessary when there was proper knowledge of the brachial plexus. Lidocaine at 20 mg/kg was the most effective when compared with the 10 and 15 mg/kg doses, and the 40 mg/kg dose was toxic to some birds, doses until 30 mg/kg were safe to pheasants.

Keywords: Locoregional block. Local anesthetic. Peripheral nerve stimulator. Toxic dosage. Birds.

**AVALIAÇÃO DA DOSE E EFEITOS TÓXICOS DO CLORIDRATO  
DE LIDOCAÍNA COM VASOCONSTRITOR NO BLOQUEIO DO  
PLEXO BRAQUIAL COM O USO DE ESTIMULADOR DE NERVOS  
PERIFÉRICOS EM FAISÕES (*Phasianus colchicus*)**

*(Evaluation of lidocaine hydrochlorate with vasoconstrictor dosage and toxic effect in  
the brachial plexus block using peripheral nerve stimulator in pheasants - Phasianus  
colchicus)*

## **CAPÍTULO 1**

### **BLOQUEIO LOCO-REGIONAL EM AVES - Revisão**

*(Locoregional block in birds - a review)*

## **BLOQUEIO LOCO-REGIONAL EM AVES - Revisão**

*(Locoregional block in birds - a review)*

Grazielle Cristina Garcia Soresini<sup>1</sup>; Cláudia Turra Pimpão<sup>2</sup>; Ricardo Guilherme

D'Otaviano de Castro Vilani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Médica Veterinária, Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS PUCPR/IBAMA), [grasoresini@yahoo.com.br](mailto:grasoresini@yahoo.com.br), Mestranda em Ciência Animal (PUCPR)

<sup>2</sup>Médica Veterinária, Professora da Disciplina de Farmacologia e Toxicologia Veterinária Geral e Aplicada da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

<sup>3</sup>Médico Veterinário, Professor da Disciplina de Anestesiologia Veterinária da Universidade Federal do Paraná (UFPR)

### **RESUMO**

A medicina de aves teve um crescimento significativo nos últimos anos. O desenvolvimento de pesquisas sobre anestesiologia é crescente, porém são escassos os trabalhos referentes ao uso de anestésicos locais em aves, sendo ainda um desafio, já que não se conhecem doses adequadas e tempo de efeito dos mesmos. O bloqueio loco-regional promove anestesia e analgesia regional bloqueando a transmissão de impulsos nociceptivos. O bloqueio de nervos periféricos baseia-se na deposição do anestésico local nas regiões periféricas de um nervo ou grupo de nervos que formam um plexo, sendo uma técnica que permite a redução do uso de anestésicos gerais ou até mesmo a sua não utilização, dando uma segurança clínica maior e promovendo uma melhor analgesia trans e pós-operatória. Assim, o bloqueio do plexo braquial torna possível a realização de procedimentos em membros torácicos, havendo grande aplicação na rotina médica veterinária, tendo em vista a imensa casuística de casos de fraturas e danos teciduais em membros torácicos de aves. Esta revisão teve como objetivo buscar maiores informações sobre a utilização desta técnica, assim como o uso do estimulador de nervos periféricos em animais, e discutir a limitação do uso de anestésicos locais em aves, devido principalmente à falta de informação para esta classe de animais.

Palavras-chave: Bloqueio de nervos periféricos. Anestesiologia. Anestésicos locais. Aves.

## **ABSTRACT**

Avian medicine had a significant growth in recent years. There has been an anesthesiology research development, but studies on the use of local anesthetic in birds are scarce, therefore it is still a challenge because there is no knowledge the ideal dose and time of effect. The locoregional block promotes regional anesthesia and analgesia, blocking the nociceptives impulses transmission. The peripheral nerve block happens with the deposition of the local anesthetic on the peripheral region of a nerve or nerve group that form a plexus, being one technique that decreases the amount or even eliminates the need of general anesthesia, providing a safer procedure and better analgesia during and after the procedure. Therefore, the brachial plexus block allows the execution of procedures on thoracic members. It could have great use in the veterinary medicine practice, because of the huge amount of fractures and tissues damages in thoracic members of birds. The objective of this review was to get more information about this technique, as well as the use of the peripheral nerve stimulator in animals, and discuss the limitations of local anesthetic use in birds, especially because of the few information regarding these animals.

Keywords: Peripheral nerve block. Anesthesiology. Local anesthetics. Birds.

## **1 INTRODUÇÃO**

A preocupação com a prática de assistência médica de animais selvagens vem aumentando, tornando necessário um profissional competente na área para a atuação em trabalhos de resgate, monitoramento e conservação de fauna, zoológicos, centros de triagem, atendimento a proprietários particulares e instituições de pesquisa.

Até a década de 60 praticamente não se fazia anestesia em aves, sendo que atualmente trabalhos relacionados ao uso de anestésicos locais ainda são escassos. Porém, a anestesia loco-regional mostra-se uma ferramenta importante em aves, já que permite manejar animais debilitados sem que se utilize a anestesia geral. Na maioria dos casos, o paciente chega em estado bastante crítico, sendo que a prática da anestesia geral é bastante arriscada devido à anatomia e fisiologia diferenciadas.

Apnéia, hipotermia e hipoventilação são os principais problemas enfrentados na anestesia geral. Desta forma o controle da dor nestes animais pode ser feito com a utilização de anestésicos locais, permitindo um exame clínico mais detalhado e sem estímulos nociceptivos. Além disso, quando utilizados em associação com a anestesia geral, reduzem a quantidade de anestésico geral a ser utilizada, e desta forma o clínico possui uma maior segurança ao manejar seu paciente.

Casos de fraturas e danos teciduais, entre outras desordens em membros torácicos, são muito comuns na rotina médica aviária. Assim, há grande aplicação do bloqueio do plexo braquial, pois é um procedimento simples e promove analgesia e relaxamento muscular, desde que o anestésico local seja administrado com precisão (VILANI et al., 2006).

Esta revisão objetiva buscar informações sobre o bloqueio do plexo braquial, o uso de anestésicos locais em aves, bem como a utilização do estimulador de nervos periféricos para localização do plexo.

## **2 ANESTESIA LOCAL/ REGIONAL**

A anestesia local causa uma interrupção reversível da condução nos nervos periféricos. É bastante usada para prevenir ou controlar a dor em animais e humanos, e pode ser aplicada topicamente ou infiltrada ao redor das terminações nervosas (WETMORE; GLOWASKI, 2000; MACHIN, 2005; MAHLER; ADOGWA, 2008).

Embora sejam usadas para finalidades similares, há algumas diferenças entre anestesia local e regional, e cada método é indicado para determinado uso. Na anestesia local, apenas uma pequena região perde a sensibilidade, sem que ocorra o bloqueio de um nervo específico, ou seja, uma técnica reservada para pequenos procedimentos. Já na anestesia regional, há perda de sensibilidade em uma área maior do corpo com o anestésico local injetado próximo da medula espinhal. Como a anestesia regional afeta tipicamente uma área maior que a anestesia local, pode ser usada para procedimentos cirúrgicos ou médicos mais complicados (LARKIN, 2008; MORROW, 2009).

Bloqueios nervosos locais ou regionais, com anestésicos locais, têm sido utilizados em pequenos mamíferos e atualmente, estão sendo avaliados em aves (HAWKINS, 2009). Os bloqueios em animais de companhia incluem a infiltração do

anestésico no local em que o trauma cirúrgico será executado (pele, mucosas, feridas abertas e nervos); o bloqueio dos nervos infra-orbitário e mentoniano, para extrações e procedimentos odontológicos; o bloqueio do plexo braquial, para procedimentos cirúrgicos nos membros torácicos; os bloqueios intercostais e intrapleural, para toracotomia; e o bloqueio peridural, para cirurgias abdominais e procedimentos nos membros pélvicos (ROBERTSON; TAYLOR, 2004).

Os bloqueios podem variar quanto ao período de duração, que depende do tipo de agente anestésico, de sua concentração e de suas características físico-químicas. Acredita-se também que o bloqueio de fibras sensoriais por muitas horas interrompa a atividade sustentada de um conjunto de neurônios que podem ser responsáveis por alguns estados de dor crônica (BATISTETTI, 2001).

Atualmente a segurança da anestesia local faz de sua utilização a técnica de escolha em pacientes críticos para aliviar ou reduzir o uso dos anestésicos gerais e os riscos associados aos mesmos, reduzindo também a necessidade de internamento e os custos com a intervenção cirúrgica (MOENS; CAULKETT, 2000; VILANI et al., 2006).

### **3 ANESTÉSICOS LOCAIS**

Os anestésicos locais são agentes que causam perda da sensibilidade dolorosa pelo bloqueio reversível da condução nervosa, quando aplicados localmente no tecido nervoso em concentração apropriada. Porém, não causam perda da consciência, como ocorre com os anestésicos gerais (CORTOPASSI et al., 2002; MASSONE, 2003).

A condução de impulsos em membranas excitadas requer um fluxo de íons sódio através das canaletas seletivas do sódio no nervo, em resposta à despolarização da membrana nervosa. Quando um nervo é estimulado, a permeabilidade da membrana aos íons sódio aumenta e o sódio passa através da membrana pelo caminho das canaletas seletivas do sódio que existem em várias conformações (por exemplo, aberta ou inativada), dependendo do potencial da membrana e despolarização da membrana plasmática. Durante a despolarização o potencial de ação move-se na forma obrigatória ao longo do axônio, permitindo a propagação do impulso ao longo da membrana do nervo. Após poucos milissegundos a membrana repolariza como resultado da inativação ou fechamento dos canais de

sódio. Durante a repolarização, a membrana não é mais permeável aos íons sódio, mas as canaletas de potássio abrem, e os íons potássio reduzem seus fluxos de gradiente eletroquímicos fora da célula (SKARDA; TRANQUILLI, 2007).

Os anestésicos locais agem impedindo a entrada rápida de sódio, que é responsável pela despolarização da membrana celular, para o interior dos axônios. Ligam-se ao sítio hidrofílico do canal de sódio presente na superfície interna da membrana celular, bloqueando a ativação do canal. O fármaco precisa atravessar a membrana celular na forma não-ionizada, para atingir o espaço intracelular, e uma vez no interior da célula, é transformada na forma ionizada, que se liga ao receptor (LEMKE; DAWSON, 2000; LASCELLES, 2002).

Os anestésicos locais variam em seus efeitos clínicos e essas diferenças dependem de sua estrutura química. Atravessam as membranas do nervo por difusão, obedecendo a um gradiente de concentração que depende basicamente da lipossolubilidade e da concentração do medicamento, e também do pH do meio. A ação é seletiva e específica. À medida que o efeito anestésico progride em um nervo, o limiar para a sua excitabilidade elétrica eleva-se gradualmente, o potencial de ação declina e a condução do impulso nervoso torna-se mais lenta (CORTOPASSI et al., 2002).

Quanto menor a molécula e maior a propriedade lipofílica do anestésico local, mais rapidamente o anestésico passa pelas membranas do nervo axonal, que são altamente lipídicas em sua composição, e se liga aos canais de sódio com grande afinidade (SKARDA; TRANQUILLI, 2007).

Os anestésicos locais possuem estruturas semelhantes, basicamente compostos de um anel benzênico, derivado do ácido benzóico ou anilina, porção lipossolúvel e também responsável pela maioria das reações de hipersensibilidade; um grupamento amina, geralmente álcool etílico ou ácido acético, de caráter hidrossolúvel, sendo essa a porção ionizável, ou seja, que sofre influências do pH do meio; e uma cadeia intermediária de hidrocarbonetos que representa o esqueleto da molécula, também denominada cadeia alquila. Suas variações implicam em mudanças na potência e toxicidade. A variação da estrutura química dos anestésicos locais pode ser usada para classificá-los (COURTNEY; STRICHARTZ, 1987; BUTTERWORTH; STRICHARTZ, 1990; CARVALHO; MATHIAS, 1997; GOULART et al., 2005; McLURE; RUBIN, 2005; OTERO, 2005). A substituição dos grupos alquila

no anel aromático ou final amina aumenta a solubilidade lipídica e sua potência (SKARDA; TRANQUILLI, 2007).

Podem ser classificados segundo o tipo de ligação do resíduo aromático com a cadeia intermediária. Desta forma, têm-se os anestésicos locais tipo éster e tipo amida (CORTOPASSI et al., 2002).

A grande vantagem dos anestésicos locais é o fato do seu efeito ser reversível. Após seu emprego há recuperação completa da função nervosa sem que se evidencie dano estrutural nas células ou fibras nervosas (CORTOPASSI et al., 2002). A utilização desses agentes apresenta ainda vantagens relacionadas ao custo, facilidade de utilização e ausência de poluição da sala cirúrgica (MASSONE, 2003).

Benefícios adicionais e às vezes controversos dos anestésicos locais que são rotineiramente administrados antes de pequenas cirurgias de pele e para alívio em pós-operatório doloroso, incluem tanto o efeito antimicrobiano potente (STEFFEY; BOOTH, 1995; AYDIN et al., 2001), quanto a melhora na cicatrização de feridas (ERIKSSON et al., 1992; DRUCKER et al., 1998). A administração de lidocaína em diferentes concentrações (1%, 2% e 4%) demonstrou inibição dose-dependente no crescimento de todas as cepas de bactérias testadas (por exemplo, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Enterococcus faecalis*). A administração de lidocaína 2% e 5% e prilocaína 1% demonstraram poderoso efeito antimicrobiano contra várias bactérias e também *Candida albicans* (AYDIN et al., 2001). Em contraste, bupivacaína 0,25% e 0,5% mostraram pobre efeito antimicrobiano, enquanto a ropivacaína não apresenta efeitos antimicrobianos para tais microorganismos (SKARDA; TRANQUILLI, 2007).

A potência do anestésico local está diretamente ligada a lipossolubilidade do agente, uma vez que a membrana nervosa, local de ação desses fármacos, é composta basicamente por lipídios. Quanto maior essa afinidade, menor a concentração de um fármaco para atingir o mesmo bloqueio neural. Eventualmente, essa alta lipossolubilidade pode diminuir a sua potência *in vivo* (COVINO, 1996; CARVALHO; MATHIAS, 1997; OTERO, 2005).

Segundo Mclure e Rubin (2005) e Otero (2005), a duração da ação está relacionada à ligação com proteínas plasmáticas: quanto maior a quantidade, maior o tempo de duração. A proteína de alta afinidade é a alfa-1-globulina, que se encontra normalmente em baixos níveis séricos. A albumina, apesar de abundante,

tem baixa afinidade. Outros fatores influenciam o tempo de ação, como potência, dose administrada, vasoconstritores, vascularização tecidual e taxa de metabolismo.

O volume de proteínas plasmáticas aumenta em traumas, períodos pós-cirúrgicos, inflamações crônicas, câncer e uremia. Os níveis caem durante a prenhez e com o uso de contraceptivos. Como são absorvidos gradativamente, os níveis séricos dos anestésicos locais aumentam lentamente, porém em casos em que os sítios de ligação encontram-se saturados, esses níveis podem aumentar subitamente e gerar problemas cardíacos e em sistema nervoso central. Efeitos similares ocorrem com a queda do pH, onde os anestésicos locais dissociam-se das proteínas, elevando sua porção livre no sangue (McLURE; RUBIN, 2005).

Podem existir sob duas formas estruturais, que são chamadas estereoisômeros, sendo a forma S (levógira) e a forma R (dextrógira). Suas propriedades físico-químicas podem ser idênticas, porém, seus efeitos sobre as membranas biológicas podem ser muito diferentes. A maioria das formulações apresenta as duas formas em concentrações iguais, com a exceção da levobupivacaína e da ropivacaína que apresentam apenas a forma levógira (McLURE; RUBIN, 2005). Diferenças na estrutura resultam em variação na ação farmacodinâmica e farmacocinética (SKARDA; TRANQUILLI, 2007).

A velocidade de início dos efeitos do anestésico local em nervos isolados é inversamente proporcional à solubilidade lipídica e à constante de dissociação ácida (pKa). Vários anestésicos locais tem valores de pKa que variam de 7,7 a 9,1 (SKARDA; TRANQUILLI, 2007). Como o pKa é constante para cada anestésico local, é o pH ambiente que determina as quantidades das formas ionizada e não-ionizada. As duas formas são necessárias para uma ação efetiva, pois a forma não-ionizada se difunde pelo tecido e a ionizada interage com os sítios de ligação. Os fármacos que possuem pKa mais baixos têm, em pH fisiológico, a forma não-ionizada em maior quantidade, o que implica na instalação mais rápida do bloqueio. Como o pH das soluções de anestésico local é ácido (3,5 a 5,5), principalmente naquele com presença de vasoconstritor, a maior parte do anestésico está na forma ionizada. Por isso, soluções com vasoconstritor têm velocidade de instalação mais lenta. Tecidos com sinais de inflamação possuem pH mais baixo, então há grande ionização e redução na velocidade (COVINO, 1996; LAMONT, 2004).

Os anestésicos locais são agentes extremamente efetivos para o controle da dor aguda ou crônica, de origem somática, visceral e neuropática, atuando sobre os

processos de transdução, transmissão e modulação da nocicepção na medula espinhal (LAMONT et al., 2000).

### 3.1 FARMACOCINÉTICA DOS ANESTÉSICOS LOCAIS

#### 3.1.1 Absorção

A absorção sistêmica dos anestésicos locais é determinada pela dose da droga, local de injeção, duração do efeito no local de ação, características de cada droga e uso de vasoconstritores. Quanto maior a dose injetada, maior será a absorção sistêmica e os picos de concentração plasmática, e essa relação praticamente linear não é afetada pela velocidade de injeção. Geralmente, quanto mais vascularizado for o sítio de aplicação, maior a absorção. Ela diminui dependendo do local na seguinte ordem: região intercostal, caudal, epidural, plexo braquial, ciático/femoral. Por essa razão, as doses de cada anestésico devem ser diferentes para cada região, evitando assim níveis séricos que possam gerar sinais de toxicidade (SCOTT et al., 1972; COVINO, 1996; GOULART et al., 2005; SKARDA; TRANQUILLI, 2007).

Devido à mínima ou nenhuma absorção, geralmente são ineficientes quando aplicados topicamente, sendo eficazes quando aplicados em pele lesionada, mucosa e sobre a córnea (HEAVNER, 1996; SKARDA; TRANQUILLI, 2007).

Sempre que não houver contra-indicações (circulação periférica, problemas cardiovasculares graves), o uso do vasoconstritor deve ser feito. De maneira geral, a adrenalina é utilizada nas mais variadas soluções. Existem relatos que níveis sanguíneos máximos de bupivacaína, ropivacaína e etidocaína são minimamente influenciados pela adição de adrenalina após a injeção no espaço epidural lombar. Porém, a velocidade de absorção diminui muito quando essas soluções são empregadas no bloqueio do plexo braquial (COVINO, 1996; CARVALHO; MATHIAS, 1997).

O recurso de associar-se adrenalina com os anestésicos locais permite menor absorção sistêmica do anestésico, diminuindo assim o risco de seu emprego, uma vez que é absorvido lentamente. Além disso, a duração do bloqueio local será aumentada de modo significativo (CORTOPASSI et al., 2002; OTERO, 2005). A absorção sistêmica dos vasoconstritores pode provocar reações indesejáveis como

agitação e taquicardia. Devem ser evitados em extremidades ou circulações terminais. Podem também retardar a cicatrização das feridas, promover edema ou necrose local devido, principalmente, a redução do consumo de oxigênio tecidual, que, associado à vasoconstrição, causa hipóxia e lesão local (CORTOPASSI et al., 2002).

### **3.1.2 Distribuição**

Os anestésicos locais distribuem-se por todos os tecidos, porém a concentração relativa varia em função do tempo, da perfusão vascular e da massa do tecido. A princípio, grande parte do anestésico local absorvido é extraída em sua passagem pelos pulmões, provavelmente devido ao baixo pH do parênquima pulmonar em relação ao plasma. Com isso, os pulmões são capazes de reduzir o risco de toxicidade principalmente em aplicações endovenosas (GOULART et al., 2005). A distribuição dos anestésicos locais amino-ésteres nos tecidos corporais é limitada devido a sua rápida hidrólise enzimática por pseudocolinesterases não específicas do plasma. Anestésicos locais amino-amidas são extensamente distribuídos no corpo após injeção intravenosa ou rápidas taxas de absorção vascular (COVINO, 1984; TUCKER, 1986).

Para aumentar a difusão dos anestésicos locais pelos tecidos, aumentando o campo do bloqueio anestésico, a hialuronidase é frequentemente associada à solução anestésica, principalmente em bloqueios oftálmicos (HEAVNER, 1996; BOWMAN et al., 1997; DEMPSEY et al., 1997). A distribuição na área injetada depende do volume injetado, inclusão de um vasoconstritor ou hialuronidase na solução anestésica local e da droga usada (SKARDA; TRANQUILLI, 2007).

Os anestésicos locais são capazes de atravessar a placenta. Os amino-ésteres não atravessam em quantidades significativas. Os amino-amidas variam em sua velocidade e grau de retenção fetal. Pouco se sabe da transferência pelo leite materno, mas a lidocaína já foi detectada em leite materno de uma parturiente (CARVALHO; MATHIAS, 1997; McLURE; RUBIN, 2005).

### 3.1.3 Biotransformação

A biotransformação dos anestésicos locais varia de acordo com sua classificação química. Os ésteres são hidrolisados por colinesterases, predominantemente no plasma e em menor extensão no fígado. O produto metabólico é o ácido para-aminobenzóico (PABA), que não tem ação farmacológica e é responsável por reações alérgicas. A taxa de hidrólise diminui conforme aumenta a toxicidade sistêmica. A colinesterase plasmática está diminuída na gestação, doenças hepáticas, uremia, e em pacientes recebendo quimioterápicos. No líquido cefalorraquidiano há concentração quase nula dessa enzima e, por isso, a ação de um éster injetado nessa região só cessa após a sua reabsorção sistêmica (COVINO, 1996; CARVALHO; MATHIAS, 1997; GOULART et al., 2005; OTERO, 2005).

A biotransformação das amidas ocorre exclusivamente por enzimas microsossomais hepáticas. A prilocaína tem o metabolismo mais rápido; lidocaína e mepivacaína são intermediários e etidocaína, bupivacaína e ropivacaína têm o metabolismo mais lento das amidas. A primeira etapa da metabolização é a conversão da base em ácido aminocarboxílico (COVINO, 1996; HEAVNER, 1996; CARVALHO; MATHIAS, 1997; GOULART et al., 2005; OTERO, 2005).

O fígado e os pulmões são as maiores áreas de *clearance* plasmático dos anestésicos locais (SKARDA; TRANQUILLI, 2007).

### 3.1.4 Excreção

A eliminação é realizada por meio da urina e bile, sendo que apenas 5% das drogas são eliminadas sem metabolização. A depuração renal varia com a capacidade do anestésico local de se ligar às proteínas, ao pH da urina, sendo inversamente proporcional sugerindo que a eliminação ocorre por difusão não-iônica. Outros fatores que influenciam a excreção são a idade e condições hepáticas e cardíacas de cada paciente (COVINO, 1996; GOULART et al., 2005).

## 3.2 AGENTES ANESTÉSICOS

### 3.2.1 Lidocaína

A lidocaína é o anestésico local do tipo amino-amida de maior aplicação. Produz bloqueio motor e sensorial rápido e intenso, podendo até ser utilizada para bloqueios raquidianos em concentrações maiores. Possui pKa de 7,7 e une-se às proteínas plasmáticas em 65%. Pode ser utilizada na anestesia tópica, em apresentações como gel, pomada, geléia e aerossóis (COVINO, 1996; LEMKE; DAWSON, 2000; McLURE; RUBIN, 2005).

Apresenta alta lipossolubilidade alcançando qualquer tipo de fibra nervosa e por isso se observa bloqueio tanto sensitivo como motor. Um efeito colateral notável desse fármaco é a sonolência. É utilizada para produzir bloqueios periféricos e centrais. Outras formas de uso são descritas, podendo servir de apoio à anestesia geral, como analgésico em certos estados dolorosos crônicos e como anti-epiléptico por via endovenosa. A lidocaína também é utilizada como anti-arrítmico (COLUMB; DAVIS, 2004; OTERO, 2005).

### 3.2.2 Bupivacaína

A bupivacaína foi o primeiro anestésico local com separação significativa entre anestesia sensitiva e bloqueio motor. O bloqueio é prolongado e intenso de maneira que, com a capacidade de manter somente o bloqueio sensitivo, foi bastante utilizada em procedimentos obstétricos. Porém, estudos mais recentes descrevem toxicidade e dificuldades em ressuscitação por altas concentrações, abolindo a anestesia obstétrica com esse fármaco (COVINO, 1996; COLUMB; DAVIS, 2004).

Possui um pKa de 8,1 e une-se às proteínas plasmáticas em mais de 80%. A adição de vasoconstritores pode aumentar sua ação em até 50% e diminuir sua disponibilidade sistêmica, diminuindo também sua toxicidade, expressada principalmente sobre o sistema cardiovascular (LEMKE; DAWSON, 2000; OTERO, 2005).

A bupivacaína não é efetiva topicamente, mas pode ser usada para infiltração local assim como para bloqueios nervosos periféricos e centrais (LEMKE; DAWSON, 2000).

Na última década, a levobupivacaína, o enantiômero-S puro da bupivacaína, tem sido produzida. A levobupivacaína é menos tóxica que a bupivacaína, o que é atribuído a uma menor afinidade aos tecidos do cérebro e do miocárdio (THOMAS; SCHUG, 1999).

### **3.2.3 Ropivacaína**

É o primeiro anestésico local de longa duração do tipo amino-amida produzido como um enantiômero-S puro, o que lhe confere menor toxicidade. O período de latência é semelhante ao da lidocaína (LEMKE; DAWSON, 2000; LEW et al., 2001).

Apresenta lipossolubilidade intermediária entre lidocaína e bupivacaína, ligação à proteína plasmática de 94% e pKa de 8,1. Sua ação é restrita ao local de aplicação e reverte-se rapidamente ao diminuir sua concentração, o que, aliado à sua baixa toxicidade sistêmica, fazem da ropivacaína uma opção interessante para a realização de bloqueios nervosos tanto centrais quanto periféricos (HEAVNER, 1996; LEMKE; DAWSON, 2000; MASSONE, 2002).

### **3.2.4 EMLA®**

“Mistura Eutética de Anestésicos Locais” (EMLA) é uma mistura de 2,5% de lidocaína e de 2,5% de prilocaína, para uso tópico. A profundidade de penetração do creme EMLA depende do período de contato com a pele. Em seres humanos, a toxicidade de contato do creme EMLA tem sido associada às práticas de administração inadequadas, como a aplicação em grandes áreas de superfícies, período de contato prolongado e aplicação na pele ou em mucosas lesionadas. Efeitos colaterais em humanos incluem branqueamento da pele e eritema local. Efeitos adversos menos comuns incluem metahemoglobinemia ou sinais neurológicos (HAWKINS; PASCOE, 2007).

Os relatos do ótimo uso de EMLA, em humanos, indicam a aplicação como uma fina camada e a oclusão da área, por uma hora, antes do procedimento. Contudo, períodos mais curtos têm sido relatados como eficazes (HAWKINS;

PASCOE, 2007). A profundidade máxima de analgesia de aproximadamente 5 mm é atingida durante 30 minutos após 90 minutos de aplicação, e durante 60 minutos após 120 minutos de aplicação do creme (BJERRING; ARENDT-NIELSEN, 1990). Em geral, a profundidade da analgesia cutânea em pessoas varia de 1 a 6 mm e acredita-se que é dependente do tempo, entre 1 a 4 horas (WAHLGREN; QUIDING, 2000).

O creme EMLA contém uma concentração suficientemente alta de base anestésica disponível para penetrar na pele intacta e produzir anestesia cutânea para uma larga escala de aplicações em pessoas (BJERRING; ARENDT-NIELSEN, 1990; GAJRAJ et al., 1994) e para venipunção em cães, gatos, coelhos e ratos (FLECKNELL et al., 1990). Há muitos relatos do uso de EMLA em pequenos animais exóticos, incluindo a utilização como único analgésico, para realizar biopsias e para facilitar a colocação de cateteres (HAWKINS, 2009).

Ainda não foram desenvolvidos estudos para avaliar se períodos de contato mais curtos seriam suficientes para promover a analgesia desejada em animais com pele fina, como as aves. Deve-se calcular as dosagens máximas dos anestésicos locais presentes no gel, antes da aplicação, para reduzir o potencial de toxicidade. A absorção sistêmica de EMLA pode aumentar em aves com arrancamento de penas, visto que podem existir lesões de pele e exposição de folículos de penas (HAWKINS; PASCOE, 2007).

#### **4 BLOQUEIO DO PLEXO BRAQUIAL**

O bloqueio do plexo braquial é um procedimento simples, de baixo custo e que exige mínimos equipamentos, sendo uma técnica versátil que promove anestesia e analgesia, podendo ser utilizado como alternativa ou em conjunto com anestesia geral para promover analgesia e relaxamento muscular, tendo grande aplicação em pacientes debilitados. Pode ser usado para controlar a dor antes e após uma intervenção cirúrgica para correção de fraturas em membro torácico (DUKE et al., 1998; ROSENQUIST, 1999; VILANI et al., 2006).

Obter analgesia regional prolongada sem repercussões hemodinâmicas, vasculares ou respiratórias é o objetivo do bloqueio do plexo braquial. Situações clínicas como analgesia pós-operatória, troca de curativos, reintervenções cirúrgicas

seriadas e sedação da dor aguda ou crônica são indicações de uso do bloqueio regional (GEIER, 2002).

Técnicas de bloqueio nervoso periférico com sucesso requerem conhecimento anatômico preciso da área a ser utilizada, para estabelecer os locais de aplicação, a direção e profundidade necessárias da injeção, e as estruturas que devem ser evitadas, obtendo precisão na administração do anestésico local (MAHLER; ADOGWA, 2008). Porém, diferenças anatômicas nos grupos taxonômicos de aves podem dificultar o acesso ao plexo braquial, gerando falha do bloqueio anestésico (VILANI et al., 2006). Quando o anestésico é administrado precisamente, baixas doses são necessárias, reduzindo assim os efeitos tóxicos do anestésico (MAHLER; ADOGWA, 2008).

#### 4.1 ANATOMIA DA ASA

O esqueleto apendicular das aves é extremamente modificado se comparado ao dos mamíferos, devido à conversão dos membros torácicos em asas, além dos membros pélvicos assumirem a responsabilidade pela locomoção no chão, pelo empoleiramento e pela resistência ao estresse na descida do poleiro. Os ossos dos membros torácicos são amparados pelo esqueleto axial, especialmente o esterno, porque o ombro é extremamente desenvolvido. A escápula é uma haste plana, situando-se lateral e paralela à coluna vertebral, estendendo-se caudalmente até a pelve. Articula-se com o esqueleto axial através dos músculos e ligamentos. Na porção cranial, conecta-se com a clavícula e o coracóide, com o qual forma a superfície articular que recebe a cabeça do úmero (articulação do ombro). O coracóide é rígido e se estende da articulação do ombro até a articulação com a porção cranial do esterno, suportando todo o trabalho de sobe e desce da asa. A união das clavículas direita e esquerda forma a fúrcula, cujas extremidades e processo ventral médio articulam-se com os coracóides e a porção cranial do esterno, respectivamente, através de uma rígida membrana. A fúrcula, conectada à articulação do ombro, auxilia na contenção destes ossos contra o esqueleto axial. Um forame (canal triósseo), localizado na junção da escápula com o coracóide e a clavícula, contém o tendão de alguns músculos do vôo. O úmero é um osso rígido e plano em ambas as extremidades. Na extremidade proximal, podem ser observados os tubérculos dorsal e ventral. Um forame pneumático está presente no tubérculo

ventral. A ulna é mais espessa e mais longa que o rádio. A sequência distal dos ossos do carpo funde-se com o metacarpo (DYCE et al., 1990).

Os músculos do peito, responsáveis pela movimentação das asas, são extremamente desenvolvidos, representando cerca de 20% do peso corporal. O músculo peitoral, superficial, origina-se na crista do esterno e na clavícula, cobrindo todo o tórax da ave até se inserir no tubérculo dorsal do úmero. Sua contração produz a força necessária para o batimento das asas (DYCE et al., 1990).

#### 4.2 PLEXO BRAQUIAL DE AVES

O plexo braquial é o sistema de nervos intercomunicantes que inerva o membro torácico (BAUMEL, 1986; DUBBELDAM, 1993; INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE, 1994).

Conforme a “Nomina Anatomica Avium”, os nervos espinhais das aves são organizados de forma semelhante àqueles dos mamíferos, assim o número e o nome destes nervos parece não sofrer grandes alterações, e é evidente uma simetria na distribuição periférica destes nervos suprindo a musculatura do membro torácico (INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE, 1994).

Os nervos espinhais que contribuem para o plexo partem do intumescimento cervical da medula espinhal na junção cervicotorácica. As raízes do plexo saem da musculatura cervical lateral, na entrada torácica, e encontram-se para formar os troncos do plexo. O plexo braquial é formado por ramos ventrais de três a cinco nervos espinhais, sendo mais comumente, dos nervos espinhais 13 a 16 (BAUMEL, 1986; BENNETT, 1994).

Funções motoras e sensitivas das asas e musculatura peitoral são controladas por fibras nervosas do plexo braquial em aves. A parte proximal do plexo é dorsal à artéria carótida comum e à parte mais caudal da veia jugular. O nervo vago, a glândula tireóide e o esôfago pós-papo situam-se ventralmente ao plexo. O lado dorsal do plexo repousa contra o músculo escaleno. Ramos do plexo braquial, que saem do tórax, atravessam um hiato, com o formato de um triângulo, na parede corporal, juntamente com vasos do membro torácico. Os nervos ocupam a parte cranial do hiato, no ângulo limitado pelos tendões de inserção do músculo coracobraquial caudal e escapuloumeral caudal. Os vasos peitorais situam-se

caudoventralmente aos nervos. O hiato está coberto superficialmente pela parte dorsal do músculo peitoral, os nervos para este músculo penetram em sua superfície profunda. Algumas estruturas no ombro e nas regiões axilares recebem sua inervação por meio dos ramos colaterais das raízes, troncos ou cordões do plexo braquial (BAUMEL, 1986).

O músculo coracobraquial caudal apresenta origem na face lateral do coracóide, estendendo-se caudalmente até a articulação esternocoracoidal e o corpo do esterno. A inserção ocorre por um curto e forte tendão no sulco capital da face da tuberosidade medial do úmero, dorsal, mas em proximidade com a inserção do subcoracoescapular. As fibras musculares convergem para uma densa aponeurose que encobre principalmente o aspecto dorsal do músculo, na qual pode também estar inserido um ramo do tendão proximal ou escapular do expansor secundário (em algumas espécies). O coracobraquial caudal acha-se lateral e ventralmente ao esternocoracóideo e ao subcoracóideo, lateral ao supracoracóideo e profundo ao grande peitoral. A inervação é feita por ramos da raiz do tronco do nervo peitoral, do ramo ventral do plexo braquial (VANDEN BERGE, 1986).

O músculo escapuloumeral caudal apresenta origem nas faces dorsal e lateral da maior parte do corpo da escápula e, por uma aponeurose, da extremidade ventral da escápula. A inserção ocorre por fibras carnosas circundadas por um denso envelope tendinoso ou por um curto e rijo tendão sobre a face dorsal (ancônea) da crista bicipital, dentro ou num plano com a fossa pneumática. Uma parte ou todo o músculo está encoberto pelo grande dorsal, e o músculo em si é superficial à cabeça esternal do subescapular. A inervação é feita pelo nervo escapuloumeral, do ramo dorsal do plexo braquial (VANDEN BERGE, 1986).

O plexo divide-se em quatro grupos: nervos torácicos dorsais, nervos torácicos ventrais, nervos braquiais dorsais e nervos braquiais ventrais (NICKEL et al., 1977). O nervo periférico normal é branco, tem estrias transversais e é de largura uniforme (DYCE et al., 1990).

Os nervos espinhais são denominados nervos cervicais, torácicos, lombares, sacrais e coccígenos, cujo número corresponde geralmente ao número das vértebras de cada região e varia entre as espécies de aves (NICKEL et al., 1977).

Os dois últimos nervos cervicais estão envolvidos na formação do plexo braquial podendo existir conexões entre os componentes do plexo braquial, em maior ou menor extensão (NICKEL et al., 1977).

O plexo braquial dos animais tem sido objeto de vários estudos clínicos e cirúrgicos, e nas aves, a pesquisa destas estruturas deve-se ao fato de seus componentes estarem diretamente relacionados ao diagnóstico de disfunções neuromusculares, decorrentes de processos traumáticos e neoplásicos, de infecções, inclusive as virais, e de infestações por ácaros, bem como relacionada às características pós-morte dos músculos peitorais, e também pelos procedimentos anestésicos locais ou regionais, que objetivam potencializar o efeito analgésico durante o período pré e trans-operatório em uma tentativa de determinar o papel funcional das fibras nervosas (BUHR, 1990; HOLLAND et al., 1996; SMITH et al., 1997; HOLLAND et al., 1998).

Estudos sobre o plexo braquial foram realizados em pombos, especialmente sobre o nervo radial, que tem importante papel na inervação dos músculos do membro torácico a serem utilizados durante o vôo, atividade intensa nestes animais (NECKER; SCHERMULY, 1985; NECKER; NEUMANN, 1997).

O plexo apresenta quatro raízes, as quais se unem para formar três troncos curtos, nos quais há um intercâmbio de fibras. Os troncos apresentam alguma separação em divisões dorsal e ventral que se combinam para formar dois cordões nervosos. Ramos do cordão dorsal suprem músculos do compartimento dorsal (extensor) do membro e a pele sobrejacente; já os ramos do cordão ventral suprem músculos flexores do membro torácico (NICKEL et al., 1977; BAUMEL, 1986).

Verificou-se em um trabalho realizado em urubus (*Coragyps atratus foetens*), após dissecação, que os plexos braquiais destes animais apresentam quatro troncos, os quais se originam dos ramos ventrais dos nervos espinhais cervicais situados na décima primeira, décima segunda e décima terceira vértebras cervicais e dos ramos ventrais do primeiro e segundo nervos espinhais torácicos. Constituindo o plexo braquial do urubu os seguintes nervos foram identificados: subescapular, supracoracóide, subcoracoescapular, axilar, radial, anconeal, bicipital, medianoulnar, cutâneo, peitorais craniais e caudais, torácico dorsal e ventral (MOREIRA et al., 2009).

Após a dissecação do plexo braquial de perus (*Meleagris gallopavo*), Moreira et al. (2005) verificaram que há três troncos, os quais se originam dos ramos ventrais dos nervos espinhais cervicais situados entre décima segunda e décima terceira vértebras cervicais e dos ramos ventrais do primeiro e segundo nervos torácicos. Analisando as raízes nervosas que contribuem para a formação do plexo braquial do

peru, constata-se que três raízes partem da medula espinhal, diferentemente do observado nas galinhas, pombos, patos e gansos, nos quais partem quatro raízes (NICKEL et al., 1977; BAUMEL, 1986; DUBBELDAM, 1993; MOREIRA et al., 2005).

Shell et al. (1993) estudaram o plexo braquial em dois falcões, que tinham inabilidade de usar uma das asas, observando, nos estudos eletromiográficos, a existência de denervação e, em uma das aves, no anatomopatológico, lesões no axônio, com perda extensiva da mielina, inflamação linfocítica perivascular multifocal no plexo braquial, e na origem do plexo, desmielinização e perda do axônio na matéria branca dorsal do coto espinal no lado afetado.

#### 4.3 BLOQUEIO DO PLEXO BRAQUIAL EM MAMÍFEROS

O primeiro relato de bloqueio do plexo braquial (BPB) em animais foi em 1951 (WENGER, 2004).

Para a realização do bloqueio do plexo braquial em cães, uma agulha de 7,5 cm e calibre 20 a 22 é inserida medialmente à articulação do úmero, e direcionada paralelamente à coluna vertebral em direção à junção costochondral. Em cães grandes, aproximadamente 10 a 15 mL de lidocaína 2% com epinefrina é injetada lentamente. Perda gradual de função motora e sensorial ocorre com 10 a 15 minutos. A anestesia dura aproximadamente 2 horas e a recuperação ocorre aproximadamente em 6 horas. Uma desvantagem da técnica do BPB é a ocasional falha para obtenção de anestesia completa, particularmente em cães obesos (SKARDA; TRANQUILLI, 2007). Em cães grandes, outro estudo mostrou que a dose de 7,5 mL de lidocaína injetados no plexo braquial pelo auxílio de um cateter foi eficaz para promover bloqueio motor e sensorial (MOENS; CAULKETT, 2000).

Dentre os anestésicos locais mais utilizados em bloqueios regionais em pequenos animais, destacam-se a lidocaína, a mepivacaína e a bupivacaína. Desses três agentes, a bupivacaína é a que apresenta maior período de ação, de quatro a seis horas (240-360 minutos), mas requer um período de latência entre 15 e 25 minutos. Já a lidocaína e a mepivacaína agem rapidamente, mas apresentam período de ação menor. O tempo de ação da lidocaína é de 40 a 60 minutos, podendo ser de até 120 minutos quando associada à adrenalina vasoconstritora. A mepivacaína tem um período de ação entre 90 a 180 minutos, em cães e gatos (SKARDA, 1996; LEMKE; DAWSON, 2000; WETMORE; GLOWASKI, 2000;

OTERO, 2005). A lidocaína é a mais versátil e extensamente usada na prática de pequenos animais. É efetiva topicamente e pode ser usada para infiltração local e anestesia regional intravenosa, assim como para bloqueios nervosos periféricos e centrais (LEMKE; DAWSON, 2000).

Futema et al. (2002) concluíram em seu estudo que o bloqueio do plexo braquial é técnica factível de ser empregada no cão, promovendo a anestesia de toda a porção distal à articulação escápulo-umeral, o que permite sua utilização nas cirurgias de membro torácico.

O bloqueio dos ramos ventrais dos nervos espinhais cervicais (C6, C7 e C8) e torácico (T1) pode ser usado para anestésiar o membro torácico e controlar a dor depois de intervenção cirúrgica de rádio e ulna em gatos (LEMKE; DAWSON, 2000). O BPB é realizado em gatos sedados ou anestesiados. Uma agulha é colocada no espaço axilar proximal ao ombro, e aproximadamente 0,5 mL de lidocaína 2%, ropivacaína 0,5% ou bupivacaína 0,5% é injetado uma vez que a ponta da agulha é posicionada cranialmente à primeira costela e caudalmente à borda cranial da escápula. O mesmo volume do anestésico é administrado enquanto a agulha é retirada. A seringa é aspirada antes de cada injeção para evitar administração na artéria ou veia axilar, que estão próximas ao plexo braquial. O plexo braquial não pode ser bloqueado bilateralmente em função do potencial bloqueio bilateral do nervo frênico e subsequente comprometimento da função respiratória (SKARDA; TRANQUILLI, 2007).

A anestesia do plexo braquial em bovinos pode ser conseguida pela dessensibilização das raízes ventrais do sexto, sétimo e oitavo nervos espinhais cervicais e primeiro e segundo nervos torácicos, que passam lateralmente ao terço medial da primeira costela, induzindo perda de sensibilidade distal, incluindo a junção do cotovelo (WESTHUES; FRITSCH, 1964). O local de introdução da agulha é 12 a 14 cm cranialmente ao acrômio da escápula e linfonodo. Após anti-sepsia cirúrgica desta área, 2 a 3 mL da solução de anestésico local é infiltrada. O início da analgesia e perda de função motora são graduais, com o máximo efeito entre 15 a 20 minutos após a injeção, durando entre 1 hora e meia e 2 horas (SKARDA; TRANQUILLI, 2007).

#### 4.4 BLOQUEIO DO PLEXO BRAQUIAL EM AVES

Um estudo realizado com galinhas demonstrou que o uso de lidocaína ou bupivacaína é efetivo para a realização do bloqueio do plexo braquial em aves (FIGUEIREDO et al., 2003). A ropivacaína 0,75% também foi utilizada para realização de BPB em galinhas domésticas, tendo sido considerada uma técnica efetiva e com duração satisfatória para procedimentos em asas (CARDOZO et al., 2009).

No estudo feito por Figueiredo et al. (2008), foi realizado bloqueio do plexo braquial com lidocaína e bupivacaína em galinhas. Tanto a lidocaína como a bupivacaína foram igualmente eficientes quanto à analgesia, relaxamento muscular e duração do bloqueio sensorial.

Cardozo et al. (2007) realizaram um estudo associando o uso de ropivacaína na anestesia do plexo braquial em galinhas domésticas, visando avaliar efeito, duração e qualidade dos bloqueios motor e sensitivo alcançados após a administração, e observaram ser o bloqueio sensitivo mais acentuado que o bloqueio motor. Esse fato deve-se à menor afinidade da ropivacaína pelas fibras envolvidas na função motora, sendo mais efetiva no bloqueio das fibras de condução da dor.

Sete de oito galinhas testadas com lidocaína para realização do BPB não apresentaram resposta nociceptiva ao estímulo de pinçamento, tendo sido administrado 0,5 mL do anestésico (VILANI et al., 2006).

#### 4.5 ESTIMULADOR DE NERVOS PERIFÉRICOS (ENP)

A eficácia do bloqueio do plexo braquial pode ser incrementada pelo uso de aparelhos como o eletroestimulador de nervos periféricos, que permite a localização dos nervos a serem bloqueados, auxiliando na injeção do anestésico o mais próximo possível do local a ser atingido (MASSONE, 2002). Outra alternativa é a utilização da técnica de obstrução do fluxo arterial associada ao emprego da técnica de múltiplas injeções, relatada em cães, aumentando a probabilidade de alcance do plexo braquial e bloqueio eficiente (FUTEMA, 2005).

Na década de 1960, foi descrito o uso de estímulos elétricos para localizar os nervos, o que melhorou significativamente o sucesso dos bloqueios nervosos locais.

Uma corrente elétrica é usada para estimular as fibras motoras e produzir contrações musculares, e quanto mais próxima a agulha está do nervo, menor a corrente necessária. Contudo essa técnica requer um conhecimento detalhado da distribuição dos nervos e as contrações musculares devem ser analisadas corretamente (MAHLER; ADOGWA, 2008).

O estimulador ideal é aquele que possui regulação da amperagem, permitindo alterações frequentes da mesma, durante a localização dos nervos. Altas correntes são usadas para provocar as contrações musculares inicialmente, e então, se reduz progressivamente a amperagem até o momento em que se consegue a contração com a menor amperagem, o que indica a proximidade da agulha com o nervo (BASHEIN et al., 1984).

A utilização do estimulador de nervos periféricos reduz os riscos de trauma vascular e neural e promove uma anestesia ou analgesia mais prolongada (ROSENQUIST, 1999).

Em cães, a utilização do estimulador de nervos periféricos se mostrou eficaz, após um estudo detalhado da sua anatomia. Nesse mesmo estudo, foi utilizada uma corrente com intensidade de 2 mA, frequência de 2Hz e pulso de duração de 0,1ms. A determinação do local adequado para inserção da agulha foi baseada nas contrações musculares consideradas máximas (MAHLER; ADOGWA, 2008).

De acordo com Futema et al. (2002) um estimulador de nervos periféricos pode ser usado para localizar com precisão os nervos radial, mediano, ulnar, musculocutâneo e axilar, reduzindo a dose de anestésico local para BPB efetivo em cães.

Apenas um trabalho foi encontrado nos portais eletrônicos de busca científica com o uso de ENP em aves, realizado por Figueiredo et al. (2008) para BPB em galinhas com lidocaína e bupivacaína, na frequência de 2 a 5 Hz e corrente de 0,12 mA.

A utilização do estimulador também demonstra que a quantidade de anestésico local a ser aplicada é menor, a quantidade de anestésico geral diminui e o controle da dor no pós-operatório é maior. A localização do plexo braquial pode ser feita baseada apenas na anatomia, porém a utilização do estimulador gera uma maior precisão e como consequência os benefícios citados. A combinação da anestesia geral com o BPB permite que o nível de anestesia seja reduzido e conseqüentemente que a depressão cárdio-pulmonar seja menor (WENGER, 2004).

Um estudo realizado em seres humanos demonstra que quando os nervos do plexo braquial são localizados e anestesiados separadamente o sucesso é maior. Porém, esta técnica é mais difícil e mais demorada (SIA et al., 2001).

## **5 ANALGESIA DE AVES**

A dor pode ser definida como uma experiência sensorial e emocional desagradável, associada a um dano tecidual. Esta definição foi proposta pela Associação Internacional para o Estudo da Dor (IASP). A determinação de que um animal experimenta a dor e necessita de terapia analgésica usualmente repousa na observação das alterações comportamentais e paramétricas, tais como frequência cardíaca, frequência respiratória e pressão arterial (HASKINS, 1992; TAYLOR; McGEHEE, 1995; LASCELLES; WATERMAN, 1997; HELLYER; GAYNOR, 1998; EDLING, 2006; HAWKINS, 2009).

Existem controvérsias sobre a capacidade de todas as espécies sentirem dor de qualidade e de intensidade semelhantes. Historicamente, uma presunção geral foi elaborada, a qual afirmava que a capacidade de experienciar dor está diretamente relacionada à posição filogenética (STEVENS, 1992). Provavelmente devido a dúvidas a respeito da percepção da dor e o reconhecimento desta em aves, a analgesia não foi motivo de grandes estudos nestes animais (CURRO et al., 1994). No entanto, estudos anatômicos, bioquímicos e funcionais demonstraram que a percepção de dor em vertebrados não-mamíferos é, provavelmente, análoga àquela em mamíferos (REINER et al., 1984; WILLENBRING; STEVENS, 1996).

A avaliação da dor é subjetiva, mesmo em humanos, visto que injúrias idênticas podem demonstrar, com frequência, intensidade e qualidade diferentes, entre indivíduos. Atualmente não há nenhum padrão ouro para a avaliação da dor em qualquer espécie animal. Muitos métodos de graduação da dor têm sido desenvolvidos, porém poucos foram rigorosamente validados em determinadas espécies e nenhum pode ser utilizado universalmente. Esta avaliação em aves é muito complexa, por requerer a consideração de diferenças entre idade, sexo, espécies, comportamentos individuais e fatores ambientais. Os sistemas de graduação de dor também devem considerar os diferentes tipos e fontes de dor, como dores agudas versus crônicas, viscerais versus somáticas (HAWKINS, 2009). A escala de dor descrita pela Universidade de Melbourne inclui seis categorias:

dados fisiológicos, resposta à palpação, atividade, estado mental, postura e vocalização. Cada categoria apresenta descrições de vários comportamentos, que são associados a valores numéricos (FIRTH; HALDANE, 1999). Pode-se classificar a dor em patamares de magnitude como severa, moderada ou leve (HASKINS, 1992).

Para avaliar a dor na ave, o observador deve se familiarizar com os comportamentos normais e anormais de cada espécie, bem como os do indivíduo. Indivíduos sociais podem ou não exibir comportamentos dolorosos, dependendo da dinâmica social do grupo (CLYDE; PAUL-MURPHY, 1999). A inabilidade de comunicação não nega que o animal não esteja sentindo dor. Espécies predadoras podem demonstrar a dor mais prontamente que espécies presas. Sendo assim, o reconhecimento da dor em aves não é tão simples, pois a demonstração de comportamentos dolorosos por espécies presas pode atrair a atenção indesejada de um predador, podendo ser necessário o mascaramento dos sinais de dor para a sobrevivência. Desta forma assume-se que o que seria doloroso para seres humanos, é também doloroso para as aves (EDLING, 2006; HAWKINS, 2009).

Pode ser ainda mais difícil determinar, objetivamente, se o analgésico é eficiente para o paciente (HAWKINS, 2009). A interrupção dos impulsos nociceptivos que pode ser realizada junto ao tronco fonte ou junto às fibras dos nervos periféricos é a base para a utilização da analgesia local (BATISTETTI, 2001). Em geral, para determinar a eficácia das drogas em qualquer espécie, é importante conhecer as propriedades farmacocinéticas e farmacodinâmicas da droga, em uma dada espécie (HAWKINS, 2009). Poucos estudos farmacocinéticos de analgésicos em aves foram publicados (WILSON et al., 2004; GRAHAM et al., 2005).

Informações específicas para aves são mínimas e muitas das terapias realizadas são feitas por meio da extrapolação de outras espécies de vertebrados (EDLING, 2006). Modelos experimentais para a eficácia analgésica foram desenvolvidos em algumas espécies de aves (GENTLE; HUNTER, 1991; PAUL-MURPHY et al., 1999), mas esses modelos podem não ser extrapoláveis para outras espécies ou para comportamentos dolorosos relevantes aos tipos de dor vistos na prática clínica. Portanto, as doses e as frequências de administração recomendadas nos trabalhos publicados devem ser sempre avaliadas, antes do uso clínico (HAWKINS, 2009).

Muitos sinais clínicos têm sido associados à dor em aves, incluindo a mudança de temperamento (agressividade ou passividade), a inquietude, a redução na mobilidade ou a relutância para empoleirar-se, a letargia, a postura arqueada, e a privação do sono. Variáveis fisiológicas também são avaliadas como indicadores objetivos da dor, porém poucas se mostraram indicadores consistentes (HAWKINS, 2009). Em galinhas, durante o arrancamento das penas, as frequências cardíaca e respiratória variaram entre animais, mas o aumento na pressão arterial foi um indicador confiável (GENTLE; TILSTON, 1999).

Outra forma de avaliar a dor em animais é a análise da concentração plasmática de cortisol e catecolaminas (CASTILLO et al., 1997; SMITH et al., 1999). Acreditou-se que indicadores de estresse poderiam ser bons indicadores da dor. As catecolaminas são bem reconhecidas como indicadores humorais do estresse em aves, mas isso pode variar entre espécies e indivíduos, devido às diferenças no conteúdo adrenal de adrenalina e de noradrenalina (HARVEY et al., 1984).

Em aves, a corticosterona aumenta significativamente após eventos estressantes. No entanto, a corticosterona plasmática também aumenta, significativamente, com a contenção (HEATLEY et al., 2000), o que a torna não confiável para indicar a presença de dor (HAWKINS, 2009). Dados obtidos de groues canadenses (*Grus canadensis*) demonstraram que os níveis de corticosterona fecal são comparáveis com os níveis plasmáticos, podendo ser um método útil para indicar a presença de dor e estresse em aves, de forma não invasiva e não estressante (LUDDERS et al., 2001).

Níveis de cortisol elevados durante a resposta ao estresse da dor causam elevação das concentrações de glicose sanguínea, catabolismo de proteínas e interferem na habilidade do organismo em manter o equilíbrio de fluidos. Entre os distúrbios hemodinâmicos causados pela liberação de catecolaminas destacam-se taquicardia, arritmias ventriculares e hipertensão, os quais interferem na perfusão de tecidos lesados, aceleram o metabolismo e conseqüentemente, elevam o consumo de oxigênio. Esses efeitos se manifestam em vários sistemas orgânicos, resultando potencialmente em depressão da resposta imune, retardo da cicatrização de feridas e alterações nos sistemas cardiorrespiratório e digestório (BARRATT, 1997).

Tem sido mostrado em seres humanos e animais que é mais fácil prevenir a dor do que tratá-la, portanto, recomenda-se administrar o anestésico local no pré-operatório em procedimentos cirúrgicos dolorosos, como em casos de fraturas e

amputações, que podem induzir alterações prolongadas no sistema nervoso central, as quais podem contribuir para a dor pós-operatória. Dessa forma, a sensibilização a um estímulo nocivo pode ser prevenida, por meio da administração de agentes analgésicos antes da injúria tecidual (FLECKNELL, 1988; KATZ et al., 1992; WOOLF; CHONG, 1993; EDLING, 2006). O bloqueio loco-regional antes da incisão do plexo nervoso em amputações pode diminuir a incidência da dor no “membro fantasma”, relatada em humanos (MACHIN, 2005).

Os agentes disponíveis para a prevenção ou o alívio da dor podem ser classificados em analgésicos opióides e não opióides. Deste último grupo fazem parte: antiinflamatórios não esteroidais,  $\alpha$ -2 agonistas e dipirona. Além destes fármacos, os anestésicos locais também são empregados (HASKINS, 1992; LASCELLES; WATERMAN, 1997; PASETTO et al., 1997; HELLYER; GAYNOR, 1998). A analgesia preventiva pode bloquear estímulos sensoriais nocivos, oriundos de transmissões aferentes para o sistema nervoso central, reduzindo, portanto, o potencial para dor e para inflamação e, potencialmente, melhorando a recuperação do paciente a curto e longo prazo (KATZ et al., 1992; RICHMOND et al., 1993). Este conceito está sendo clinicamente aplicado, com frequência crescente, tanto na medicina de humanos, como na de pequenos animais (HAWKINS, 2009).

Os anestésicos locais são ideais para o uso em combinações de analgesia preventiva, visto que podem reduzir a dor pós-operatória, por evitarem alterações centrais e periféricas, secundárias a ativação dos caminhos da dor. No entanto, há poucos estudos para a avaliação dessas drogas em aves (HAWKINS, 2009).

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Intervenções cirúrgicas em asas são comumente necessárias, seja para procedimentos simples como remoção de cistos e tumores, ou após fraturas. Atualmente os procedimentos em membros torácicos de aves ainda são frequentemente realizados sob anestesia geral, sempre associada a riscos anestésicos. Sendo assim, o bloqueio do plexo braquial, que é o único bloqueio loco-regional descrito em aves na literatura, pode ser incorporado para uso na rotina clínica, principalmente em pacientes críticos.

Em um protocolo de anestesia balanceada, os anestésicos locais podem ajudar na redução da quantidade de anestésico inalatório ou injetável,

consequentemente diminuindo os efeitos colaterais. O BPB poderá ser associado com a anestesia geral, promovendo analgesia pós-operatória de longa duração.

## REFERÊNCIAS

AYDIN, O. N.; EYIGOR, M.; AYDIN, N. Antimicrobial activity of ropivacaine and other local anaesthetics. **European Journal of Anaesthesiology**, v.18, p.687-694, 2001.

BARRATT, S. Advances in acute pain management. **International Anesthesiology Clinics**, v.35, p.27-34, 1997.

BASHEIN, G.; HASCHKE, R. H.; READY, L. B. Electrical nerve location: Numerical and electrophoretic comparison of insulated vs uninsulated needles. **Anesthesia and Analgesia**, Lippincott, v.63, p.919-924, 1984.

BATISTETTI, P. G. Bloqueios Analgésicos - Riscos e Medidas de Segurança. In: ANDRADE FILHO, A. C. C. **Dor - Diagnóstico e Tratamento**. São Paulo: Roca, 2001, p.183-199.

BAUMEL, J. J. Sistema Nervoso das Aves. In: GETTY, R.; SISSON, S.; GROSSMAN, J. D. **Anatomia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986, p.1890-1930.

BENNETT, R. A. Neurology. In: RITCHIE, B. W.; HARRISON, G. J.; HARRISON, L. R. **Avian Medicine: Principles and Application**. Lake Worth: Wingers Publishing, 1994, p.723-747.

BJERRING, P.; ARENDT-NIELSEN, L. Depth and duration of skin analgesia to needle insertion after topical application of EMLA cream. **British Journal of Anaesthesia**, v.64, n.2, p.173-177, 1990.

BOWMAN, R. J. C.; NEWMAN, D. K.; RICHARDSON, E. C.; CALLEAR, A. B.; FLANAGAN, D. W. Is hyaluronidase helpful for peribulbar anaesthesia? **Eye**, v.11, p.385-388, 1997.

BUHR, R. J. Selective denervation of the Musculus pectoralis muscle in the chicken. **Poultry Science**, v.69, n.1, p.124-132, 1990.

BUTTERWORTH, J. F.; STRICHARTZ, G. R. Molecular mechanisms of local anesthesia: a review. **Anesthesiology**, v.72, p.711-734, 1990.

CARDOZO, L. B.; FIÚZA, L. C.; ALMEIDA, R. M.; GALERA, P. D.; MACHADO, M. F. S. Comparação entre bloqueio motor e sensitivo em plexo braquial de galinhas domésticas (*Gallus domesticus*) com ropivacaína 0,75%. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.35, p.326-328, 2007.

CARDOZO, L. B.; ALMEIDA, R. M.; FIÚZA, L. C.; GALERA, P. D. Brachial plexus blockade in chickens with 0.75% ropivacaine. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.36, p.396-400, 2009.

CARVALHO, J. C. A.; MATHIAS, R. S. Farmacologia dos Anestésicos Locais. In: MANICA, J. T. **Anestesiologia - Princípios e Técnicas**. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997, p.332-340.

CASTILLO, V.; NAVAS, E.; NARANJO, R.; JIMÉNEZ-JIMENEZ, L. Modificaciones de las concentraciones de catecolaminas y cortisol en la anestesia balanceada y en la anestesia intravenosa total. **Revista Especialidad Anestesiologia e Reanimacion**, v.44, n.2, p.52-55, 1997.

CLYDE, V. L.; PAUL-MURPHY, J. Avian analgesia. In: FOWLER, M. E.; MILLER, R. E. **Zoo and Wild Animal Medicine - Current Therapy 4**. Philadelphia: W. B. Saunders, 1999, p. 309-314.

COLUMB, M. O.; DAVIS, A. Local anaesthetic agents. **Anaesthesia and Intensive Care Medicine**. Oxon: The Medicine Publishing Company Ltda, p.128-132, 2004.

CORTOPASSI, S. R. G.; FANTONI, D. T.; BERNARDI, M. M. Anestésicos Locais. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002, p.129-136.

COURTNEY, K. R.; STRICHARTZ, G. R. Structural elements which determine local anesthetic activity. In: STRICHARTZ, G. R. **Handbook of Experimental Pharmacology**. v.81: Local Anesthetics. Berlin: Springer-Verlag, 1987, p.53-94.

COVINO, B. G. Pharmacodynamic and pharmacokinetic aspects of local anesthetics. **Annales Chirurgiae et Gynaecologiae**, v.73, p.188-122, 1984.

COVINO, B. G. Farmacologia dos Anestésicos Locais. In: ROGERS, M. C.; TINKER, J. H.; COVINO, B.G.; LONGNECKER, D. E. **Princípios e Práticas de Anestesiologia**. v.2. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, p.913-929.

CURRO, T. G.; BRUNSON, D. B.; PAUL-MURPHY, J. Determination of the ED50 of isoflurane and evaluation of the isoflurane-sparing effects of butorphanol in cockatoos (*Cacatua* spp.). **Veterinary Surgery**, v.23, p.429-433, 1994.

DEMPSEY, G. A.; BARRET, P. J.; KIRBY, I. J. Hyaluronidase and peribulbar block. **British Journal of Anaesthesia**, v.78, p.671-674, 1997.

DRUCKER, M.; CARDENAS, E.; ARIZTI, P.; VALENZUELA, A.; GAMBOA, A. Experimental studies on the effect of lidocaine on wound healing. **World Journal of Surgery**, v.22, p.394-398, 1998.

DUBBELDAM, J. L. Systema nervosum periphericum. In: BAUMEL, J. J. **Handbook of avian anatomy: nomina anatomica avium**. 2.ed. Cambridge: Nuttall Ornithological Club, 1993, p.555-584.

DUKE, T.; CULLEN, C. L.; FOWLER, J. D. Anesthesia case of the month. Analgesia for fractures until surgery can take place. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 212, p.649-650, 1998.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1990. 566p.

EDLING, T. M. Anesthesia and monitoring. In: HARRISON, G. J.; LIGTHFOOT, T. L. **Clinical Avian Medicine**. Palm Beach Florida: Spix Publishing, 2006, p.747-760.

ERIKSSON, A. S.; SINCLAIR, R.; CASSUTO, J.; THOMSEN, P. Influence of lidocaine and leukocyte function in the surgical wound. **Anesthesiology**, v.77, p.74-78, 1992.

FIGUEIREDO, J. P.; CRUZ, M. L.; MENDES, G. M.; MARUCIO, R. L.; RICCÓ, C. H.; CAMPAGNOL, D. Estudo comparativo do uso da lidocaína e da bupivacaína no bloqueio do plexo braquial em galinhas domésticas (*Galus domesticus*). In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS DE ANIMAIS SELVAGENS, VII. 2003, São Pedro, Brasil, **Anais do VII Congresso e XII Encontro da ABRAVAS**, São Pedro, 2003.

FIGUEIREDO, J. P.; CRUZ, M. L.; MENDES, G. M.; MARUCIO, R. L.; RICCÓ, C. H.; CAMPAGNOL, D. Assessment of brachial plexus blockade in chickens by an axillary approach. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.35, p.511-518, 2008.

FIRTH, A. M.; HALDANE, S. L. Development of a scale to evaluate postoperative pain in dogs. **Journal of the American Veterinary Medicine Association**, v.214, n.5, p.651-659, 1999.

FLECKNELL, P. A. The control of pain in animals. In: GRUNSELL, G. S. G.; RAW, M. E.; HILL, F. W. G. **The Veterinary Annual**, Toronto, v.28, p.43-48, 1988.

FLECKNELL, P. A.; LILES, J. H.; WILLIAMSON, H. A. The use of lignocaine-prilocaine local anaesthetic cream for pain-free venepuncture in laboratory animals. **Laboratory Animal Science**, v.24, p.142-146, 1990.

FUTEMA, F. Bloqueio de plexo braquial. In: ENCONTRO DE ANESTESIOLOGIA VETERINÁRIA, VII. 2005, São Luis, Brasil, **Anais do VII Encontro de Anestesiologia Veterinária**, São Luis, 2005, p.109, 2005.

FUTEMA, F.; FANTONI, D. T.; AULER JR, J. O. C.; CORTOPASSI, S. R. G.; ACAUI, A.; STOPIGLIA, A. J. A new brachial plexus block technique in dogs. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.29, p.133-139, 2002.

GAJRAJ, N. M.; PENNANT, J. H.; WATCHA, M. F. Eutectic mixture of local anesthetics (EMLA<sup>®</sup>) cream. **Anesthesia and Analgesia**, v.78, p.574-583, 1994.

GEIER, K. Analgesia Regional Prolongada com Catéteres Periféricos. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v.52, n.1, p.62-73, 2002.

GENTLE, M. J.; HUNTER, L. N. Physiological and behavioural responses associated with feather removal in *Gallus gallus* var domesticus. **Research in Veterinary Science**, v.50, p.95-101, 1991.

GENTLE, M. J.; TILSTON, V. L. Reduction in peripheral inflammation by changes in attention. **Physiology and Behavior**, v.66, p.289-292, 1999.

GOULART, T. F.; HAMAJI, A.; KURIKI, W. Anestésicos locais. **Prática hospitalar**, a.7, v.41, 2005.

GRAHAM, J. E.; KOLLIAS-BAKER, C.; CRAIGMILL, A. L.; THOMASY, S. M.; TELL, L. A. Pharmacokinetics of ketoprofen in Japanese quail (*Coturnix japonica*). **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, v.28, p.399-402, 2005.

HARVEY, S.; PHILLIPS, J. G.; REES, A.; HALL, T. R. Stress and adrenal function. **Journal of Experimental Zoology**, v.232, p.633-645, 1984.

HASKINS, S. C. Advantages and guidelines for using agonist opioid analgesics. **Veterinary Clinics of North America**, v.22, n.2, p.360-361, 1992.

HAWKINS, M. G. Abordagens atuais na analgesia de aves. In: VILANI, R. G. D'Ó. C.; SCHMIDT, E. M. S. **Avanços na Medicina de Animais Selvagens - Medicina de Aves**. Curitiba: Associação Paranaense de Medicina de Animais Selvagens - Grupo Fowler, 2009, p.153-172.

HAWKINS, M. G.; PASCOE, P. J. Cagebirds. In: WEST, G.; HEARD, D.; CAULKETT, N. **Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia**. 1.ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2007, p.269-297.

HEATLEY, J. J.; OLIVER, J. W.; HOSGOOD, G.; COLUMBINI, S.; TULLY, T. N. Serum corticosterone concentrations in response to restraint, anesthesia, and skin testing in Hispaniolan Amazon parrots (*Amazona ventralis*). **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v.14, p.172-176, 2000.

HEAVNER, J. E. Local anesthetics. In: THURMON, J. C.; TRANQUILLI, W. J.; BENSON, G. J. **Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia**. 3.ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1996, p.330-336.

HELLYER, P. W.; GAYNOR, J. S. Acute postsurgical pain in dogs and cats. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian - Small Animal**, v.20, n.2, p.140-153, 1998.

HOLLAND, M. S.; MACKENZIE, C. D.; BULL, R. W.; SILVA, R. F. A comparative study of histological conditions suitable for both immunofluorescence and in situ hybridization in the detection of herpesvirus and its antigens in chicken tissues. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v.44, n.3, p.259-265, 1996.

HOLLAND, M. S.; MACKENZIE, C. D.; BULL, R. W.; SILVA, R. F. Latent turkey herpesvirus infection in lymphoid, nervous, and feather tissues of chickens. **Avian Diseases**, v.42, n.2, p.292-299, 1998.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE. **Nomina Anatomica Veterinaria**. 4.ed. New York: World Association on Veterinary Anatomist, 1994. 198p.

KATZ, J.; KAVANAGH, B. P.; SANDLER, A. N.; NIERENBERG, H.; BOYLAN, J. F.; FRIEDLANDER, M. Preemptive analgesia. Clinical evidence of neuroplasticity contributing to postoperative pain. **Anesthesiology**, v.77, p.439-446, 1992.

LAMONT, L. A. Anestésicos Locais. In: GREENE, S. A. **Segredos em Anestesia Veterinária e Manejo da Dor**. Porto Alegre: Artmed, 2004, p.131-135.

LAMONT, L. A.; TRANQUILLI, W. J.; GRIMM, K. A. Physiology of pain. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice - Management of Pain**, v.30, p.703-728, 2000.

LARKIN, S. **The Difference Between Local Anesthesia and Regional Anesthesia**. 2008. Disponível em: <<http://www.articlesbase.com/medicine-articles>> Acesso em: 28 out. 2009.

LASCELLES, B. D. X. Farmacologia Clínica de Agentes Analgésicos. In: HELLEBREKERS, L. J. **Dor em animais**. São Paulo: Manole, 2002, p.92-95.

LASCELLES, D.; WATERMAN, A. Analgesia in cats. **In Practice**, v.19, n.4, p.203-213, 1997.

LEMKE, K. A.; DAWSON, S. D. Local and Regional Anesthesia. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice**, v.30, n.4, p.839-857, 2000.

LEW, E.; VLODKA, J. D.; HADZIC, A. Ropivacaine for Peripheral Nerve Blocks: Are there advantages? **Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management**, v.5, p.56-59, 2001.

LUDDERS, J. W.; LANGENBERG, J. A.; CZEKALA, N. M.; ERB, H. N. Fecal corticosterone reflects serum corticosterone in Florida sandhill cranes. **Journal of Wildlife Diseases**, v.37, n.3, p.646-652, 2001.

MACHIN, K. L. Avian Analgesia. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v.14, n.4, p.236-242, 2005.

MAHLER, S. P.; ADOGWA, A. O. Anatomical and experimental studies of brachial plexus, sciatic, and femoral nerve-location using peripheral nerve stimulation in the dog. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.35, n.1, p.80-89, 2008.

MASSONE, F. Anestesia Local. In: FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S. R. G. **Anestesia em cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2002, p.193-198.

MASSONE, F. **Anestesiologia Veterinária - Farmacologia e Técnicas**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 326p.

McLURE, H. A.; RUBIN, A. P. Review of local anaesthetic agents. **Minerva Anestesiologica**, v.71, p.59-74, 2005.

MOENS, N. M. M.; CAULKETT, N. A. The use of a catheter to provide brachial plexus block in dogs. **Canadian Veterinary Journal**, v.41, p.685-689, 2000.

MOREIRA, P. R. R.; SOUZA, W. M.; SOUZA, N. T. M.; CARVALHO, R. G.; CUSTÓDIO, A. A. Arranjos configurados pelos nervos do plexo braquial no peru (*Meleagris gallopavo* - Linnaeus, 1758). **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v.21, n.3, p.296-302, 2005.

MOREIRA, P. R. R.; SOUZA, W. M.; SOUZA, N. T. M.; CARVALHO, R. G. Arranjos configurados pelos nervos do plexo braquial do urubu (*Coragyps atratus foetens* - Linnaeus, 1758). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.46, n.2, p.144-151, 2009.

MORROW, A. **Anesthesia**. 2009. Disponível em: <<http://dying.about.com/od/glossary/g/anesthesia.htm>> Acesso em: 28 out. 2009.

NECKER, R.; SCHERMULY, C. Central projections of the radial nerve and of one of its cutaneous branches in the pigeon. **Neuroscience Letters**, v.58, n.3, p.271-276, 1985.

NECKER, R.; NEUMANN, V. Response characteristics of cerebellar nuclear cells in the pigeon. **NeuroReport**, v.8, n.6, p.1485-1488, 1997.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. Peripheral nervous system. In: NICKEL, R. **Anatomy of the domestic birds**. Berlin: Verlag Paul Parey, 1977, p.131-139.

OTERO, P. E. **Dor - Avaliação e tratamento em pequenos animais**. São Caetano do Sul: Interbook, 2005. 293p.

PASETTO, A.; PASQUALUCCI, A.; CRIMI, E. Preemptive analgesia. In: GULLO, A. **Anaesthesia Pain Intensive Care and Emergency Medicine**. Trieste: Springer Verlag, 1997, p.587-595.

PAUL-MURPHY, J. R.; BRUNSON, D. B.; MILETIC, V. A technique for evaluating analgesia in conscious perching birds. **American Journal of Veterinary Research**, v.60, p.1213-1999, 1999.

REINER, A.; DAVIS, B. M.; BRECHA, N. The distribution of enkephalinlike immunoreactivity in the telencephalon of the adult and developing domestic chicken. **Journal of Comparative Neurology**, v.228, p.245-262, 1984.

RICHMOND, C. E.; BROMLEY, L. M.; WOOLF, C. J. Preoperative morphine preempts postoperative pain. **Lancet**, v.342, p.73-75, 1993.

ROBERTSON, S. A.; TAYLOR, P. M. Pain management in cats - past, present and future. Part 2. Treatment of pain - clinical pharmacology. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v.6, n.5, p.321-333, 2004.

ROSENQUIST, R. W. Brachial Plexus Block with a peripheral nerve stimulator. **Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management**, v.3, n.4, p.227-229, 1999.

SCOTT, D. B.; JEBSON, P. J. R.; BRAID, D. P.; ÔRTENGREN, B.; FRISCH, P. Factors Affecting Plasma Levels of Lignocaine and Prilocaine. **British Journal of Anaesthesia**, v.44, p.1040-1049, 1972.

SHELL, L.; RICHARDS, M.; SAUNDERS, G. Brachial plexus injury in two red-tailed hawks (*Buteo jamaicensis*). **Journal of Wildlife Diseases**, v.29, n.1, p.177-179, 1993.

SIA, S.; LEPRI, A.; PONZECCHI, P. Axillary Brachial Plexus Block Using Peripheral Nerve Stimulator: A Comparison Between Double- and Triple-Injection Techniques. **Regional Anesthesia and Pain Medicine**, v.26, n.6, p.499-503, 2001.

SKARDA, R. T. Local and regional anesthetic and analgesic techniques: dogs. In: THURMON, J. C.; TRANQUILLI, W. J.; BENSON, G. J. **Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia**. 3.ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1996, p.426-447.

SKARDA, R. T.; TRANQUILLI, W. J. Local Anesthetics; Local and Regional Anesthetic and Analgesic Techniques: Dogs; Local and Regional Anesthetic and Analgesic Techniques: Cats; Local and Regional Anesthetic and Analgesic Techniques: Ruminants and Swine. In: TRANQUILLI, W. J.; THURMON, J. C.; GRIMM, K. A. **Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia**. 4.ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2007, p.395-418; p.561-593; p.595-603; p.643-681.

SMITH, K. E.; QUIST, C. F.; CRUM, J. M. Clinical illness in a wild turkey with *Laminosioptes cysticola* infestation of the viscera and peripheral nerves. **Avian Diseases**, v.41, n.2, p.484-489, 1997.

SMITH, J. D.; ALLEN, S. W.; QUANDT, J. E. Changes in cortisol concentration in response to stress and postoperative pain in client-owned cats and correlation with objective clinical variables. **American Journal of Veterinary Research**, v.60, n.4, p.432-436, 1999.

STEFFEY, E. P.; BOOTH, N. H. Local Anesthetics. In: ADAMS, H. R. **Veterinary Pharmacology and Therapeutics**. 7.ed. Ames: Iowa State University Press, 1995, p.358-371.

STEVENS, C. W. Alternatives to the use of mammals for pain research. **Life Sciences**, v.50, p.901-912, 1992.

TAYLOR, R. A.; McGEHEE, R. A. **Manual of Small Animal Postoperative Care**. Baltimore: Williams and Wilkins, 1995. 320p.

THOMAS, J. M.; SCHUG, S. A. Recent advances in the pharmacokinetics of local anaesthetics. Long-acting amide enantiomers and continuous infusions. **Clinical Pharmacokinetics**, v.36, p.67-83, 1999.

TUCKER, G. Pharmacokinetics of local anesthetics. **British Journal of Anaesthesia**, v.58, p.717-731, 1986.

VANDEN BERGE, J. C. Miologia das aves. In: GETTY, R.; SISSON, S.; GROSSMAN, J. D. **Anatomia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986, p.1691-1728.

VILANI, R. G. D'Ó. C.; FERREIRA, F. M.; LANGE, R. R.; SAMONEK, J. F. V. Brachial Plexus Block in Birds. **Exoticdvm**, Fort Lauderdale, v.8, n.2, p.86-92, 2006.

WAHLGREN, C. F.; QUIDING, H. Depth of cutaneous analgesia after application of a eutectic mixture of the local anesthetics lidocaine and prilocaine (EMLA cream). **Journal of the American Academy Dermatology**, v.42, p.584-588, 2000.

WENGER, S. Brachial plexus block using electrolocation for pancarpal arthrodesis in a dog. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.31, p.272-275, 2004.

WESTHUES, M.; FRITSCH, R. **Animal Anaesthesia**. v.1: Local Anaesthesia. London: Oliver and Boyd, 1964. 234p.

WETMORE, L. A.; GLOWASKI, M. M. Epidural analgesia in veterinary critical care. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v.15, n.3, p.177-188, 2000.

WILLENBRING, S.; STEVENS, C. W. Thermal, mechanical and chemical peripheral sensation in amphibians: opioid and adrenergic effects. **Life Sciences**, v.58, p.125-133, 1996.

WILSON, G.; HERNANDEZ-DIVERS, S.; BUDSBERG, S.; LATIMER, K.; GRANT, K. Pharmacokinetics and use of meloxicam in psittacine birds. **Association of Avian Veterinarians**, p.7-9, 2004.

WOOLF, C. J.; CHONG, M. S. Preemptive analgesia-treating postoperative pain by preventing the establishment of central sensitization. **Anesthesia and Analgesia**, v.77, p.362-379, 1993.

## CAPÍTULO 2

### **AVALIAÇÃO DA DOSE DO CLORIDRATO DE LIDOCAÍNA COM VASOCONSTRITOR NO BLOQUEIO DO PLEXO BRAQUIAL COM O USO DE ESTIMULADOR DE NERVOS PERIFÉRICOS EM FAISÕES (*Phasianus colchicus*)**

*(Evaluation of lidocaine hydrochlorate with vasoconstrictor dosage in the brachial plexus block using peripheral nerve stimulator in pheasants - Phasianus colchicus)*

**AVALIAÇÃO DA DOSE DO CLORIDRATO DE LIDOCAÍNA COM  
VASOCONSTRITOR NO BLOQUEIO DO PLEXO BRAQUIAL COM O USO DE  
ESTIMULADOR DE NERVOS PERIFÉRICOS EM FAISÕES (*Phasianus  
colchicus*)**

*(Evaluation of lidocaine hydrochlorate with vasoconstrictor dosage in the brachial  
plexus block using peripheral nerve stimulator in pheasants - Phasianus colchicus)*

Grazielle Cristina Garcia Soresini<sup>1</sup>; Mariana Augusta Galvão da Silva<sup>2</sup>; Cláudia Turra  
Pimpão<sup>3</sup>; Ricardo Guilherme D’Otaviano de Castro Vilani<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Médica Veterinária, Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS PUCPR/IBAMA),  
[grasoresini@yahoo.com.br](mailto:grasoresini@yahoo.com.br), Mestranda em Ciência Animal (PUCPR)

<sup>2</sup>Acadêmica de Medicina Veterinária UFPR

<sup>3</sup>Médica Veterinária, Professora da Disciplina de Farmacologia e Toxicologia Veterinária Geral e  
Aplicada da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

<sup>4</sup>Médico Veterinário, Professor da Disciplina de Anestesiologia Veterinária da Universidade Federal do  
Paraná (UFPR)

## **RESUMO**

O bloqueio do plexo braquial (BPB) é um procedimento simples e de baixo custo, que promove analgesia e relaxamento muscular do membro torácico. Em seres humanos e em diversas espécies animais, o uso de estímulos elétricos para localizar os nervos melhora significativamente o sucesso dos bloqueios. Este trabalho teve como objetivos comparar a eficácia das doses de 10, 15 e 20 mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina para o bloqueio do plexo braquial em faisões (*Phasianus colchicus*), assim como avaliar a utilização do estimulador de nervos periféricos (ENP) para a realização destes bloqueios. Primeiramente foi realizada a dissecação do plexo braquial de dois faisões, sendo localizado o plexo no vértice do triângulo formado pelos tendões de inserção dos músculos coracobraquial caudal e escapuloumeral caudal. Foram utilizados dezoito animais, sendo as asas direitas bloqueadas com auxílio do ENP, introduzindo uma agulha isolada recoberta por teflon exatamente no vértice do cruzamento dos músculos que formam o triângulo, permitindo a estimulação do plexo braquial e a observação da contração muscular da asa, indicando como local apropriado para aplicação do anestésico aquele que apresentasse maior resposta muscular, e as asas esquerdas utilizando apenas o conhecimento anatomo-regional, inserindo uma agulha transdérmica angulada cranialmente em 45° e paralela à mesa de procedimento. Os dezoito faisões foram

divididos em três grupos, cada um constituído de seis animais e após a localização do plexo, eram administradas doses de cloridrato de lidocaína com adrenalina de 10 mg/kg no grupo GL10, 15 mg/kg no grupo GL15 e 20 mg/kg no grupo GL20, em cada asa. A dose de 20 mg/kg de lidocaína foi mais efetiva quando comparada às doses de 10 e 15 mg/kg. Não houve maior ou menor grau de analgesia e relaxamento muscular entre as asas bloqueadas com e sem o ENP, sendo o seu uso considerado desnecessário quando há conhecimento da anatomia do plexo braquial para realização de bloqueio do plexo braquial em faisões.

Palavras-chave: Plexo braquial. Neuroestimulador. Faisões. Anestesia.

## **ABSTRACT**

The brachial plexus block (BPB) it is a simple procedure and have low cost, that promotes analgesia and muscular relaxation of the thoracic limb. In human beings and diverse animal species, the use of electric stimulations to locate the nerves significantly improves the success of the blockades. The purpose of this work was to compare the effectiveness of the doses of 10, 15 and 20 mg/kg of lidocaine hydrochlorate with adrenalin for the brachial plexus block in pheasants (*Phasianus colchicus*), as well to evaluate the use of the peripheral nerve stimulator (PNS) for the accomplishment of these blockades. First, two pheasants were dissected to locate the plexus, witch was found in the vertex of the “wingpit” (a triangle formed by the tendon insertion of the caudal coracobrachial and caudal scapulohumeral muscles). Eighteen animals were used, in each one the right wing was blocked with guidance (PNS), it allowed the stimulation of the brachial plexus and observation of the muscle contraction of the wing, indicating as right localization for the application of the anesthetic that one that presented greater muscular reply, and the left wing was blocked according to its local anatomy. The eighteen pheasants had been divided in three groups, each one consisting of six animals and after the localization of plexus, lidocaine hydrochlorate was used in doses as 10 mg/kg in the group GL10, 15 mg/kg in the group GL15 and 20 mg/kg in the group GL20, in each wing. Lidocaine at 20 mg/kg was the most effective when compared with the 10 and 15 mg/kg doses. There were no higher or lower analgesia depth and muscle relaxation among the

wings blocked with or without the PNS, so it can be considered an unnecessary device, since, at least in pheasants, knowledge of the local anatomy is sufficient.

Keywords: Brachial plexus. Nerve stimulator. Pheasants. Anesthesia.

## 1 INTRODUÇÃO

Aves com enfermidades nas asas representam grande casuística na rotina médica veterinária de animais selvagens, sendo muitas vezes necessário um adequado manejo da dor para realização de exame clínico detalhado e eventuais procedimentos. Em muitos casos, esses procedimentos são realizados sob anestesia geral, capaz de bloquear a percepção dolorosa. Bloqueios regionais promovem interrupção da transmissão de impulsos nervosos, permitindo a permanência da consciência do paciente.

Situações clínicas como analgesia pós-operatória, troca de curativos, reintervenções cirúrgicas seriadas e controle da dor aguda e crônica são indicações de uso do bloqueio regional (GEIER, 2002).

Neste contexto, o bloqueio do plexo braquial em aves pode ser utilizado em associação à anestesia geral, promovendo incremento à analgesia e relaxamento muscular ou como método isolado, mantendo o animal consciente durante o procedimento, sendo altamente aplicável à pacientes debilitados (VILANI et al., 2006). O bloqueio do plexo braquial (BPB) em medicina de aves é ainda pouco explorado, devido à falta de informações a respeito do procedimento, como região dessensibilizada com a administração e dose ideal de anestésico local.

O estimulador de nervos periféricos (ENP) permite a administração do anestésico em um ponto mais próximo de um nervo ou conjunto de nervos (MASSONE, 2002). A localização do plexo braquial com auxílio de ENP poderá possibilitar a administração de uma menor quantidade de anestésico.

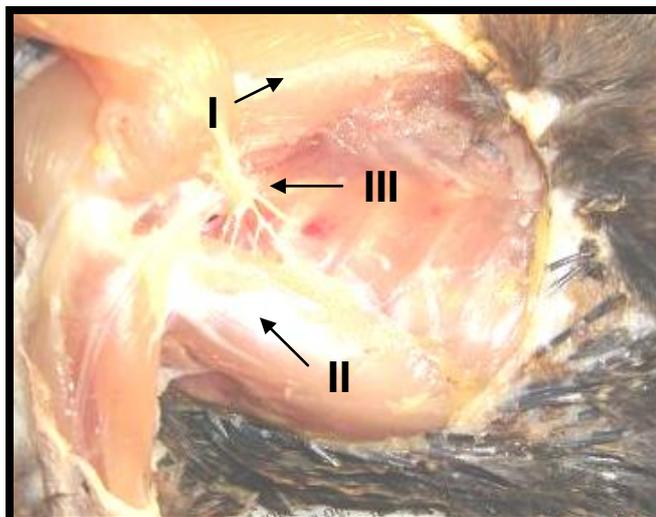
Este estudo teve como objetivos comparar a eficácia das doses de 10, 15 e 20 mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina para o bloqueio do plexo braquial em faisões (*Phasianus colchicus*) e avaliar a utilização do ENP como guia para localização do plexo braquial para a realização destes bloqueios.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O Protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias (CEUA - SCA) da Universidade Federal do Paraná, protocolo número 032/2008.

Foram utilizados indivíduos adultos de faisão-de-coleira (*Phasianus colchicus*), provenientes da Fazenda da Universidade Federal do Paraná, mantidos sob acompanhamento veterinário pela equipe técnica do Hospital Veterinário da mesma universidade, com realização de exames clínicos e hematológicos periodicamente.

Os plexos braquiais de dois faisões mortos por causas não traumáticas e não relacionadas ao experimento foram dissecados (Figura 1) para estabelecimento do posicionamento anatômico na espécie e de suas relações, por meio de medição das estruturas e captação de imagem por fotografia digital.



(I) - músculo coracobraquial caudal, (II) - músculo escapuloumerar caudal, (III) - plexo braquial.

**Figura 1** - Aspecto ventral do plexo braquial direito de exemplar de faisão-de-coleira após dissecção da pele e tecido conectivo adjacente.

O BPB foi realizado em dezoito exemplares adultos de faisão-de-coleira (*Phasianus colchicus*), sendo nove machos e nove fêmeas, mantidos em jejum hídrico e alimentar durante 2 a 3 horas para diminuir o risco de regurgitação e aspiração de conteúdo estomacal durante o procedimento.

Os animais foram anestesiados com isoflurano (Forane<sup>®</sup>, Abbott Lab. do Brasil Ltda., São Paulo, Brasil) por meio de um circuito aberto de anestesia inalatória

do tipo Baraka, com o uso de máscara facial nº 1, tradicionalmente utilizada para seres humanos, recoberta parcialmente com uma luva descartável de látex (Figura 2), e posicionados em decúbito oblíquo-dorsal, num ângulo de 45°, com a asa a ser bloqueada aberta.



**Figura 2** - Indução à anestesia geral com isoflurano em faisão-de-coleira para realização de BPB. Nota: uso de máscara facial.

Na asa esquerda (SE), o plexo braquial era bloqueado inserindo a agulha transdérmica (25x7) exatamente no vértice do cruzamento do músculo escapuloumeral caudal e do músculo coracobraquial caudal (Figura 3). A agulha era inserida angulada cranialmente em 45° e paralela à mesa de procedimento, até ser encontrada uma leve resistência. Para certificação de que a agulha não havia penetrado no saco aéreo torácico cranial, o êmbolo da seringa era puxado, descartando a aspiração de ar.

Na asa direita (CE), foi introduzida no mesmo posicionamento que na SE uma agulha isolada Stimuplex A50 (B. Braun Melsungen AG, Melsungen, Alemanha), recoberta por Teflon, somente com a ponta descoberta (Figura 4), conectada ao estimulador de nervos periféricos (Innervator NS252AUU, Fisher & Paykel Healthcare, Auckland, Nova Zelândia). Foi acoplado ao neuroestimulador um potenciômetro linear, que permitia a graduação de corrente do equipamento entre 0 e 10 mA. O condutor externo distal do aparelho foi posicionado na membrana do patágio da asa direita. Descargas elétricas com duração de 0,1ms de 0 a 0,5 mA eram aplicadas a cada segundo enquanto a agulha era inserida. O ponto eleito para

a administração do anestésico era o que apresentava resposta motora mais forte possível, e que após aspiração confirmava-se que a agulha não havia penetrado no saco aéreo.



**Figura 3** - Realização de BPB com cloridrato de lidocaína na asa esquerda de faisão-de-coleira utilizando apenas o conhecimento anatômico, sem auxílio do ENP.



**Figura 4** - Realização de BPB com cloridrato de lidocaína na asa direita de faisão-de-coleira com auxílio do ENP. Nota: uso de cateter eletrodo recoberto por teflon.

Para a avaliação da dose, os faisões foram divididos em três grupos, cada um constituído de seis animais (três machos e três fêmeas): GL10, que recebeu 10 mg/kg de cloridrato de lidocaína 2% com adrenalina (Xylestesin<sup>®</sup>, Cristália, São Paulo, Brasil) em cada asa; GL15, que recebeu 15 mg/kg de cloridrato de lidocaína 2% com adrenalina em cada asa; e GL20, que recebeu 20 mg/kg de cloridrato de lidocaína 2% com adrenalina em cada asa.

Os animais tiveram ambas as asas bloqueadas, e desta forma cada animal é considerado controle dele mesmo. A anestesia inalatória foi interrompida assim que o anestésico local foi administrado. As aves receberam oxigênio a 100% pela máscara facial até que recuperassem seu estado de consciência.

Antes da indução à anestesia geral, para determinar o padrão de resposta de cada animal, e após 10 minutos do BPB, quando não havia mais qualquer sinal de efeitos do isoflurano, e então a cada 5 minutos até 45 minutos após a administração de lidocaína, os seguintes parâmetros foram avaliados: a) resposta à nocicepção profunda, por meio de pressão limitada a 36 Kgf/cm<sup>2</sup> e força aplicada estimada de 5 Kgf, com uma pinça hemostática Kelly, com sua ponta envolta por tubo de PVC dureza 75, na articulação radioulnar-carpometacarpiana (Figura 5); b) relaxamento muscular, por meio da capacidade de retração da asa quando esticada plenamente; c) resposta muscular a estímulos elétricos de frequência crescente por meio do Innervator NS252AUU, para isto, o condutor externo preto foi posicionado na álula e o condutor vermelho na membrana do patágio; d) capacidade de utilização da asa para manutenção do equilíbrio, segundo Cardozo et al. (2009), consistindo em um empurrão no peito promovendo o desequilíbrio. A metodologia descrita foi sempre realizada pelo mesmo avaliador.



**Figura 5** - Estímulo nociceptivo realizado com o uso de pinça hemostática em faisão-de-coleira após realização de BPB.

Para cada uma das avaliações era atribuído um valor: A, quando havia total ausência de resposta ao estímulo; B, quando este era diminuído; e C, quando estava presente.

A avaliação do ENP para realização do BPB foi realizada no momento de pico de ação do anestésico local, verificado 25 minutos após a administração da lidocaína, e os seguintes parâmetros foram considerados: nocicepção, relaxamento muscular, capacidade de utilização da asa para manutenção do equilíbrio e efetividade do bloqueio.

Para avaliação da efetividade, foram considerados os parâmetros de nocicepção, relaxamento muscular e capacidade de utilização da asa para manutenção do equilíbrio. Quando dois destes três parâmetros avaliados tinham atribuição de valor A (ausência de resposta), sendo necessariamente um destes parâmetros a nocicepção, o bloqueio era considerado efetivo (A); quando um parâmetro tinha atribuição de valor A, ou dois parâmetros atribuição de valor B, ou ainda dois parâmetros tinham atribuição de valor A não sendo um deles a nocicepção, o bloqueio era considerado parcialmente efetivo (B) e para outras situações em que os parâmetros não entraram nas demais categorias, o bloqueio não foi considerado efetivo (C).

Foi verificado também o tempo de duração do BPB através do acompanhamento dos parâmetros avaliados a cada cinco minutos, e de suas alterações de atribuição de valor, quando menos de 50% das asas bloqueadas deixavam de mostrar parâmetro A na efetividade.

Os valores não paramétricos foram avaliados pelo teste do qui-quadrado, adotando como nível de significância  $P < 0,05$ .

### **3 RESULTADOS**

Os machos apresentavam peso corporal de  $1,412 \pm 0,176$  Kg e as fêmeas  $0,991 \pm 0,122$  Kg.

Um faisão do grupo GL20 apresentou sinais de prostração profunda após cinco minutos do término da administração de isoflurano. Os demais animais apresentaram-se alertas após esse período de tempo.

A agulha hipodérmica utilizada para a realização do BPB sem o uso do estimulador de nervos periféricos foi inserida em uma profundidade de 13 a 15 mm.

A agulha do estimulador de nervos periféricos foi inserida em uma profundidade de 18 a 21 mm.

Em todos os animais a resposta muscular a estímulos elétricos diminuiu profundamente, porém em nenhum houve ausência de resposta.

Não foi observada diferença estatística ( $P < 0,05$ ) com o uso do estimulador de nervos periféricos (CE), quando comparado com a asa onde este não foi utilizado (SE) nos parâmetros de nocicepção, relaxamento muscular, uso das asas para equilíbrio e efetividade (Quadro 1). Não houve diferença também no tempo de duração do BPB com ou sem o ENP.

Nas doses de 10 e 15 mg/kg não houve efetividade de bloqueio, e por isto, não há resultados de tempo de duração do BPB. Na dose de 20 mg/kg os bloqueios tiveram duração entre 35 (n=4) a 40 (n=8) minutos.

GRUPO	ASA	NOCICEPÇÃO			RELAXAMENTO MUSCULAR			USO DAS ASAS - MANUTENÇÃO DO EQUILÍBRIO			EFETIVIDADE		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
GL10	SE	0	4	2	1	3	2	1	0	5	0	3	3
	CE	0	4	2	1	4	1	0	0	6	0	4	2
GL15	SE	0	6	0	4	2	0	2	2	2	0	6	0
	CE	0	5	1	2	3	1	2	1	3	0	4	2
GL20	SE	2	4	0	3	3	0	4	1	1	2	4	0
	CE	3	3	0	2	4	0	2	2	2	3	3	0

**Quadro 1** - Resposta nociceptiva, relaxamento muscular, uso das asas para manutenção do equilíbrio e efetividade observados em faisões que receberam 10 (GL10), 15 (GL15) e 20 (GL20) mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina para bloqueio de plexo braquial sem (SE) ou com (CE) o auxílio de estimulador de nervos periféricos (n=18). Nota: A - ausência de resposta, B - resposta diminuída, C - presença de resposta. O número corresponde ao número de animais que apresentaram determinada resposta do número total de animais de cada grupo (n=6).

Houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre as doses de cloridrato de lidocaína na avaliação do uso das asas para manutenção do equilíbrio entre os grupos GL10 e GL20. Nos parâmetros de nocicepção e efetividade, houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os grupos GL10 - GL20 e GL15 - GL20. Para o relaxamento muscular não houve diferença significativa entre os grupos (Quadro 2).

GRUPO	NOCIPEÇÃO		RELAXAMENTO MUSCULAR		USO DAS ASAS - MANUTENÇÃO DO EQUILÍBRIO		EFETIVIDADE	
	A	B + C	A	B + C	A	B + C	A	B + C
GL10	0 <sup>x</sup>	12	2	10	1 <sup>x</sup>	11	0 <sup>x</sup>	12
GL15	0 <sup>x</sup>	12	6	6	4 <sup>xy</sup>	8	0 <sup>x</sup>	12
GL20	5 <sup>y</sup>	7	5	7	6 <sup>y</sup>	6	6 <sup>y</sup>	6

**Quadro 2** - Resposta nociceptiva, relaxamento muscular, uso das asas para manutenção do equilíbrio e efetividade observados em faisões que receberam 10 (GL10), 15 (GL15) e 20 (GL20) mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina para bloqueio de plexo braquial (n=18). Nota: A - ausência de resposta, B + C - resposta diminuída ou presente. O número corresponde ao número de bloqueios que apresentaram determinada resposta do número total de bloqueios realizados em cada grupo (n=12). A estatística foi realizada comparando A com B + C. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ).

#### 4 DISCUSSÃO

Os faisões foram anestesiados com isoflurano para facilitar a localização do plexo braquial e a realização do bloqueio minimizando os erros de administração devido a uma possível movimentação do animal no momento da administração do anestésico.

A característica mais significativa do isoflurano que contribui na sua segurança para utilização em aves, assim como em humanos, é sua invulnerabilidade a biodegradação e metabolização. Isto limita o seu potencial em produzir toxicidade, e estudos realizados em humanos e animais sugerem que quase não há efeito no fígado e nos rins (HARRISON, 1986). Devido à presença de capilares aéreos, há uma menor barreira para as trocas gasosas, o que promove rápida indução e recuperação nas aves (MASSONE, 2003). A rápida recuperação

anestésica tornou possível a avaliação dos parâmetros sem influência da ação do anestésico inalatório, já que apenas uma mínima quantidade (0,02%) do isoflurano é metabolizada (HAWKINS, 2009a).

Há poucos estudos avaliando a utilização dos anestésicos locais em aves, e embora a utilização do anestésico local possa proporcionar analgesia suficiente para alguns procedimentos, o estresse que pode ser induzido pela manipulação e contenção física da ave consciente deve ser levado em consideração, podendo até mesmo impossibilitar o uso isolado dessas drogas em alguns pacientes. Sedação ou anestesia geral devem ser consideradas durante o momento de estresse ou procedimentos prolongados em espécies diferentes de aves (MACHIN, 2005; HAWKINS, 2009b).

O tempo que leva para agir e o tempo de duração dos anestésicos locais ainda não foram determinados para aves (SKARDA, 1996; MURPHY, 2006). A qualidade da analgesia foi superior para realização de BPB em galinhas com lidocaína quando comparada a levobupivacaína, que produziu relaxamento muscular mais prolongado do que a lidocaína (VILANI et al., 2006).

A lidocaína vem sendo utilizada em anestésias locais cutâneas em algumas espécies de aves (CLYDE; PAUL-MURPHY, 1999; HALL et al., 2001) e seus efeitos foram estudados em pássaros (RODER et al., 1996). Além disso, sua alta lipossolubilidade permite acessar o sítio de ação em todos os tipos de fibras nervosas, possibilitando a observação tanto de bloqueios sensitivos como motores (OTERO, 2005).

Apesar de diversos autores recomendarem que a dosagem de lidocaína não exceda 4 mg/kg em aves em geral (HOCKING et al., 1997; HALL et al., 2001; LUDDERS; MATTHEWS, 2007), ou 2,5 mg/kg em aves pequenas (LUDDERS, 1994 *apud* HAWKINS; PASCOE, 2007, p.288; HOCKING et al., 1997) doses de 20 mg/kg de lidocaína foram utilizadas para realizar BPB em galinhas, sem observação de qualquer efeito adverso do anestésico local (VILANI et al., 2006; FIGUEIREDO et al., 2008). Em um estudo, sete de oito galinhas testadas com lidocaína para realização do BPB não apresentaram resposta nociceptiva ao estímulo de pinçamento com esta dose de 20 mg/kg (VILANI et al., 2006). No presente trabalho em faisões, a dose de 20 mg/kg mostrou-se mais efetiva do que as demais doses testadas (10 e 15 mg/kg) nos parâmetros avaliados.

Comparando os resultados de cada dose, os efeitos observados na nocicepção, uso das asas para manutenção de equilíbrio e efetividade dos bloqueios, foram nitidamente melhores quando uma dose maior era utilizada, o que foi percebido clinicamente. Além disso, houve diferença real, demonstrada por análise estatística.

O estimulador de nervos periféricos que foi utilizado para realização e avaliação do BPB apresentou uma limitação técnica nesta última para uso em aves, pois não apresenta intervalo entre as correntes administradas ao paciente, sendo os incrementos de 10 mA. Desta forma, houve necessidade da utilização do potenciômetro linear, que ofereceu possibilidade de graduação mais específica da corrente elétrica, com o objetivo de não gerar no animal um estímulo exagerado, conforme verificado em estudo piloto. Possivelmente utilizando um ENP com intervalos entre as correntes menores, a efetividade, a profundidade e o início e final da ação do bloqueio poderão ser avaliados pela estimulação elétrica com amperagem crescente no mesmo ponto da injeção do anestésico. O Innervator NS252AUU apenas proporcionou avaliar a diminuição na resposta muscular aos estímulos elétricos gerados, não tendo mostrado correlação entre a diminuição da resposta muscular e a efetividade do bloqueio.

Há um grande número de técnicas bem sucedidas para realização de BPB via axilar em seres humanos, incluindo a técnica do ENP, técnica transarterial, técnica de parestesia e técnica periarterial (ROSENQUIST, 1999). A incidência de analgesia regional incompleta após bloqueio do plexo braquial em seres humanos é elevada, e é bem documentada. O uso do estimulador de nervos para localizar troncos do nervo enquanto a técnica é executada aumenta a possibilidade da realização do bloqueio ser bem sucedida para 98% em seres humanos (PITHER et al., 1985). Sia et al. (2000) compararam o uso do estimulador de nervos com a técnica de parestesia para realização de bloqueio do plexo braquial por via axilar em seres humanos e o sucesso com o uso do estimulador de nervos foi significativamente maior (91% *versus* 76%).

Massone (2002) afirma que melhor será a ação do anestésico local quanto menor for a quantidade de tecido conjuntivo e a vascularização do sítio de injeção, mas de acordo com Figueiredo et al. (2008), mesmo as aves apresentando menos tecido conectivo que os mamíferos, os anestésicos locais tendem a espalhar abaixo do nervo pela gravidade e assim, o volume injetado é provavelmente depositado por

um curto período de tempo ao redor do plexo. Nos mamíferos, o volume do anestésico local infiltrado desempenha um papel importante na taxa de êxito do bloqueio do plexo braquial (FUTEMA et al., 2002).

Apenas um trabalho foi encontrado nos portais eletrônicos de busca científica com o uso de ENP em aves, realizado por Figueiredo et al. (2008), utilizando o ENP para bloqueio de plexo braquial em galinhas com lidocaína e bupivacaína, na frequência de 2-5 Hz e corrente de 0,12 mA, obtendo 33% de falha no bloqueio. A efetividade do BPB com o uso do ENP em cães é de 91,6% (FUTEMA et al., 2002). No presente trabalho houve 50% de efetividade nos bloqueios realizados no grupo GL20, enquanto que nos demais grupos não houve efetividade, confirmando o que Figueiredo et al. (2008) disseram sobre o BPB ser uma técnica fácil de ser realizada, porém, com grande porcentagem de falha.

Os resultados semelhantes nas avaliações de relaxamento muscular e analgesia entre as asas direita (CE) e esquerda (SE) após realização do BPB, independente de dose utilizada, indica ser desnecessário o uso do ENP para faisões. O bloqueio isolado do nervo radial, tipicamente usado para complementar um bloqueio do plexo braquial incompleto, pode ser realizado em seres humanos, desde que haja conhecimento da anatomia (no úmero, no cotovelo e na região distal do antebraço), dispensando o uso do ENP (MORGAN et al., 2006). Da mesma maneira, este estudo aponta que o conhecimento anatômico da região é suficiente para a realização do BPB em faisões.

## **5 CONCLUSÃO**

A dose de 20 mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina depositada no mesmo sítio de ação mostrou maior efetividade quando comparada às doses de 10 e 15 mg/kg para bloqueio do plexo braquial em faisões.

O uso do estimulador de nervos periféricos como guia para localização do plexo braquial para realização do bloqueio do plexo braquial em faisões não mostrou eficiência quando comparado ao conhecimento anatômico regional, com relação à analgesia e relaxamento muscular.

## REFERÊNCIAS

- CARDOZO, L. B.; ALMEIDA, R. M.; FIUZA, L. V.; GALERA, P. D. Brachial plexus blockade in chickens with 0.75% ropivacaine. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.36, p.396-400, 2009.
- CLYDE, V. L.; PAUL-MURPHY, J. Avian analgesia. In: FOWLER, M. E.; MILLER, R. E. **Zoo and Wild Animal Medicine - Current Therapy 4**. Philadelphia: W. B. Saunders, 1999, p. 309-314.
- FIGUEIREDO, J. P.; CRUZ, M. L.; MENDES, G. M.; MARUCIO, R. L.; RICCÓ, C. H.; CAMPAGNOL, D. Assessment of brachial plexus blockade in chickens by an axillary approach. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.35, p.511-518, 2008.
- FUTEMA, F.; FANTONI, D. T.; AULER JR, J. O. C.; CORTOPASSI, S. R. G.; ACAUI, A.; STOPIGLIA, A. J. A new brachial plexus block technique in dogs. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.29, p.133-139, 2002.
- GEIER, K. Analgesia Regional Prolongada com Catéteres Periféricos. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v.52, n.1, p.62-73, jan./fev. 2002.
- HALL, L. W.; CLARKE, K. W.; TRIM, C. M. Anaesthesia of Birds, Laboratory Animals and Wild Animals. In: **Veterinary Anaesthesia**. 10.ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 2001, p.472-475.
- HARRISON, G. J. Anesthesiology. In: HARRISON, G. J.; HARRISON, L. R. **Clinical Avian Medicine and Surgery, Including Aviculture**. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1986, p.549-559.
- HAWKINS, M. G. Abordagens recentes de anestesia em aves. In: VILANI, R. G. D'Ó. C.; SCHMIDT, E. M. S. **Avanços na Medicina de Animais Selvagens - Medicina de Aves**. Curitiba: Associação Paranaense de Medicina de Animais Selvagens - Grupo Fowler, 2009a, p.83-152.
- HAWKINS, M. G. Abordagens atuais na analgesia de aves. In: VILANI, R. G. D'Ó. C.; SCHMIDT, E. M. S. **Avanços na Medicina de Animais Selvagens - Medicina de Aves**. Curitiba: Associação Paranaense de Medicina de Animais Selvagens - Grupo Fowler, 2009b, p.153-172.
- HAWKINS, M. G.; PASCOE, P. J. Cagebirds. In: WEST, G.; HEARD, D.; CAULKETT, N. **Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia**. 1.ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2007, p.269-297.
- HOCKING, P. M.; GENTLE, M. J.; BERNARD, R.; DUNN, L. N. Evaluation of a protocol for determining the effectiveness of pretreatment with local analgesics for reducing experimentally induced articular pain in domestic fowl. **Research in Veterinary Science**, v.63, p.263-267, 1997.

LUDDERS, J. W.; MATTHEWS, N. S. Birds. In: TRANQUILLI, W. J.; THURMON, J. C.; GRIMM, K. A. **Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia**. 4.ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2007, p.841-868.

MACHIN, K. L. Avian Analgesia. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v.14, n.4, p.236-242, 2005.

MASSONE, F. Anestesia Local. In: FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S. R. G. **Anestesia em cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2002, p.193-198.

MASSONE, F. Contenção física e anestesia em animais silvestres. In: MASSONE, F. **Anestesiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003, p.201-235.

MORGAN, G. E.; MIKHAIL, M. S.; MURRAY, M. J. Peripheral Nerve Blocks. In: **Clinical Anesthesiology**. 4.ed. United States of America: McGraw-Hill Companies, 2006, p.324-358.

MURPHY, J. P. Pain management. In: HARRISON, G. J.; LIGTHFOOT, T. L. **Clinical Avian Medicine**. Palm Beach Florida: Spix Publishing, 2006, p.233-240.

OTERO, P. E. **Dor - Avaliação e tratamento em pequenos animais**. São Caetano do Sul: Interbook, 2005. 293p.

PITHER, C. E.; RAJ, P. P.; FORD, D. J. The use of peripheral nerve stimulators for regional anesthesia: a review of experimental characteristics, technique, and clinical applications. **Regional Anesthesia and Pain Medicine**, v.10, p.49-58, 1985.

RODER, J. D.; SHEN, Y.; SANGIAH, S. Effects of verapamil and lidocaine on the duration of propofol and xylazineketamine anesthesia in broiler chickens. **Veterinary and Human Toxicology**, v.38, p.181-183, 1996.

ROSENQUIST, R. W. Brachial Plexus Block with a peripheral nerve stimulator. **Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management**, v.3, n.4, p.227-229, 1999.

SIA, S.; BARTOLI, M.; LEPRI, A.; MARCHINI, O.; PONSECCHI, P. Multiple-injection axillary brachial plexus block: a comparison of two methods of nerve localization-nerve stimulation versus paresthesia. **Anesthesia and Analgesia**, v.91, p.647-651, 2000.

SKARDA, R. T. Local and Regional Anesthetic and Analgesic Techniques: Dogs. In: THURMON, J. C.; TRANQUILLI, W. J.; BENSON, G. J. **Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia**. 3.ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1996, p.426-447.

VILANI, R. G. D'Ó. C.; FERREIRA, F. M.; LANGE, R. R.; SAMONEK, J. F. V. Brachial Plexus Block in Birds. **Exoticdvm**, Fort Lauderdale, v.8, n.2, p.86-92, 2006.

### **CAPÍTULO 3**

#### **DETERMINAÇÃO DA DOSE TÓXICA DO CLORIDRATO DE LIDOCAÍNA COM VASOCONSTRITOR NO BLOQUEIO DO PLEXO BRAQUIAL EM FAISÕES (*Phasianus colchicus*)**

*(Determination of lidocaine hydrochlorate with vasoconstrictor toxic dosage in the  
brachial plexus block in pheasants - Phasianus colchicus)*

**DETERMINAÇÃO DA DOSE TÓXICA DO CLORIDRATO DE LIDOCAÍNA COM  
VASOCONSTRITOR NO BLOQUEIO DO PLEXO BRAQUIAL EM FAISÕES  
(*Phasianus colchicus*)**

*(Determination of lidocaine hydrochlorate with vasoconstrictor toxic dosage in the  
brachial plexus block in pheasants - Phasianus colchicus)*

Grazielle Cristina Garcia Soresini<sup>1</sup>; Mariana Augusta Galvão da Silva<sup>2</sup>; Cláudia Turra  
Pimpão<sup>3</sup>; Ricardo Guilherme D'Otaviano de Castro Vilani<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Médica Veterinária, Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS PUCPR/IBAMA), [grasoresini@yahoo.com.br](mailto:grasoresini@yahoo.com.br), Mestranda em Ciência Animal (PUCPR)

<sup>2</sup>Acadêmica de Medicina Veterinária UFPR

<sup>3</sup>Médica Veterinária, Professora da Disciplina de Farmacologia e Toxicologia Veterinária Geral e Aplicada da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

<sup>4</sup>Médico Veterinário, Professor da Disciplina de Anestesiologia Veterinária da Universidade Federal do Paraná (UFPR)

## RESUMO

O bloqueio do plexo braquial (BPB) e outros bloqueios loco-regionais são pouco recomendados para aves devido ao desconhecimento da dose ideal para estes animais e riscos relacionados à intoxicação. Este trabalho teve como objetivo determinar a dose tóxica de cloridrato de lidocaína com adrenalina para o BPB em faisões (*Phasianus colchicus*). Foram utilizados dezoito animais, e doses de 20, 30 e 40 mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina foram administradas em duas parcelas, sendo uma em cada asa, no vértice do triângulo formado pelos tendões de inserção dos músculos coracobraquial caudal e escapuloumeral caudal, para bloqueio do plexo braquial. A dose de 40 mg/kg de lidocaína mostrou-se tóxica para alguns animais, sendo que doses de até 30 mg/kg mostraram-se seguras para faisões.

Palavras-chave: Bloqueio do plexo braquial. Intoxicação. Aves. Anestesia.

## ABSTRACT

The brachial plexus block (BPB) and other locoregional blocks are not usually recommended for birds, due to unfamiliarity of its ideal dose for these animals and its poisoning risks. The purpose of this work was determinate the toxic dosage of

lidocaine hydrochlorate with adrenalin to a brachial plexus block in pheasants (*Phasianus colchicus*). Eighteen animals had been used, and doses of 20, 30 and 40 mg/kg of lidocaine hydrochlorate with adrenalin had been managed in two parcels, being one in each wing, in the vertex of the triangle formed by the tendon insertion of the caudal coracobrachial and caudal scapulohumeral muscles, for brachial plexus block. Lidocaine at 40 mg/kg dose was toxic to some birds, doses until 30 mg/kg were safe to pheasants.

Keywords: Brachial plexus block. Poisoning. Birds. Anesthesia.

## 1 INTRODUÇÃO

O bloqueio do plexo braquial (BPB) em aves pode ser utilizado basicamente de duas maneiras: em associação à anestesia geral, promovendo incremento à analgesia e relaxamento muscular ou como método isolado, mantendo o animal consciente durante o procedimento, sendo altamente aplicável a pacientes debilitados (VILANI et al., 2006).

A maior limitação ao uso de bloqueios loco-regionais é, no entanto, a necessidade de conhecimento da anatomia local para um bloqueio efetivo, assim como o entendimento dos efeitos normais e tóxicos de cada anestésico em diferentes espécies (CRUZ, 2005). Não há na literatura, no entanto, relatos sobre a dose tóxica para aves de diferentes grupos taxonômicos. Alguns relatos sugerem que a dose total de lidocaína não deve exceder 2,5 mg/kg em aves pequenas (LUDDERS, 1994 *apud* HAWKINS; PASCOE, 2007, p.288; HOCKING et al., 1997) e para aves em geral 4 mg/kg, pois doses superiores podem promover parada cardíaca (HOCKING et al., 1997; HALL et al., 2001; LUDDERS; MATTHEWS, 2007). Doses de 20 mg/kg, porém, já foram utilizadas em estudos realizados mais recentemente em galinhas, faisões, calopsitas, gaviões e corujas, sem observação de efeitos colaterais (VILANI et al., 2006; FIGUEIREDO et al., 2008).

Os principais sinais tóxicos encontrados em aves que receberam bupivacaína foram decúbito com membros distendidos, sonolência e relaxamento imediatamente após a administração (NUNES et al., 2007).

Este estudo teve como objetivo determinar os efeitos tóxicos da administração de 20, 30 e 40 mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina para o BPB em faisões (*Phasianus colchicus*).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O Protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias (CEUA - SCA) da Universidade Federal do Paraná, protocolo número 032/2008.

Foram utilizados indivíduos adultos de faisão-de-coleira (*Phasianus colchicus*), provenientes da Fazenda da Universidade Federal do Paraná, mantidos sob acompanhamento veterinário pela equipe técnica do Hospital Veterinário da mesma universidade, com realização de exames clínicos e hematológicos periodicamente.

O BPB foi realizado em dezoito exemplares adultos de faisão-de-coleira (*Phasianus colchicus*), sendo nove machos e nove fêmeas, mantidos em jejum hídrico e alimentar durante 2 a 3 horas para diminuir o risco de regurgitação e aspiração de conteúdo estomacal durante o procedimento.

Os animais foram anestesiados com isoflurano (Forane<sup>®</sup>, Abbott Lab. do Brasil Ltda., São Paulo, Brasil) por meio de um circuito aberto de anestesia inalatória do tipo Baraka, com o uso de máscara facial nº 1, tradicionalmente utilizada para seres humanos, recoberta parcialmente com uma luva de látex, e posicionados em decúbito oblíquo-dorsal, num ângulo de 45°, com a asa a ser bloqueada aberta.

O plexo braquial era bloqueado inserindo a agulha exatamente no vértice do cruzamento do músculo escapuloumeral caudal e do músculo coracobraquial caudal. A agulha era inserida angulada cranialmente em 45° e paralela à mesa de procedimento, até ser encontrada uma leve resistência. Para certificação de que a agulha não havia penetrado no saco aéreo torácico cranial, o êmbolo da seringa era puxado, descartando a aspiração de ar.

Os faisões foram divididos em três grupos para a avaliação dos efeitos tóxicos, cada um constituído de seis animais (três machos e três fêmeas): L20, que recebeu 20 mg/kg de cloridrato de lidocaína 2% com adrenalina (Xylestesin<sup>®</sup>, Cristália, São Paulo, Brasil); L30, que recebeu 30 mg/kg de cloridrato de lidocaína

2% com adrenalina; e L40, que recebeu 40 mg/kg de cloridrato de lidocaína 2% com adrenalina, sendo administrado metade da dose em cada asa.

A anestesia inalatória foi interrompida assim que o anestésico local foi administrado. As aves receberam oxigênio a 100% pela máscara facial até que recuperassem seu estado de consciência.

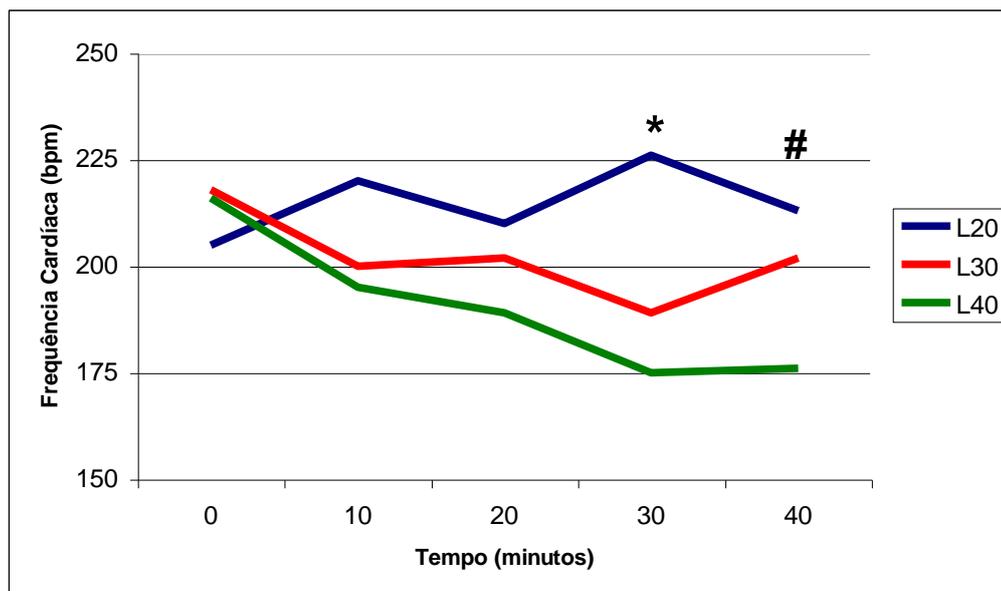
Antes da indução à anestesia geral, para determinar o padrão de resposta de cada animal, e após 10 minutos do BPB, quando não havia mais qualquer sinal de efeitos do isoflurano, e então a cada 5 minutos até 45 minutos após a administração de lidocaína, as frequências cardíaca e respiratória foram avaliadas por meio de auscultação torácica, e a temperatura cloacal foi aferida utilizando o termômetro digital de precisão Professional Modelo 11000, DeltaTRAK<sup>®</sup> Inc., Pleasanton, Estados Unidos. Além desses parâmetros, levou-se em consideração para avaliação dos efeitos tóxicos da lidocaína a postura do animal e a capacidade de atenção ao estímulo de uso das asas para manutenção do equilíbrio, segundo Cardozo et al. (2009), consistindo em um empurrão no peito promovendo o desequilíbrio. A metodologia descrita foi sempre realizada pelo mesmo avaliador.

Sendo assim, era atribuído o valor A quando a ave estava muito atenta e em estação; B quando estava com a atenção diminuída e em decúbito esternal em alguns momentos; e C, quando apresentava apatia e permanecia em decúbito esternal durante todo o tempo enquanto não estimulada.

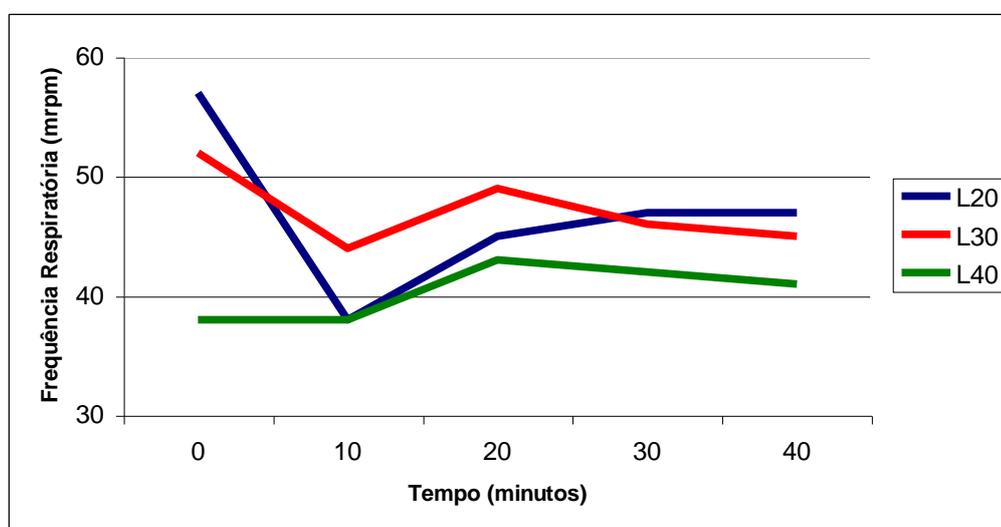
Os valores não paramétricos foram avaliados pelo teste do qui-quadrado e os paramétricos (frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura cloacal) por meio do teste de ANOVA e comparação das médias pelo teste de Tukey. As análises foram realizadas através do software Statview, versão 5.0.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA). Foi adotado como nível de significância  $P < 0,05$ .

### **3 RESULTADOS**

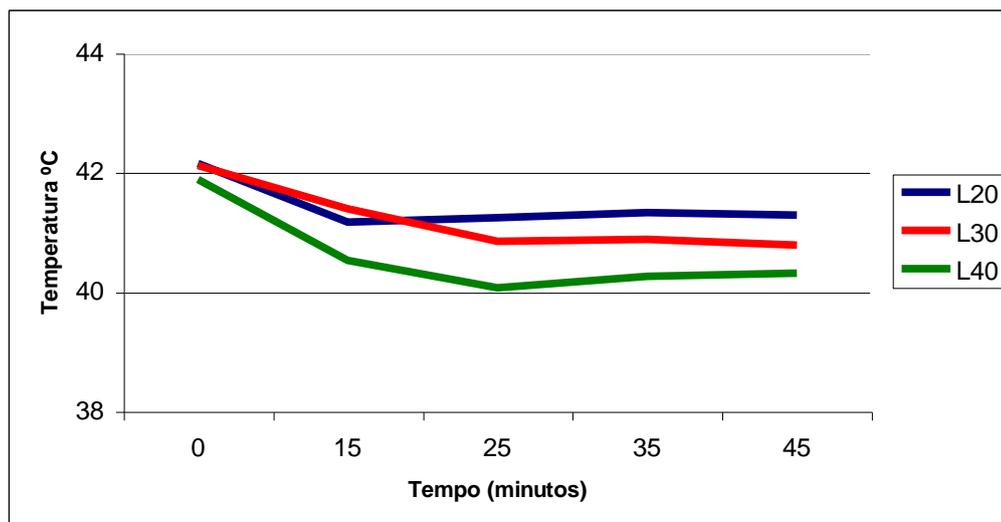
Os valores de frequência cardíaca foram significativamente diferentes no grupo L40 entre 30 e 40 minutos de avaliação. Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nos valores de frequência cardíaca entre os grupos L20 - L30 e L20 - L40 aos 30 minutos e entre L20 - L40 e L30 - L40 aos 40 minutos. Para os demais valores paramétricos (frequência respiratória e temperatura cloacal) não houve diferença significativa entre os grupos e momentos avaliados (Gráficos 1 a 3).



**Gráfico 1** - Variação da frequência cardíaca em faisões que receberam 20 (L20), 30 (L30) e 40 (L40) mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina para bloqueio de plexo braquial (n=18). Nota: \* - diferença com significância estatística ( $P<0,05$ ) entre os grupos L20-L30 e L20-L40, # - diferença com significância estatística ( $P<0,05$ ) entre os grupos L20-L40 e L30-L40.



**Gráfico 2** - Variação da frequência respiratória em faisões que receberam 20 (L20), 30 (L30) e 40 (L40) mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina para bloqueio de plexo braquial (n=18).



**Gráfico 3** - Variação da temperatura cloacal em faisões que receberam 20 (L20), 30 (L30) e 40 (L40) mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina para bloqueio de plexo braquial (n=18).

Quanto à postura do animal e a capacidade de atenção ao estímulo de uso das asas para manutenção do equilíbrio, houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os grupos L20 - L40 e L30 - L40.

#### 4 DISCUSSÃO

Os faisões foram anestesiados com isoflurano para facilitar a localização do plexo braquial e a realização do bloqueio sem erros de administração devido a uma possível movimentação do animal no momento da administração do anestésico.

A necessidade da utilização do termômetro digital de precisão deve-se ao fato das aves apresentarem temperatura mais elevada do que os mamíferos, entre 40 e 44 °C (NUNES et al., 2007).

Há poucos estudos avaliando a utilização dos anestésicos locais em aves, e embora a utilização do anestésico local possa proporcionar analgesia suficiente para alguns procedimentos, o estresse que pode ser induzido pela manipulação e contenção física da ave consciente deve ser levado em consideração, podendo até mesmo impossibilitar o uso isolado dessas drogas em alguns pacientes. Sedação ou anestesia geral devem ser consideradas durante o momento de estresse ou procedimentos prolongados em espécies diferentes de aves (MACHIN, 2005; HAWKINS, 2009).

A anestesia local não é frequentemente recomendada em aves pelo risco de superdosagem, tendo indicação limitada, apesar de não existirem trabalhos que determinem doses tóxicas de anestésicos locais (HOWLETT, 2000; AGUILAR et al., 2007). As reações sistêmicas dos anestésicos locais resultam de dose excessiva, injeção intravenosa acidental e uma rápida e eventual absorção e biotransformação (BATISTETTI, 2001).

O metabolismo dos anestésicos locais é muito importante, visto que a sua toxicidade depende bastante do equilíbrio entre as taxas de absorção e de eliminação. O grande desafio em utilizar estas drogas em aves é a determinação de doses adequadas e o fato das mesmas serem mais sensíveis aos efeitos tóxicos da droga que os mamíferos (HOCKING et al., 1997; EDLING, 2006; MURPHY, 2006; HAWKINS, 2009). Em um estudo farmacocinético com dose única de bupivacaína (2 mg/kg) em marrecos mallard (*Anas platyrhynchos*), a taxa de eliminação foi mais lenta que a de absorção, o que pode explicar, parcialmente, a razão pela qual as aves são mais sensíveis aos efeitos tóxicos dos anestésicos locais, sendo a ação mais curta do que em mamíferos (MACHIN; LIVINGSTON, 2001).

Efeitos tóxicos têm sido documentados em aves, com doses totais de lidocaína mais baixas (2,6 a 3,3 mg/kg) que em cães (3,5 a 4,5 mg/kg) (SKARDA, 1996; HOCKING et al., 1997). Em cães, a administração intravenosa de lidocaína na dose de  $22 \pm 6.7$  mg/kg induziu convulsões e sinais de toxicidade do sistema nervoso central, como salivação e tremores musculares (LIU et al., 1983). Em gatos, a administração intravenosa de  $11.7 \pm 4.6$  mg/kg de lidocaína induziu convulsões (CHADWICK, 1985). Os efeitos tóxicos em aves são semelhantes aos relatados em mamíferos, e a ocorrência de convulsões e de paradas cardíacas foi relatada por Ludders (1994) *apud* Hawkins (2009, p.158), com a administração de doses elevadas em aves.

A toxicidade da anestesia local nas aves pode ser associada com tremores musculares, hipotensão, sonolência, vômito, arritmias, ataxia e nistagmo, além de estupor e morte (SKARDA, 1996; EDLING, 2006; HAWKINS, 2009).

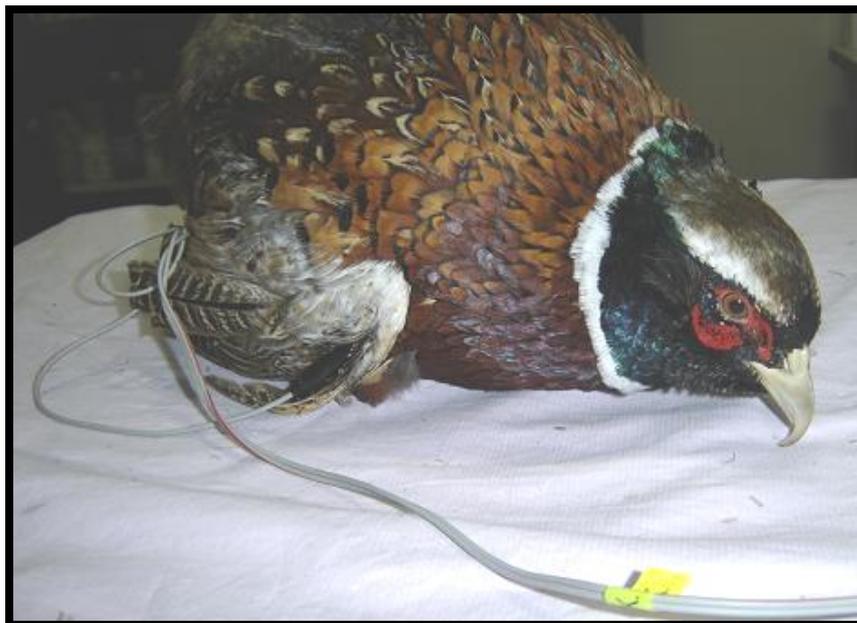
A dosagem apropriada de lidocaína pode ser difícil principalmente nas aves pequenas, mas a toxicidade pode ser prevenida por meio da utilização de concentrações e de volumes apropriados (HAWKINS; PASCOE, 2007). De acordo com Ludders e Matthews (2007), doses adequadas de lidocaína são dificilmente conseguidas para aves muito pequenas a menos que a droga seja diluída. Em geral,

é necessária a diluição da solução comercial de lidocaína 2% na proporção de 1:10 (LUDDERS, 1994 apud HAWKINS; PASCOE, 2007, p.288; HOCKING et al., 1997). Contudo, é desconhecido se essa diluição permite a obtenção de níveis adequados de droga no tecido para que haja analgesia durante o período esperado (FARLEY et al., 1994).

A bradicardia significativa observada nas aves do grupo L40, ou seja, quando a dose total de lidocaína administrada para cada animal foi de 40 mg/kg, entre 30 e 40 minutos de avaliação, pode estar relacionada a sinais sistêmicos leves de intoxicação pela lidocaína. Os efeitos tóxicos dos anestésicos locais são percebidos principalmente em sistema nervoso central e sistema cardiovascular, gerando sinais clínicos tais como convulsões e bradicardia (CORTOPASSI; FANTONI, 2002). Os sinais de prostração, observados em cinco dos seis animais estudados nesse grupo, comprovaram uma leve intoxicação pelo anestésico local na dose empregada de 40 mg/kg em faisões, que é uma dose bem mais elevada do que a descrita na literatura como tóxica, até o presente momento. Ressalta-se, porém, que no presente estudo a lidocaína utilizada foi associada à adrenalina, promovendo vasoconstrição e, desta maneira, retardando a absorção do anestésico local e seus efeitos adversos.

Houve um atraso considerável na evolução da utilização da lidocaína na medicina de aves, pois desde a publicação de Ludders (1994) *apud* Hawkins e Pascoe (2007, p.288), somente em 2006 e 2008 foi publicado por Vilani et al. e Figueiredo et al., respectivamente, doses mais altas e efetivas de lidocaína.

Quanto à postura do animal e a capacidade de atenção ao estímulo de uso das asas para manutenção do equilíbrio, cinco das seis aves do grupo L40 apresentaram apatia, permanecendo com o peito na mesa de procedimento enquanto não eram estimuladas (Figura 1), sendo que uma delas apresentou-se dispneica e não acordou em 10 minutos após a interrupção do fornecimento do anestésico inalatório, havendo necessidade de permanecer mais tempo no oxigênio. Um animal deste grupo apresentou atenção diminuída e permanecia em decúbito esternal em alguns momentos. Nos demais grupos (L20 e L30) não foram observados esses sinais de intoxicação.



**Figura 1** - Exemplar macho de faisão-de-coleira do grupo L40, que recebeu 40 mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina para realização de BPB, apresentando apatia e permanecendo com o peito na mesa de procedimento quando não estimulado.

## 5 CONCLUSÃO

Não foram observados sinais clínicos de toxicidade nos parâmetros avaliados quando doses de 20 e 30 mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina foram utilizadas para o BPB em faisões.

Apesar das doses de 20 e 30 mg/kg de cloridrato de lidocaína com adrenalina não terem gerado efeitos tóxicos, a dose de 40mg/kg não é recomendada para bloqueio do plexo braquial nesta espécie devido ao risco potencial de intoxicação.

## REFERÊNCIAS

AGUILAR, R.; HERNANDEZ-DIVERS, S. M.; HERNANDEZ-DIVERS, S. J. **Atlas de Medicina, Terapêutica e Patologia de Animais Exóticos**. São Paulo: Interbook, 2007. 375p.

BATISTETTI, P. G. Bloqueios Analgésicos - Riscos e Medidas de Segurança. In: ANDRADE FILHO, A. C. C. **Dor - Diagnóstico e Tratamento**. São Paulo: Roca, 2001, p.183-199.

CARDOZO, L. B.; ALMEIDA, R. M.; FIUZA, L. V.; GALERA, P. D. Brachial plexus blockade in chickens with 0.75% ropivacaine. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.36, p.396-400, 2009.

CHADWICK, H. S. Toxicity and resuscitation in lidocaine- or bupivacaine-infused cats. **Anesthesiology**, v.63, p.385-390, 1985.

CORTOPASSI, S. R. G.; FANTONI, D. T. **Anestesia em cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2002. 402p.

CRUZ, M. L. Anestesia local em animais silvestres: técnicas simples que fazem uma grande diferença. In: LUNA, S. P. L.; OLIVA, V. N. L. S. **Proceedings of the 7th Brazilian Veterinary Anesthesiology Meeting**, São Luís: CBCAV, 2005, p.139-144.

EDLING, T. M. Anesthesia and monitoring. In: HARRISON, G. J.; LIGTHFOOT, T. L. **Clinical Avian Medicine**. Palm Beach Florida: Spix Publishing, 2006, p.747-760.

FARLEY, J. S.; HUSTEAD, R. F.; BECKER, K. E. Jr. Diluting lidocaine and mepivacaine in balanced salt solution reduces the pain of intradermal injection. **Regional Anesthesia and Pain Medicine**, v.19, p.48-51, 1994.

FIGUEIREDO, J. P.; CRUZ, M. L.; MENDES, G. M.; MARUCIO, R. L.; RICCÓ, C. H.; CAMPAGNOL, D. Assessment of brachial plexus blockade in chickens by an axillary approach. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.35, p.511-518, 2008.

HALL, L. W.; CLARKE, K. W.; TRIM, C. M. Anaesthesia of Birds, Laboratory Animals and Wild Animals. In: **Veterinary Anaesthesia**. 10.ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 2001, p.472-475.

HAWKINS, M. G. Abordagens atuais na analgesia de aves. In: VILANI, R. G. D'O. C.; SCHMIDT, E. M. S. **Avanços na Medicina de Animais Selvagens - Medicina de Aves**. Curitiba: Associação Paranaense de Medicina de Animais Selvagens - Grupo Fowler, 2009, p.153-172.

HAWKINS, M. G.; PASCOE, P. J. Cagebirds. In: WEST, G.; HEARD, D.; CAULKETT, N. **Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia**. 1.ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2007, p.269-297.

HOCKING, P. M.; GENTLE, M. J.; BERNARD, R.; DUNN, L. N. Evaluation of a protocol for determining the effectiveness of pretreatment with local analgesics for reducing experimentally induced articular pain in domestic fowl. **Research in Veterinary Science**, v.63, p.263-267, 1997.

HOWLETT, J. C. Local anesthesia and analgesia. In: SAMOUR, J. **Avian Medicine**. London: Mosby, 2000, p.90-112.

LIU, P. L.; FELDMAN, H. S.; GIASI, R.; PATTERSON, M. K.; COVINO, B. G. Comparative CNS Toxicity of lidocaine, etidocaine, bupivacaine, and tetracaine in awake dogs following rapid intravenous administration. **Anesthesia and Analgesia**, v.62, p.375-379, 1983.

LUDDERS, J. W.; MATTHEWS, N. S. Birds. In: TRANQUILLI, W. J.; THURMON, J. C.; GRIMM, K. A. **Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia**. 4.ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2007, p.841-868.

MACHIN, K. L. Avian Analgesia. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v.14, n.4, p.236-242, 2005.

MACHIN, K. L.; LIVINGSTON, A. Plasma bupivacaine levels in mallard ducks (*Anas platyrhynchos*) following a single subcutaneous dose. **American Association of Zoo Veterinarians**, p.159-163, 2001.

MURPHY, J. P. Pain management. In: HARRISON, G. J.; LIGTHFOOT, T. L. **Clinical Avian Medicine**. Palm Beach Florida: Spix Publishing, 2006, p.233-240.

NUNES, A. L. V.; CRUZ, M. L.; CORTOPASSI, S. R. G. Anestesiologia. In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens**. São Paulo: Roca, 2007, p.1040-1067.

SKARDA, R. T. Local and Regional Anesthetic and Analgesic Techniques: Dogs. In: THURMON, J. C.; TRANQUILLI, W. J.; BENSON, G. J. **Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia**. 3.ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1996, p.426-447.

VILANI, R. G. D'Ó. C.; FERREIRA, F. M.; LANGE, R. R.; SAMONEK, J. F. V. Brachial Plexus Block in Birds. **Exoticdvm**, Fort Lauderdale, v.8, n.2, p.86-92, 2006.