

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**BLOQUEIO DO NERVO PUDENDO COM AUXÍLIO DE  
NEUROESTIMULADOR EM BOVINOS**

**Cândice Mara Bertonha  
Médica Veterinária**

**2018**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**BLOQUEIO DO NERVO PUDENDO COM AUXÍLIO DE  
NEUROESTIMULADOR EM BOVINOS**

**Cândice Mara Bertonha**

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Araújo Valadão**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Cirurgia Veterinária.

B547b Bertonha, Cândice Mara  
Bloqueio do nervo pudendo com auxílio do  
neuroestimulador em bovinos / Cândice Mara  
Bertonha. – Jaboticabal, 2018  
66 f.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista  
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias, Jaboticabal  
Orientador: Carlos Augusto Araújo Valadão

1. Anestesia veterinária. 2. Estimulação neural. 3.  
Bovino. 4. Lidocaína. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,  
Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

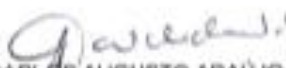
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: BLOQUEIO DO NERVO PUDENDO COM AUXÍLIO DE NEUROESTIMULADOR EM BOVINOS

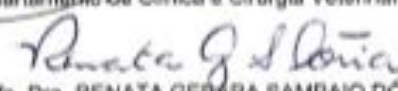
AUTORA: CÂNDICE MARA BERTONHA

ORIENTADOR: CARLOS AUGUSTO ARAÚJO VALADÃO


Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIRURGIA VETERINÁRIA, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. CARLOS AUGUSTO ARAÚJO VALADÃO  
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Prof. Dr. PAULO RESCIO CANOLA  
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Profa. Dra. RENATA GEBARA SAMPAIO DÓRIA  
Departamento de Zootecnia / FZEA / USP - Pirassununga/SP

  
Prof. Dr. VALENTIM ARABICANO GHELLER  
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária-UFMG / Belo Horizonte/MG

  
Prof. Dr. PAULO SERGIO PATTO DOS SANTOS  
Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal-UNESP / Araçatuba/SP

Jaboticabal, 30 de novembro de 2018

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**CÂNDICE MARA BERTONHA** – nascida em 25 de março de 1985 em Santo André – SP e criada em São José do Rio Preto – SP. Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCAV (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias) – Câmpus de Jaboticabal em dezembro de 2007. Em 2010, concluiu o Programa de Aprimoramento Profissional em Medicina Veterinária na área de Clínica Médica e Cirúrgica de Grandes Animais, no Centro Universitário de Rio Preto. No período de março de 2010 a dezembro de 2013 foi docente no Centro Universitário de Rio Preto. Em 2014 concluiu o Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Veterinária pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCAV (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias) – Câmpus de Jaboticabal e em março de 2015 ingressou no Doutorado pela mesma instituição. Desde março de 2014 é docente na Universidade de Uberaba – MG, ministrando as disciplinas de Práticas Hospitalares em Medicina Veterinária e Patologia e Clínica Cirúrgica de Grandes Animais.

“A persistência é o caminho do êxito”.  
**Charles Chaplin**

**Dedico,**  
À minha mãe,  
a pessoa mais presente em meus pensamentos nestes 13 anos de saudade,  
que com certeza seria a que mais vibraria neste momento, pois acreditava no poder  
do conhecimento e estudo.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço ao meu pai Paulo Geraldo Bertonha e ao meu irmão Paulo Geraldo Bertonha Filho por simplesmente estarem ao meu lado em todos os momentos. Como meu pai diz, de parecido temos apenas o sobrenome. Com todas nossas diferenças, nós três nos adaptamos às adversidades da vida e juntos encontramos nosso equilíbrio e da nossa maneira. Obrigada pela torcida e apoio ao longo da minha jornada. Com meus dois “Paulos” me sinto mais completa. Amo vocês.

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Augusto Araújo Valadão pela orientação ao longo dos anos, que se iniciou em 2006 com a iniciação científica e que se estendeu pelo TCC, mestrado e doutorado. Muito obrigada por acreditar e confiar que seria possível cursar a pós-graduação sem deixar de lado a docência e a rotina de um hospital veterinário. Me espelho neste profissional que tem uma mente brilhante e que consegue transmitir a paixão pela pesquisa, além de sempre incentivar o meu crescimento profissional e pessoal.

Às minhas ex-alunas e médicas veterinárias Rafaella Cristina Caetano e Paula Marques Tiveron, que foram imprescindíveis na realização do projeto de pesquisa. Duas excelentes companheiras, com um grande futuro pela frente. Nossas manhãs no curral foram produtivas e prazerosas, onde aprendemos que em dias em que nada dá certo, o melhor a se fazer é uma pausa. Muito obrigada por todo o auxílio, não poderia ter escolhido parceiras melhores que estas duas.

À Universidade de Uberaba por permitir a realização do projeto de pesquisa, cedendo suas instalações e os animais. Impossível não agradecer ao diretor do curso de Medicina Veterinária da Universidade de Uberaba Prof. Dr. Eustáquio Resende Bittar, por ser compreensível e me ajudar a conciliar as atividades de docente com as obrigações de pós-graduanda.

Aos funcionários do setor de Grandes Animais do Hospital Veterinário de Uberaba Jadir, Fernando, Antônio, Ailton, Bruno, Leonardo, Vitor e Márcio pelo



cuidado diário com os animais do experimento. Sempre solícitos, me auxiliaram no manejo de todos os animais, prezando o bem-estar.

Ao Prof. Dr. Paulo Aléscio Canola e à Profa. Dra. Renata Gebara Sampaio Dória por participarem das bancas do Exame Geral de Qualificação e da Defesa, acrescentando muito conhecimento e contribuindo para a elaboração desta tese.

Ao Prof. Dr. Valentim Arabicano Gheller primeiramente por me receber na UFMG e contribuir com a elaboração e execução inicial deste projeto de pesquisa e pela participação da banca de Defesa. Agradeço também ao Prof. Dr. Paulo Sérgio Patto dos Santos pelo aceite do convite para banca de Defesa e também por compartilhar de seus conhecimentos durante minha breve passagem por Araçatuba.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias que me recebeu em 2003 e que agora em 2018 encerro um longo ciclo. Tenho o maior orgulho de ter na minha formação esta Universidade que possui excelentes professores e que desenvolve tantas pesquisas. Ao Programa de Pós-graduação em Cirurgia Veterinária por fornecer o apoio e prezar a qualidade de formação dos seus alunos.

E por último e não menos importante, aos animais, os responsáveis pela minha paixão diária e dedicação constante.

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	vi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Anatomia topográfica do nervo pudendo.....	4
2.2. Bloqueio anestésico local do nervo pudendo.....	6
2.3. Neuroestimulador.....	7
2.4. Lidocaína.....	10
2.5. Lidocaína alcalinizada.....	11
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	14
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
4.1. Comitê de ética em experimentação animal.....	15
4.2. Estudo piloto.....	15
4.3. Animais.....	15
4.4. Delineamento experimental.....	16
4.5. Procedimento experimental.....	16
4.5.1. Intensidade de corrente elétrica.....	20
4.5.2. Exposição peniana espontânea ou manual.....	20
4.5.3. Comprimento de exposição peniana.....	21
4.5.4. Sensibilidade peniana.....	22
4.5.5. Incoordenação motora.....	22
4.6. Análise estatística.....	23
<b>5. RESULTADOS</b> .....	24
5.1. Volume.....	24
5.2. Intensidade de corrente elétrica.....	25
5.3. Exposição peniana espontânea.....	26
5.4. Exposição peniana manual.....	28
5.5. Comprimento de exposição peniana.....	30
5.6. Sensibilidade peniana.....	32

	Página
5.7. Incoordenação motora.....	34
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>



## Comitê de Ética em Experimentação Animal

Ofício CEEA-075/2017

Uberaba, 19 de dezembro de 2017

Ilmo. Prof.

**Cândice Mara Bertonha**

**Assunto:** Encaminha processo nº 019/2017, sobre o protocolo de pesquisa "*Bloqueio de nervo podendo com auxílio de neuroestimulador em bovinos*".

Prezado(a) Professor(a),

Em resposta a sua solicitação, informo que o protocolo acima referido foi submetido avaliação do CEEA-UNIUBE, na reunião do dia 19/12/2017, sendo considerado **aprovado**.

Atenciosamente,

**Prof. Janely F. Figueiredo Jittes**

Coordenadora do CEEA-UNIUBE

## **BLOQUEIO DO NERVO PUDENDO COM AUXÍLIO DE NEUROESTIMULADOR EM BOVINOS**

**RESUMO** – Os exames clínicos da genitália externa dos machos bovinos, por vezes, exigem o bloqueio anestésico local do nervo pudendo para o relaxamento do músculo retrator e conseqüentemente, exposição da bainha prepucial e do pênis. Sabe-se que existe dificuldade de acesso ao nervo pudendo devido à localização do mesmo, fato que dificulta a execução da técnica de bloqueio e induz imprecisão no volume anestésico aplicado. Os neuroestimuladores têm sido empregados para aumentar a precisão para a localização do nervo reduzindo o volume injetado sem prejudicar a eficácia do anestésico, pois o mesmo é depositado próximo à bainha do nervo. Considerando que existe necessidade de aprimoramento da técnica de bloqueio anestésico para que se realize o exame físico da genitália externa de bovinos, objetivou-se pelo presente estudo empregar o neuroestimulador como método acessório para a realização do bloqueio do nervo pudendo empregando-se a dose de 1 mg/kg de lidocaína em bovinos da raça Gir e Holandesa. Aditivamente, avaliou-se comparativamente a eficácia da lidocaína alcalinizada. Foram utilizados 20 bovinos adultos, distribuídos em quatro grupos experimentais: administração de lidocaína sem vasoconstritor em touros da raça Gir (GL, n=10) ou Holandesa (HL, n=10) e administração de lidocaína sem vasoconstritor alcalinizada com bicarbonato sódico 8,4% em touros da raça Gir (GLA, n=10) ou Holandesa (HLA, n=10) no bloqueio anestésico local do nervo pudendo. Foram empregados os mesmos animais, respeitando-se um intervalo mínimo de 15 dias entre cada tratamento. O ponto de aplicação para bloqueio do nervo pudendo foi localizado por meio de agulha introduzida na região isquiática (direita e esquerda). Essa agulha possuía conexão, por meio de fio, com equipamento de neuroestimulador elétrico, que quando acionado produzia passagem de corrente elétrica, junto à bainha do nervo pudendo que produzia contração do óstio prepucial e ânus. Na sequência aplicou-se lidocaína ou lidocaína alcalinizada pela adição de bicarbonato sódico 8,4%, na dose de 1mg/kg, em ambas as raças. Por um período de quatro horas após os bloqueios, foi investigado se ocorria exposição manual ou espontânea e o comprimento da exposição e a sensibilidade peniana, bem como os sinais de incoordenação motora. O efeito anestésico foi comprovado pela facilidade de relaxamento peniano, por meio da tração manual. O início do relaxamento seguido da exposição peniana manual ocorreu em 100% dos animais após 20 (HL e HLA) a 30 (GL e GLA) minutos da injeção do anestésico. A exposição peniana, por 90 minutos, ocorreu em 100% dos bovinos, independente do grupo e atingiu 220 minutos no grupo HLA. O uso do neuroestimulador contribuiu para a eficácia de 100% de bloqueio do nervo pudendo. A neuroestimulação aumentou a precisão da localização do nervo pudendo e favoreceu à padronização da dose de 1 mg/kg de lidocaína regular, sem que se observasse aumento da eficácia com o uso da lidocaína alcalinizada.

**Palavras-chave:** Eletroestimulação, lidocaína, ruminante, pênis, geniturinário.

## **BOVINE'S PUDENDAL BLOCK GUIDED BY NERVE STIMULATOR**

**ABSTRACT** – The bulls sometimes require local anesthetic pudendal nerve block (PNB) to expose its prepuce' sheath and the penis. The pudendal nerve has deep location, that makes difficult the execution of the anesthetic block and could cause technique inaccuracy. The nerve stimulator helps to reduce injected anesthetic volume and increases the efficacy of the nerve block since it improves the accuracy of the anesthetic injection at the nerve sheath however have not yet been employed to help of the bovine's pudendal nerve block. The PNB is mandatory to perform the physical examination of the external genitalia of bulls and the nerve stimulator can help the bovine's pudendal nerve localization. The efficacy of regular and alkalized lidocaine (1mg/kg) in the PNB was compared in ten Gir and ten Holstein bulls allocated in four groups: Gir (GL) or Holstein (HL) injected with lidocaine without vasoconstrictor and Gir (GLA) or Holstein (HLA) injected with lidocaine alkalized with sodium bicarbonate 8,4%. There was two weeks interval to re-test the PNB for each group. The pudendal nerve was searched by inserting a special needle in the right and left ischial region. By a wire connected at the hub of the special needle the triggered electric current until find the point nearby the sheath of the pudendal nerve. The ideal localization of the needle tip was confirmed by the contraction of the preputial ostium and anal sphincter. During four hours after the anesthetic blocks manual or spontaneous penile exposure, length of penile exposure, penile sensitivity and motor incoordination were investigated. The pudendal nerve block exposed the penis easily through traction in all animals. The onset of relaxation followed by manual penile exposure occurred in 100% of the animals after 20 (HL and HLA) at 30 (GL and GLA) minutes of the anesthetic injection. The penile exposure for 90 minutes occurred in 100% of the cattle, independent of the group and reached 220 minutes in the HLA group. The use of the neurostimulator contributed to the efficacy of 100% pudendal nerve block. Neurostimulation increased the accuracy of pudendal nerve localization and favored the standardization of the 1 mg / kg dose of regular lidocaine without increasing the efficacy of alkaline lidocaine.

**Key words:** Peripheral nerve stimulation, lidocaine, ruminant, penis, genitourinary.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
<b>1</b> Intensidade de corrente elétrica na localização do nervo pudendo para execução de bloqueio anestésico com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....	25
<b>2</b> Porcentagem de exposição peniana espontânea antes e após bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....	26
<b>3</b> Porcentagem de exposição peniana manual antes e após bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....	28
<b>4</b> Média e desvio padrão (DP) do comprimento de exposição peniana (cm) em bovinos antes e após bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....	30
<b>5</b> Porcentagem de sensibilidade peniana após o bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....	32

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ilustração da origem do nervo pudendo, incluindo seus ramos perineal profundo, dorsal do pênis e perineal superficial (Adaptado de Ashdown, 2006).....	5
2	Introdução de agulha específica para o equipamento de neuroestimulação (0,8 x 100 mm – 21 G 4”) em região glútea direita para o bloqueio anestésico local do nervo pudendo de bovino da raça Holandesa, FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....	18
3	Esquema mostrando a agulha posicionada para o bloqueio anestésico local do nervo pudendo em bovino (lado direito). Posição da mão para a palpação do nervo pudendo interno (A). Nervo retal caudal (B), artéria pudenda interna (C), ligamento sacroisquiático (D) e nervo ciático (E) (SKARDA e TRANQUILLI, 2013).....	18
4	Representação dos momentos de avaliação dos parâmetros exposição peniana manual ou espontânea, comprimento de exposição peniana, sensibilidade peniana e incoordenação motora antes e após a realização do bloqueio anestésico local do nervo pudendo em bovinos da raça Holandesa (n=10) ou da raça Gir (n=10) ao longo de 240 minutos, FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....	20
5	Mensuração do comprimento de exposição peniana com auxílio de régua, em bovino da raça Gir, 30 minutos após a realização do bloqueio anestésico local do nervo pudendo, utilizando 1 mg/kg de lidocaína 1,8% sem vasoconstritor FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....	21
6	Teste de sensibilidade peniana com a penetração de agulha 30x0,8mm em túnica albugínea em bovino da raça Gir, após 30 minutos da realização do bloqueio anestésico local do nervo	



<b>Figura</b>	<b>Página</b>
<p>podendo, utilizando 1 mg/kg de lidocaína 1,8% sem vasoconstritor, FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....</p>	22
<p><b>7</b> Porcentagem de exposição peniana espontânea antes e após bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....</p>	27
<p><b>8</b> Porcentagem de exposição peniana manual antes e após bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....</p>	29
<p><b>9</b> Comprimento de pênis exposto antes e após o bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....</p>	31
<p><b>10</b> Porcentagem de sensibilidade peniana após o bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.....</p>	32

## 1. INTRODUÇÃO

Em 2016 o rebanho brasileiro alcançou o número recorde de 218,23 milhões de bovinos, com um aumento de 1,4% em relação ao ano de 2015, possuindo o segundo maior rebanho e sendo o segundo maior produtor de carne mundial (IBGE, 2016). No rebanho bovino há relação positiva entre o valor genético dos touros e de suas respectivas progênes (Magnabosco et al., 2013).

Devido à importância do touro nas taxas de fertilidade de um rebanho, as enfermidades que acometem a genitália externa (prepúcio, pênis, escroto e testículos), principalmente de raças zebuínas, podem interferir na eficiência reprodutiva, prejudicando ou impossibilitando o coito. O diagnóstico e o tratamento tardio destas enfermidades contribuem para o descarte precoce dos reprodutores (Rabelo et al., 2015).

No tocante à manipulação do pênis e prepúcio de touro é usual o bloqueio anestésico dos nervos pudendo e hemorroidal. A execução precisa dos bloqueios anestésicos desses ramos nervosos (pudendo e hemorroidal) auxilia e facilita o exame e a identificação de alterações e de afecções da genitália externa corriqueiras, como por exemplo, persistência de freio, desvio lateral do pênis e fibropapiloma de glândula, que prejudicam ou impedem a cópula (Anderson e Edmondson, 2013).

A abordagem pela fossa isquiorretal para se alcançar o nervo pudendo, objetivando o bloqueio anestésico local, foi descrita inicialmente por Larsen (1953). Mais tarde, a técnica foi aprimorada por McFarlane (1963) que apresentou uma técnica alternativa, utilizando abordagem lateral, que demonstrou ser mais precisa e conseqüentemente com necessidade de administração de menores volumes de anestésico local.

Em bovinos e pequenos ruminantes, o bloqueio anestésico local do nervo pudendo é realizado empregando principalmente o cloridrato de lidocaína (Mariz et al., 2001; Mendonça, 2010). Este fármaco possui alta solubilidade, acessando o sítio de ação em todo tipo de fibra nervosa. Sua duração oscila entre 60 a 90 minutos (Anderson e Edmondson, 2013). A lidocaína também pode ser tamponada com bicarbonato sódico 8,4%, objetivando reduzir o desconforto, dor e ardor durante a infiltração do anestésico (Fonseca Júnior et al., 2009).

Em seres humanos, o bloqueio anestésico local do nervo podendo também é utilizado, tanto na cirurgia como no pós-operatório de hemorroidectomias. Esta técnica possui desvantagens, como a possibilidade de injúria vascular pudenda e tempo despendido para identificar o local correto, resultando desconforto no paciente. Para minimizar tais complicações, é indicada a realização do bloqueio guiada pelo equipamento de neuroestimulação (Kim et al., 2011).

A neuroestimulação ou estimulação nervosa periférica é um método direto alternativo que facilita a realização de bloqueios anestésicos, pois permite identificação e localização de um componente motor ou vários nervos periféricos. É utilizado em seres humanos há décadas nos procedimentos anestésicos para a localização de diversos nervos. Este equipamento é importante para reduzir o volume de anestésicos locais, bloqueando os nervos de difícil localização, aumentando consideravelmente a porcentagem de sucesso dos bloqueios e com menor possibilidade da ocorrência de lesão nervosa (Greenblatt e Denson, 1962; López-Herranz, 2008).

Todos os métodos que visam reduzir o volume de fármacos em animais de produção são benéficos, pois na última década há preocupação quanto ao uso de fármacos na produção de carne e de leite, pois estes são classificados como resíduos, prejudicando a segurança alimentar definida pela norma NBR ISO 22000. Os medicamentos veterinários, quando utilizados incorretamente, com a administração de doses elevadas em vias incorretas, podem resultar em resultados acima dos limites máximos de resíduos, representando risco à saúde humana (Prestes et al., 2013).

Mesmo com a preocupação em se diminuir o volume de medicamentos, a técnica de bloqueio anestésico guiado pelo equipamento de neuroestimulação ainda é pouco explorada em animais. Nos últimos anos houve aumento nos estudos utilizando tal método, com ensaios voltados para a realização de bloqueio paravertebral em cães, membros torácicos e pélvicos de bovinos e cães. Tal técnica permite a localização mais precisa e uso de menor volume de anestésico local (Cabala, 2016; Villela, 2016). Tais benefícios estimulam os estudos das técnicas anestésicas com o auxílio do neuroestimulador.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Diversas enfermidades acometem o aparelho genital de touros, que prejudicam ou impossibilitam a cópula e resultam em perda de libido. É necessário o exame clínico específico da genitália, a realização do teste de serviço, que consiste na observação do comportamento sexual do touro na presença de uma fêmea no cio e a anestesia dos nervos pudendo e hemorroidal (Rabelo et al., 2008).

Em touros, a raça pode influenciar na incidência de enfermidades da genitália externa. Os animais de raças zebuínas (*Bos indicus*) desenvolvem enfermidades da genitália externa com mais frequência que os touros taurinos (*Bos taurus*) e mestiços (*Bos indicus x Bos taurus*). Na mesorregião de Goiás, as raças de reprodutores bovinos portadores de enfermidades na genitália externa, resultando em dificuldade, inabilidade na cópula ou perda de libido foram Nelore, Gir e Holandesa (Rabelo et al., 2008; Rabelo et al., 2015).

Estudo retrospectivo em 3.125 touros no estado de Goiás indicou que 217 (14,4%) machos de diferentes raças, com idade entre 25 e 120 meses, apresentaram alguma enfermidade da genitália externa responsiva a tratamento cirúrgico. As afecções mais diagnosticadas neste estudo foram acrobustite, fibropapiloma de glândula e abscesso prepucial (Rabelo et al., 2015).

Para a realização do exame clínico ou intervenções cirúrgicas destas enfermidades, é necessário o relaxamento do músculo retrator do pênis, permitindo a exposição do pênis. O pênis do touro é examinado após leve sedação, massagem de glândulas sexuais acessórias e tração manual da flexura sigmoide. Porém, devido a complicações que o decúbito pode promover em bovinos após a sedação, é preferível que o animal permaneça na posição quadrupedal, sendo o bloqueio anestésico local do nervo pudendo uma técnica indicada para exame e cirurgias do pênis e prepúcio (Eurides et al., 1981; Prado et al., 2016).

Além de causar decúbito, o uso de tranquilizantes ou sedativos para a exposição do pênis, pode resultar em ataxia dos bovinos. A associação de acepromazina (0,33 mg/kg pela via intramuscular) e bloqueio anestésico local do nervo pudendo e hemorroidal foi realizada por Franco da Silva et al. (1997) em 40 bovinos e 5 bubalinos. Neste estudo, foi obtida a tranquilização dos animais com a possibilidade de exposição manual do pênis, porém com a manifestação de

incoordenação motora dos membros pélvicos em 22,2% dos animais submetidos à associação medicamentosa.

Para reduzir complicações do uso de sedativos e tranquilizantes, o bloqueio anestésico local do nervo pudendo pode ser usado no touro em posição quadrupedal, para relaxamento do pênis e analgesia distal da flexura sigmoide e exame do pênis. Também pode ser realizado em fêmeas, aliviando a tensão provocada pelo prolapso vaginal crônico. Esta técnica também pode ser usada para procedimentos cirúrgicos do pênis, como reparação de prolapso, remoção de tumores perianais, papilomas ou verrugas penianas e outras cirurgias menores em pênis e prepúcio (Edmondson, 2016).

### **2.1. Anatomia topográfica do nervo pudendo**

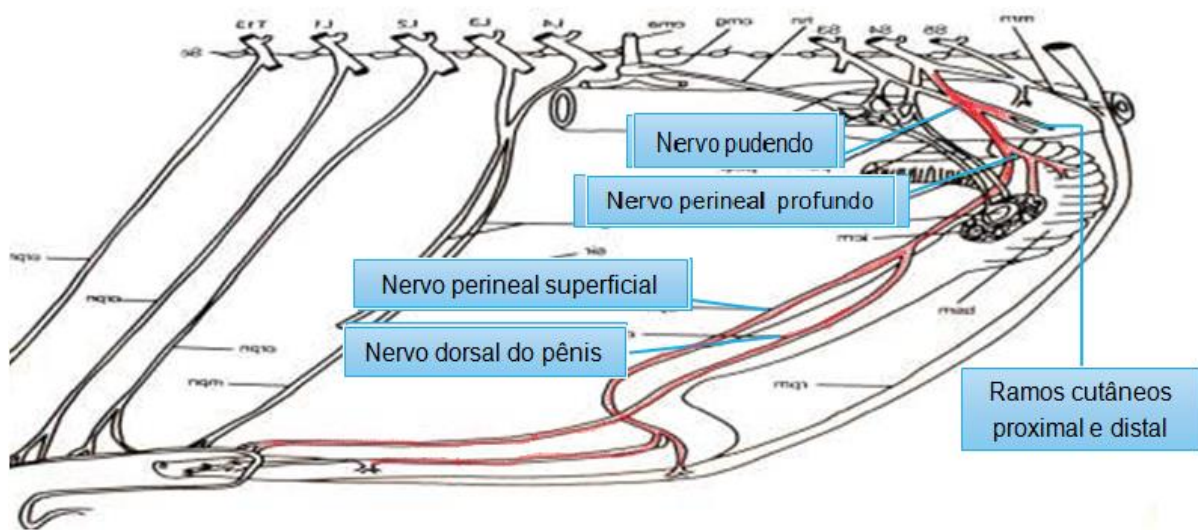
O músculo retrator do pênis possui papel importante nos bovinos, pois auxilia na manutenção do tônus da flexura sigmoide ou recolhimento do pênis, antes e após a cópula, pela contração das fibras musculares lisas. É presente em pares em bovinos e atinge o pênis na curvatura caudal da flexura sigmoide e a sua contração é controlada pela inervação simpática, transmitida pelos troncos dos nervos pudendo e retal caudal (Dyce et al., 1990; Mendonça, 2010).

Nos bovinos, o nervo pudendo se origina a partir do ramo do segundo, terceiro e quarto nervos sacrais e emerge na cavidade pélvica, sobre a face interna do ligamento sacrotuberal largo, localizado abaixo do músculo bíceps femoral incorporado ao glúteo superficial, formando uma combinação denominada de gluteobíceps. Este músculo se estende sobre a superfície lateral do quadril e da coxa, superficialmente ao músculo glúteo médio, sendo recoberto pela pele (Getty, 1986; Dyce et al., 2010).

O nervo pudendo situa-se medialmente ao ligamento sacrotuberal largo e dorsalmente à artéria ilíaca interna, e próximo ao forame isquiático menor, com emissão de ramos cutâneos proximal e distal (Ferraz, 1997). Na espécie bovina, o nervo pudendo emerge da cavidade pélvica próximo ao arco isquiático, que está localizado na parte intrapélvica do músculo obturador externo, dividindo-se em nervo dorsal do pênis e nervo perineal superficial. O nervo dorsal do pênis se estende sobre a superfície dorsolateral do pênis e se divide em dois a três ramos que

inervam todo o pênis. O nervo perineal superficial dá origem ao ramo escrotal e ao ramo prepucial (Dellmann e McClure, 1986).

Além disso, nos bovinos há o nervo perineal profundo que emerge do nervo pudendo, distal ao forame isquiático menor, que passa caudalmente à superfície lateral do músculo coccígeo e do músculo levantador do ânus. Logo após, se divide em ramos que são distribuídos para os músculos bulboesponjoso, isquiocavernoso, músculo esfíncter externo do ânus e uretral (Dellmann e McClure, 1986). O nervo pudendo e suas ramificações está ilustrado na Figura 1.



**Figura 1** – Ilustração da origem do nervo pudendo, incluindo seus ramos perineal profundo, dorsal do pênis e perineal superficial (Adaptado de Ashdown, 2006).

Os nervos possuem fibras aferentes, eferentes ou mistas, sendo classificados como sensoriais, motores ou mistos. O tipo de fibra do nervo pudendo não é descrito na espécie bovina. Em ratos e felinos há confirmação que o nervo pudendo é um nervo misto, com fibras aferentes e eferentes (Ueyama et al., 1987; Thor et al., 1989).

Em ratos que foram submetidos à cirurgia microscópica e eletrofisiologia do nervo pudendo, foi possível constatar que o nervo pudendo transporta fibras eferentes para os músculos coccígeos, interno obturador, bulboesponjoso ventral e dorsal, isquiocavernoso, esfíncter anal externo e esfíncter uretral externo, além de fibras aferentes para o pênis, prepúcio e escroto (Pacheco et al., 1997).

## **2.2. Bloqueio anestésico local do nervo pudendo**

O bloqueio anestésico local do nervo pudendo é realizado em diversos animais, incluindo seres humanos, dromedários, bovinos, caprinos, ovinos e equinos (Schumacher et al., 1985, Franco da Silva et al., 1997; Mariz et al., 2001; Imbelloni et al., 2005; Ahmed et al., 2011). Este bloqueio possui como vantagens a manutenção do tônus da cauda e a ausência do envolvimento do nervo isquiático (Muir e Hubbell, 1995).

Os acessos pela fossa isquiorretal ou lateral são descritos para a realização do bloqueio anestésico local do nervo pudendo em bovinos. Este bloqueio anestésico inicialmente foi realizado com a administração do anestésico local em quatro pontos. Com estudos, foi elucidado que independente do acesso, a administração de anestésico em dois pontos é suficiente para completa anestesia do pênis e relaxamento da flexura sigmoide. A primeira administração é feita no nervo pudendo, no aspecto medial do forame isquiático menor. A segunda aplicação é indicada entre os nervos hemorroidal posterior e pudendo, penetrando o ligamento sacroisquiático. O procedimento deve ser realizado na região glútea esquerda e direita do animal, administrando anestésico local, como por exemplo a lidocaína, no volume de 25 mL em cada antímero (Mcfarlane, 1963; Muir e Hubbell, 1995).

A abordagem lateral consiste inicialmente na localização do forame isquiático menor pela palpação transretal, seguida da localização da artéria pudenda interna. Logo após uma agulha 40x1,2mm é introduzida na região glútea em direção ao forame previamente identificado, atravessando o ligamento sacrotuberal e administrando 10 mL de anestésico local na região do centro do forame bloqueando o nervo pudendo e o restante, no sentido das bordas ventral, cranial e caudal do forame, bloqueando assim o nervo hemorroidal (Franco da Silva et al., 1997).

Há o acesso isquiorretal para a anestesia do nervo pudendo, em que a agulha é introduzida na fossa isquiorretal por cinco a sete centímetros medial ao ligamento sacrotuberal e direcionada cranioventralmente. É descrita a utilização de 20 mL de anestésico local próxima ao nervo pudendo, para em seguida redirecionar a agulha caudodorsalmente, em dois a três centímetros, para a administração de dez mL de anestésico local cranial ao forame, para dessensibilizar os ramos do nervo hemorroidal (Anderson e Edmondson, 2013).

Em ovinos, o bloqueio do nervo pudendo é realizado de maneira alternativa, introduzindo uma agulha de cinco centímetros, distal à raiz do pênis, abaixo do músculo isquiocavernoso ou então, imediatamente caudal ao “S” peniano ou flexura sigmoide. Para a exposição do pênis é necessária a tração manual, pois não ocorre a exposição espontânea (Mariz et al., 2001).

Em dromedários também é utilizado o bloqueio do nervo pudendo, havendo a descrição de três técnicas, similares aos acessos lateral e isquiorretal. Nesta espécie, indica-se o uso de 30 mL de lidocaína, que embora não permita a exposição espontânea do pênis, permite a exposição manual, a partir de oito minutos após a realização do bloqueio (Ahmed et al., 2011).

Em equinos, o bloqueio do nervo pudendo foi descrito primeiramente por Schumacher et al. (1985) realizando o acesso isquiorretal, dorsolateral ao reto. Para a realização da técnica foi preconizada a introdução de uma agulha de 15 cm entre a parede retal e a superfície medial do ligamento sacroisquiático, administrando no mínimo 20 mL de mepivacaína com corante. Com esta técnica constatou-se dessensibilização cutânea em ânus, períneo, vulva e pênis de equinos machos e fêmeas, com duração de 45 minutos a quatro horas. Além disso, permitiu a exposição do pênis após um a sete minutos da administração do fármaco, com duração de 75 minutos a quatro horas.

A técnica anestésica do bloqueio no nervo pudendo em bovinos permite a realização de diversos procedimentos cirúrgicos na região de pênis e prepúcio principalmente. Silva et al. (2017) empregaram o bloqueio anestésico local do nervo pudendo para a correção cirúrgica de acrobustite em bovino na posição quadrupedal, utilizando os fármacos lidocaína e ropivacaína.

### **2.3. Neuroestimulador**

Greenblatt e Denson (1962) desenvolveram um pequeno e portátil estimulador de nervos, que emitia um impulso de onda quadrada de 0,001 segundos de duração a intervalos de um segundo. Este equipamento foi utilizado em seres humanos, auxiliando no bloqueio anestésico de 87 nervos, verificando que quanto mais perto do nervo, menor voltagem era requerida para a estimulação motora, sem manifestação dolorosa.



Este método auxiliar é usado na localização do componente motor de um ou vários nervos periféricos, aplicando corrente constante cuja frequência, intensidade e duração podem ser modificadas pelo operador. A corrente elétrica flui entre os eletrodos positivos e negativos do circuito. A despolarização ocorrerá ou não, dependendo da distância do campo elétrico na ponta do eletrodo estimulante negativo (representado por uma agulha isolada em teflon), a quantidade de eletricidade e o limiar de estimulação de cada nervo. Essa despolarização e potenciais de ação provocam contração muscular e movimento de intensidade variada (Bollini e Cacheiro, 2006).

A intensidade de corrente é um parâmetro variável para a estimulação nervosa periférica, variando de zero a cinco miliamperes (mA), dependendo do modelo do equipamento. As diferentes intensidades de corrente e as respostas motoras obtidas estão correlacionadas com a distância entre a ponta da agulha e o nervo. A duração do impulso gerado pelo equipamento pode ser de 0,1; 0,3; 0,5 e um milisegundos (ms). A quantidade total de energia elétrica fornecida ao nervo será o produto da intensidade e duração do estímulo. O ponto para a injeção do anestésico local é obtido quando a resposta motora do grupo muscular inervado, localizado e estimulado, tem um grau visível de contração muscular, com valor próximo a 0,5 mA, duração de 0,1 ms e frequência de um a dois hertz (Hz). Porém estes valores variam entre os nervos e técnicas (Bollini e Cacheiro, 2006; López-Herranz, 2008).

O bloqueio do nervo podendo em humanos pode ser realizado com o auxílio do neuroestimulador. Esta técnica é empregada em cirurgias de afecções hemorroidárias, ou no controle da dor no pós-operatório, que é um dos maiores problemas nestes pacientes. O uso do neuroestimulador para identificação e bloqueio ou anestesia do nervo podendo, com bupivacaína S75:R25, proporcionou anestesia perineal por 20 a 21 horas (Imbelloni et al., 2005).

A técnica utilizada para o bloqueio do nervo podendo no homem com o neuroestimulador, emprega frequência de um Hz e corrente elétrica inicial de um a dois mA, observando contração do esfíncter externo anal, reduzindo a corrente estimulatória até 0,5 a 0,6 mA, com a observação das contrações musculares. Em pacientes com dor pélvica crônica ou cirurgias anorretais, o bloqueio do nervo podendo com o auxílio do neuroestimulador foi empregado, resultando em uma

única injeção de bupivacaína, diminuindo o desconforto ao paciente de múltiplas injeções e sem a necessidade de sedação prévia (Kim et al., 2011).

Gallacher et al. (2016) obtiveram resultados satisfatórios ao realizar bloqueio do nervo podendo em 27 equinos (22 fêmeas e 5 machos castrados) com o auxílio do neuroestimulador. O acesso utilizado foi o isquiorretal, introduzindo a agulha ventrolateral ao ânus. Utilizando corrente elétrica de 0,4 a 0,6 mA, com duração de 0,1 ms e frequência de 1 ou 2 Hz, foi possível constatar que a contração anal e perineal ocorre em equinos, quando a agulha está próxima ao nervo podendo.

Na espécie bovina há poucos relatos do uso deste equipamento. Cabala (2016) descreve o uso do neuroestimulador nos bloqueios subescapular do plexo braquial; do nervo radial; nervo ulnar, musculocutâneo e mediano; proximal paravertebral torácica; lateral do nervo isquiático e nervo tibial. De acordo com a anatomia de cada bloqueio, a agulha foi inserida e acoplada ao neuroestimulador, que emitiu corrente elétrica inicial de um mA, reduzindo para 0,4 mA, resultando em contração muscular. O equipamento foi eficaz na localização do nervo, auxiliando na administração de lidocaína ou bupivacaína. Neste estudo, a bupivacaína obteve resultado superior nos bloqueios, principalmente em membros pélvicos, quando comparados com a lidocaína.

De uma maneira geral, o uso do neuroestimulador possui indicação para bloqueios considerados de difícil execução. O bloqueio paravertebral torácico em cães possui dificuldade elevada de execução, devido ao tamanho reduzido do espaço paravertebral torácico e à dificuldade de acesso. Com o neuroestimulador é possível o correto posicionamento da agulha, aumentando a precisão na deposição do fármaco no espaço paravertebral e de forma segura, sem o risco de pneumotórax por punção pleural da agulha (Villela, 2016).

Há poucos estudos em animais que comparam o efeito do bloqueio guiado apenas por referências anatômicas, com o bloqueio guiado pelo neuroestimulador que objetiva aumentar a acurácia do bloqueio. Em cães esta comparação foi realizada no bloqueio dos nervos femoral e isquiático em cirurgia reconstrutiva de ruptura de ligamento cranial e não foi observada diferença significativa entre os dois métodos, pois ambos necessitaram de administração de analgésicos nos períodos trans e pós-cirúrgico (Cardoso, 2015).

Em humanos, além do uso do neuroestimulador, nos últimos anos ocorreu crescimento da técnica de bloqueio anestésico guiado por ultrassom, com a vantagem de menor risco de lesão vascular e nervosa, além de maior precisão com visualização direta em tempo real. Em estudo realizado por Conceição et al. (2009), avaliando o tempo de execução e taxa de sucesso no bloqueio do plexo braquial pela via axilar, guiado por neuroestimulação ou ultrassonografia, em cirurgias em mãos de seres humanos, não foi detectada diferença entre os dois métodos. Os bloqueios guiados por neuroestimulação associaram-se com maior frequência de punções vasculares, mas sem maiores complicações, sendo ainda considerado um método adequado para a identificação de nervos.

#### **2.4. Lidocaína**

Um dos principais anestésicos locais utilizados no homem e em animais é a lidocaína. A lidocaína é utilizada em diversas espécies, incluindo principalmente a bovina, equina, caprina, ovina, canina, felina, entre outras. Este fármaco é empregado em diversas vias, sendo elas, intravenosa, subcutânea, tópica, perineural, epidural e intra-articular (Mariz et al., 2001; Cassu et al., 2004; Almeida et al., 2005; Cárdenas, 2006; Cassu et al., 2010; Mendonça, 2010; Barbosa et al., 2015; Cabala, 2016).

A ação dos anestésicos locais, incluindo a lidocaína, ocorre em nível celular. Inicialmente a geração e propagação de impulsos ocorrem nos axônios nervosos e para levar a informação aferente e eferente requerem fluxo de correntes iônicas específicas através de canais na membrana plasmática. Estes canais abrem e fecham dependendo do potencial elétrico da membrana celular. O principal determinante da despolarização das fibras nervosas depende do influxo específico de íons de sódio através dos canais de sódio nos axônios das células nervosas. Os anestésicos locais se ligam de maneira reversível e bloqueiam os canais de sódio, evitando assim a iniciação ou propagação dos impulsos elétricos necessários para a condução nervosa (Eappen e Datta, 1998).

Os anestésicos locais bloqueiam os canais de sódio no organismo inteiro, incluindo o sistema nervoso central e o sistema cardiovascular, o que pode levar à toxicidade em altas doses. Em geral, os sinais clínicos de intoxicação do sistema nervoso central precedem os sinais cardiovasculares, mas dependem do fármaco

utilizado e da via administrada. No homem destacam-se a dormência da língua, paladar metálico e tontura que progridem para espasmos musculares, agitação, inquietação, convulsões e parada respiratória. A dose cardiotoxicidade é aproximadamente três vezes a necessária para causar toxicidade no SNC (Fischer, 2009).

Além de efeitos adversos sistêmicos, os anestésicos locais podem causar neurotoxicidade quando ocorre a administração intraneural, mas as lesões de nervos periféricos são complicações raras da anestesia regional. Estas lesões geralmente são leves ou subclínicas e reversíveis. Em estudo realizado em ratos, a administração dos anestésicos locais bupivacaína, levobupivacaína e lidocaína no nervo isquiático, causou alterações histopatológicas e deficiência motora, com frequência e gravidade variadas. O dano neural resulta de trauma mecânico da agulha, de efeitos químicos do anestésico local, de isquemia, ou de uma combinação destes fatores (Sen et al., 2016).

A lidocaína na concentração de 2% é o anestésico local mais utilizado em bovinos, por sua eficácia, baixo custo e baixo risco de toxicidade. Este fármaco é considerado mais potente que a procaína e difunde-se mais amplamente nos tecidos, com duração intermediária de 60 a 90 minutos (Anderson e Edmondson, 2013). De uma maneira geral a dose máxima permitida em animais de lidocaína sem vasoconstritor é de 7 mg/kg e 9 mg/kg com a associação de vasoconstritores (Massone, 2008).

O uso da lidocaína no bloqueio anestésico local do nervo podendo é descrito em equinos, bovinos, camelos dromedários e caprinos. O volume utilizado varia de acordo com cada espécie, variando de 2 mL na espécie caprina até 30 mL em camelos dromedários (Mariz et al., 2001; Mendonça, 2010; Ahmed et al., 2011; Gallacher et al., 2016). Em bovinos o volume de lidocaína empregado no bloqueio anestésico local do nervo podendo varia entre 20 a 75 mL em cada ponto de aplicação (Hopper et al., 2013).

## **2.5. Lidocaína alcalinizada**

A alcalinização de soluções anestésicas locais possui o objetivo de acelerar o início dos principais bloqueios nervosos, bem como prolongar e, possivelmente,

intensificar o efeito. O bicarbonato sódico 8,4 ou 4% ou CO<sub>2</sub> são utilizados para alcalinização de anestésicos locais, como a lidocaína (Peterfreund et al., 1990).

A adição de CO<sub>2</sub> ou bicarbonato sódico a anestésicos locais potencializa a ação de bloqueio em nervos periféricos *in vitro*, mas com efeitos contraditórios *in vivo*. A alcalinização do pH aumenta a quantidade extraneural do anestésico local não ionizado, que é a forma que se difunde através da fase lipídica da membrana neural. Tanto adição de CO<sub>2</sub> quanto a adição de bicarbonato sódico resultam em concentrações semelhantes de CO<sub>2</sub>, porém o pH é maior significativamente quando adicionado o bicarbonato. O CO<sub>2</sub> produzido pela adição do bicarbonato sódico ao anestésico local, penetra no nervo e pode determinar o aprisionamento da forma catiônica ativa do anestésico local pela acidificação do axoplasma (Wong et al., 1993; Curatolo et al., 1998).

O CO<sub>2</sub> potencializa a ação bloqueadora de anestésicos locais de aminas terciárias que interconvertem rapidamente entre a forma de base não ionizada e a forma protonada catiônica. O CO<sub>2</sub> pode modular a ação anestésica local no canal de sódio, com a captura de íons, aumentando a concentração de anestésico local protonado no axoplasma através de acidificação interna, mecanismos pelos quais o CO<sub>2</sub> atuaria diretamente como um agente bloqueador de impulsos. Adicionalmente, o CO<sub>2</sub> reduz a excitabilidade elétrica da membrana nervosa, que potencializa o efeito inibitório da excitabilidade da lidocaína (Wong et al., 1993).

Em seres humanos há diversos estudos da alcalinização da lidocaína administrada pela via epidural. O uso do bicarbonato de sódio na alcalinização da lidocaína sem vasoconstritor acelera o início da analgesia epidural e aumenta o grau de bloqueio motor, quando administrados pela via epidural. Já a adição de CO<sub>2</sub> à lidocaína não confere as mesmas vantagens (Curatolo et al., 1998).

A alcalinização da lidocaína tamponada ou alcalinizada é utilizada em seres humanos em diversos procedimentos, no intuito de minimizar o desconforto durante a aplicação de soluções anestésicas, pois o aumento do pH da solução anestésica diminui a irritação tecidual. A lidocaína com vasoconstritor alcalinizada com bicarbonato sódico 8,4% na proporção de 9:1 é utilizada em pacientes humanos submetidos à blefaroplastia, porém, não possui diferença significativa na sensação de dor em relação à lidocaína com vasoconstritor não alcalinizada (Fonseca Júnior et al., 2009).

Duarte (2017) comparou o efeito da lidocaína com vasoconstritor ao efeito da associação do mesmo fármaco com bicarbonato sódico pela via epidural em equinos. Este estudo mostrou que a alcalinização da solução reduziu o tempo de latência em algumas áreas próximas à região anogenital, além de diminuir a duração da ataxia, sem prejudicar a duração e extensão da anestesia.

O efeito da alcalinização da lidocaína foi contraditório em ratos. O efeito da adição de bicarbonato sódico a lidocaína (1%), na proporção 10:1 foi avaliado após bloqueio do nervo isquiático em ratos. Sendo que a adição de bicarbonato sódico reduziu a duração do bloqueio da lidocaína comercial sem vasoconstritor (1%), quando não havia associação com epinefrina (Sinoott et al., 2000).

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo geral**

- Avaliar e descrever a técnica do bloqueio anestésico local do nervo podendo guiado por neuroestimulador em bovinos das raças Gir e Holandesa.

#### **Objetivos específicos**

- Testar a eficácia da dose de 1 mg/kg de lidocaína ou de lidocaína alcalinizada no bloqueio anestésico local do nervo podendo, com emprego do neuroestimulador em bovinos da raça Gir e Holandesa.
- Comparar a latência e a duração do bloqueio anestésico local do nervo podendo entre a lidocaína e a lidocaína alcalinizada em diferentes raças de bovinos.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Comitê de ética em experimentação animal

O projeto foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação Animal da Universidade de Uberaba (processo nº019/2017).

### 4.2. Estudo piloto

Estudo piloto foi realizado para determinar a dose de lidocaína 2% sem vasoconstritor empregada no bloqueio anestésico local do nervo pudendo com o auxílio do neuroestimulador. A técnica foi realizada em dois bovinos da raça Gir e um bovino da raça Holandesa com peso médio de 198,5 kg.

Nestes animais foram testadas as doses de 1,5; 1,0 e 0,8 mg/kg. Para cada dose foi avaliada a possibilidade de exposição peniana manual ou espontânea, tempo de latência e duração do bloqueio anestésico. Com a dose de 0,8 mg/kg não foi possível a exposição peniana nos animais avaliados. A exposição peniana manual foi possível e semelhante com as doses de 1,5 e 1,0 mg/kg. Optou-se pela dose de 1,0 mg/kg, para a execução do projeto de pesquisa.

### 4.3. Animais

Foram utilizados 20 bovinos adultos, machos, inteiros, pesando  $214,9 \pm 36,1$  quilos, com idade entre 15 e 24 meses, obtidos da região de Uberaba (MG), sendo 10 animais da raça Gir ( $214,6 \pm 32,7$  quilos) e 10 animais da raça Holandesa ( $215,3 \pm 41$  quilos). Durante o período experimental, os bovinos ficaram alojados em piquetes com pastagem de *Brachiaria sp* e suplementados com silagem de milho, ração comercial, sal mineral para bovinos e água à vontade.

Todos os animais foram submetidos a exame físico completo (frequência cardíaca, frequência respiratória, motilidade ruminal, temperatura retal e coloração de mucosa ocular), bem como coleta de sangue venoso para avaliação hematológica e perfil bioquímico, com o intuito de comprovar hígidez. Os animais foram manejados e condicionados ao tronco de experimentação durante um mês, para se habituarem ao local do experimento.



#### 4.4. Delineamento experimental

Cada bovino participou de dois grupos experimentais, mantendo um intervalo de, no mínimo, 15 dias entre cada ensaio experimental. A distribuição se deu por sorteio, em um estudo cego, tipo “cross-over”. Foram avaliados dois tratamentos em duas raças diferentes, resultando então em quatro grupos experimentais:

- Gir lidocaína (GL): animais da raça Gir (n=10) que receberam o fármaco lidocaína 1,8% sem vasoconstritor, no bloqueio anestésico local do nervo pudendo;
- Holandesa lidocaína (HL): animais da raça Holandesa (n=10) que receberam o fármaco lidocaína 1,8% sem vasoconstritor, no bloqueio anestésico local do nervo pudendo;
- Gir lidocaína alcalinizada (GLA): animais da raça Gir (n=10) que receberam o fármaco lidocaína 1,8% sem vasoconstritor previamente alcalinizado com bicarbonato sódico 8,4%, no bloqueio anestésico local do nervo pudendo;
- Holandesa lidocaína alcalinizada (HLA): animais da raça Holandesa (n=10) que receberam o fármaco lidocaína 1,8% sem vasoconstritor previamente alcalinizado com bicarbonato sódico 8,4%, no bloqueio anestésico local do nervo pudendo.

Em GL e HL foi administrado 1 mg/kg de lidocaína sem vasoconstritor 2%<sup>1</sup> adicionado a água de injeção<sup>2</sup> na proporção de 10:1 (10 mL de lidocaína sem vasoconstritor 2% + 1 mL de água de injeção) bilateral. Nos grupos GLA e HLA foi administrado 1 mg/kg de lidocaína sem vasoconstritor 2% tamponada com bicarbonato sódico 8,4%<sup>3</sup> na proporção 10:1 (10 mL de lidocaína sem vasoconstritor 2% + 1mL de bicarbonato sódico 8,4%) bilateral.

Todas as soluções foram preparadas 30 minutos antes do início do experimento para se obter a diluição de 1,8%. Durante o experimento foram realizadas mensurações de pH em peagâmetro<sup>4</sup> e densidade em refratômetro<sup>5</sup> de ambas as soluções, para verificação das propriedades físico-químicas das diluições.

#### 4.5. Procedimento experimental

O experimento foi realizado no período de julho a setembro de 2017, nas instalações do Hospital Veterinário de Uberaba. No dia precedente ao início do

<sup>1</sup> Xylestesin 2% - Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos Ltda - Itapira, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Água para injeção 10 mL - Samtec - Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

<sup>3</sup> Bicarbonato de sódio 8,4% 10mL Samtec – Ribeirão Preto. São Paulo Brasil.

<sup>4</sup> Pg 2000 - Gehaka, São Paulo, São Paulo, Brasil.

<sup>5</sup> Q667 - Quimis, Diadema, São Paulo, Brasil.

experimento, os animais foram pesados e avaliados clinicamente observando-se atitude, comportamento e postura. Após realização da aferição dos parâmetros vitais, os animais foram mantidos em piquetes individuais com livre acesso à água e alimentação.

O início do experimento foi padronizado às sete horas. No dia da realização do experimento, os animais foram condicionados em tronco de contenção específico para a espécie bovina. O bloqueio anestésico local do nervo pudendo, assim como a preparação de todos os animais do experimento foi realizado por um único profissional previamente treinado, que desconhecia o tratamento realizado.

Após a contenção foi realizada tricotomia bilateral da pele da região glútea, um centímetro lateral aos processos espinhosos sacrais em formato quadrangular (10x10 centímetros), tendo como guia a tuberosidade isquiática como centro desta área. Outra tricotomia foi realizada no terço proximal do membro pélvico direito, entre os músculos semitendíneo e semimembranáceo, para a colocação de eletrodo adesivo para conexão do equipamento de neuroestimulação<sup>6</sup>. Após a realização da tricotomia, realizou-se antissepsia com clorexidine degermante e clorexidine alcoólico 0,5%.

Para execução do bloqueio anestésico local, inicialmente foi realizada palpação transretal para a identificação do forame isquiático menor. A mão do anestesista foi introduzida aproximadamente 18 centímetros no reto, considerando a distância do dedo médio até o punho do profissional. Os dedos foram direcionados lateralmente e ventralmente para identificação do forame isquiático menor. Após isso, o nervo pudendo foi localizado medialmente à artéria pudenda.

Com a mão oposta foi introduzida inicialmente uma agulha<sup>7</sup> próxima ao local estimado do nervo pudendo, apenas para a perfuração da pele do animal. Em seguida, uma agulha específica para o equipamento de neuroestimulação<sup>8</sup> (100 mm x 21 Gauge), foi introduzida paralela ao eixo da coluna sacral no centro da tricotomia (Figura 2), no sentido do forame isquiático menor e medial à artéria pudenda (Figura 3). A agulha utilizada possui revestimento isolante e apenas o bisel é condutor do estímulo empregado.

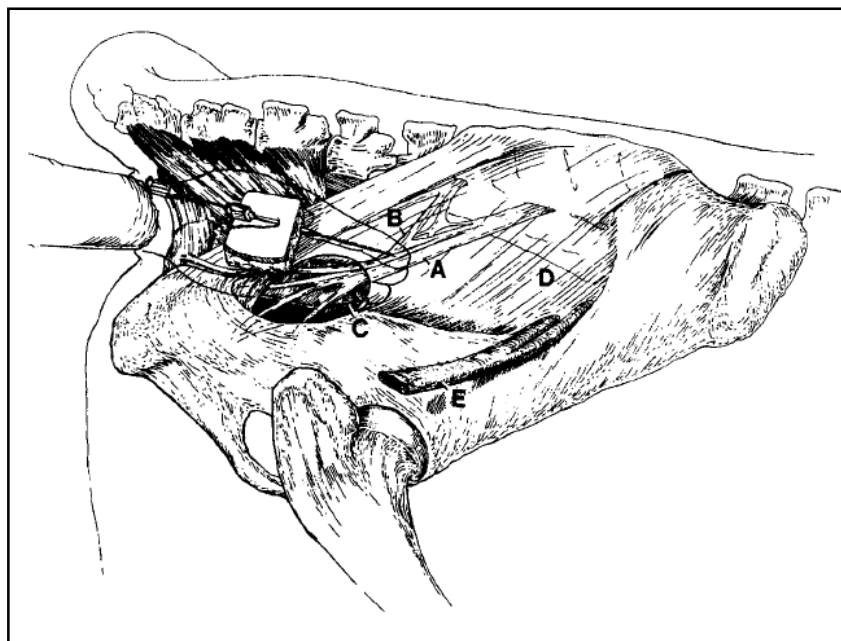
<sup>6</sup> Stimuplex® HNS12 - B. Braun - São Gonçalo, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>7</sup> Agulha 40 x 1,2 mm -PrecisionGlide® - BD - Curitiba, Paraná, Brasil.

<sup>8</sup> Agulha de anestesia locorregional 0,8 x 100 mm - Locoplex® L 100 mm - Vygon – Portugal.



**Figura 2** – Introdução de agulha específica para o equipamento de neuroestimulação (0,8 x 100 mm) em região glútea direita para o bloqueio anestésico local do nervo pudendo de bovino da raça Holandesa, FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.



**Figura 3** – Esquema de agulha posicionada para o bloqueio anestésico local do nervo pudendo em bovino (lado direito). Posição da mão para a palpação do nervo pudendo interno (A). Nervo retal caudal (B), artéria pudenda interna (C), ligamento sacroisquiático (D) e nervo isquiático (E) (SKARDA e TRANQUILLI, 2013).

O aparelho de neuroestimulação<sup>9</sup> que gera pulso quadrado negativo com duração selecionável do estímulo e corrente de estimulação continuamente ajustável

<sup>9</sup> Stimuplex® HNS12 - B. Braun - São Gonçalo, Rio de Janeiro, Brasil.

foi utilizado no experimento. O equipamento possui dois fios, um polo negativo (ânodo) e um polo positivo (cátodo). O fio do pólo negativo foi conectado a agulha específica para o equipamento de neuroestimulação, previamente introduzida na região glútea. O fio do pólo positivo foi acoplado ao eletrodo adesivo para conexão do equipamento de neuroestimulação implantado no terço proximal do membro pélvico direito.

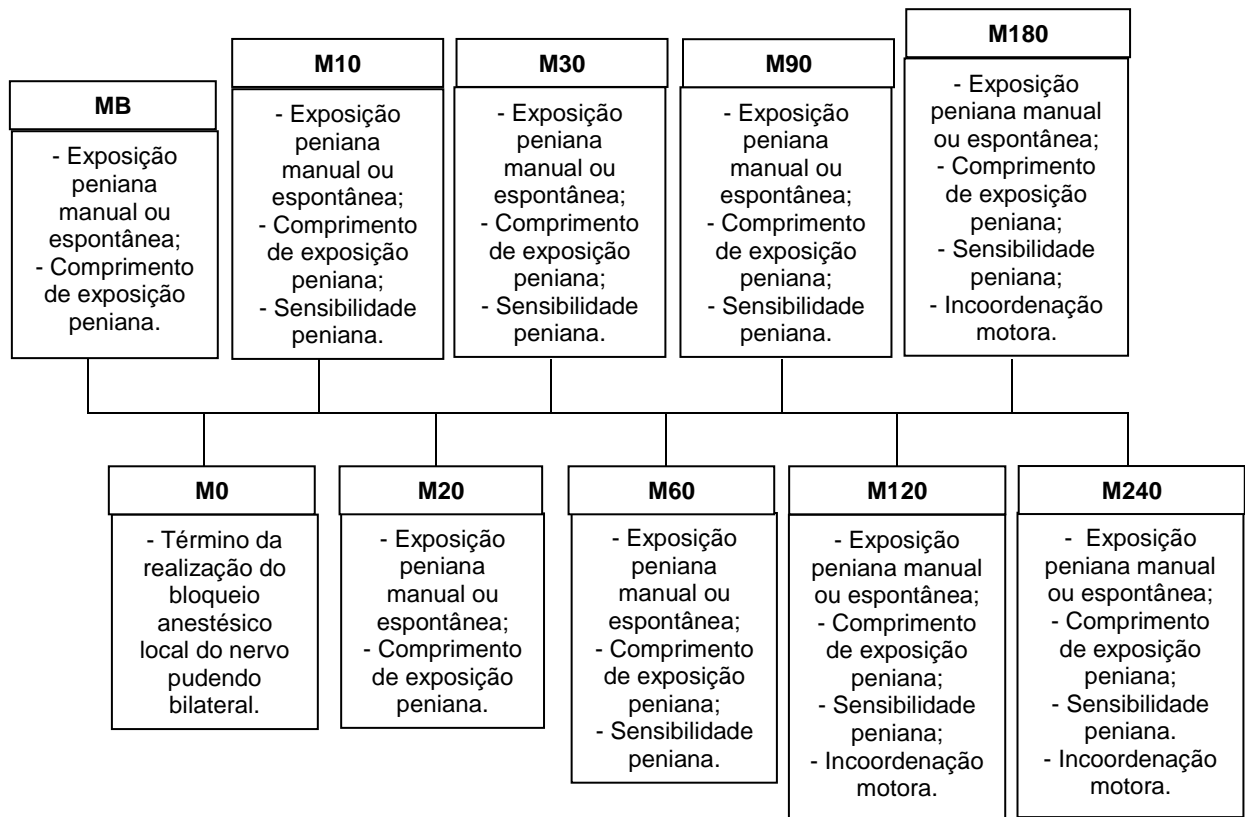
Este equipamento permite estimular as fibras nervosas em organismos vivos com agulhas específicas para o aparelho de neuroestimulação, com o objetivo de determinar sua posição espacial em relação à ponta da agulha. As agulhas de estímulo são construídas de modo a injetar uma anestesia local próximo à fibra nervosa, o que interrompe de forma reversível a condutância do estímulo. A estimulação elétrica dos nervos periféricos, produz a despolarização da fibra nervosa com produção de potencial de ação que resulta em contração muscular. A intensidade do estímulo elétrico é variável e deve ser apropriada para cada tipo de fibra.

Inicialmente, a corrente elétrica do equipamento de neuroestimulação era ajustada para o valor de um mA e o posicionamento da agulha ajustado até que ocorresse a presença positiva de contração muscular, evidenciando contração do prepúcio e contração do esfíncter anal. Ocorrendo a contração do prepúcio e do esfíncter anal, a amperagem do equipamento era reduzida em 0,1 mA. Se a contração muscular continuasse, a amperagem poderia ser reduzida novamente em 0,1 mA até no mínimo 0,4 mA. Quando a contração muscular não era observada a agulha era reposicionada discretamente, até novamente ser evidenciada, com a menor amperagem possível. A frequência (um Hz) e a duração do estímulo de 0,3 ms foram constantes em todos os procedimentos.

Quando observada a contração do prepúcio e esfíncter anal com a menor corrente de pulso (entre um e 0,4 mA), procedia-se a injeção do tratamento determinado previamente por sorteio, pela agulha previamente posicionada próxima ao nervo podendo. O bloqueio era realizado bilateralmente.

Logo após a administração do tratamento nos dois antímeros foi considerado o momento cronológico inicial do experimento (M0). Os animais permaneceram 120 minutos no tronco de contenção após a administração do fármaco. Em seguida foram soltos, porém permaneciam em curral próximo por mais 120 minutos. Após esse período eram novamente encaminhados ao tronco de contenção nos

momentos necessários para avaliação, totalizando 240 minutos de observação. Ao longo dos 240 minutos foram avaliados os parâmetros exposição peniana espontânea ou manual, comprimento de exposição peniana, sensibilidade peniana e incoordenação motora, em cronologia ilustrada na Figura 4.



**Figura 4** – Representação dos momentos de avaliação dos parâmetros exposição peniana manual ou espontânea, comprimento de exposição peniana, sensibilidade peniana e incoordenação motora antes e após a realização do bloqueio anestésico local do nervo podendo em bovinos da raça Holandesa (n=10) ou da raça Gir (n=10) ao longo de 240 minutos, FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.

#### 4.5.1. Intensidade de corrente elétrica

Após a manifestação de contração de prepúcio e contração do esfíncter anal com o auxílio do neuroestimulador, foi anotada a menor intensidade de corrente elétrica empregada na técnica, que possuía valores entre 1 a 0,4 mA.

#### 4.5.2. Exposição peniana espontânea ou manual

A exposição peniana espontânea foi avaliada em MB, M10, M20, M30, M60, M90, M120, M180 e M240. A resposta positiva a este teste foi considerada para

qualquer comprimento de pênis exposto, detectado apenas por observação, sem qualquer manipulação no animal.

A exposição peniana manual foi avaliada nos momentos em que não ocorreu a exposição peniana espontânea. Este teste foi realizado com tração manual, com massagem no prepúcio ou na região da flexura sigmoide para a tentativa de exposição peniana, que poderia ser produtiva ou improdutiva, em MB, M10, M20, M30, M60, M90, M120, M180 e M240.

#### 4.5.3. Comprimento de exposição peniana

Nos momentos em que foi possível a realização da exposição peniana (espontânea ou manual), foi mensurado o comprimento do pênis exposto com auxílio de uma régua graduada em centímetros (Figura 5). Para o posicionamento da régua, o pênis foi tracionado o máximo possível, e a régua colocada na porção proximal do pênis, próxima ao abdômen.



**Figura 5** – Mensuração do comprimento de exposição peniana com auxílio de régua, em bovino da raça Gir, 30 minutos após a realização do bloqueio anestésico local do nervo pudendo, utilizando 1 mg/kg de lidocaína 1,8% sem vasoconstritor FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.

#### 4.5.4. Sensibilidade peniana

O último teste realizado foi o de sensibilidade peniana, com uma agulha<sup>10</sup> penetrando um milímetro a túnica albugínea do pênis (Figura 6). Com este teste foi verificado se o animal possuía insensibilidade ou sensibilidade ao estímulo, evidenciado por retração peniana, coice ou mugido. A sensibilidade peniana foi avaliada em M10, M30, M60, M90, M120, M180 e M240, caso houvesse a exposição do pênis (espontânea ou manual).



**Figura 6** – Teste de sensibilidade peniana com penetração de agulha 30x0,8mm em túnica albugínea em bovino da raça Gir, 30 minutos após a realização do bloqueio anestésico local do nervo pudendo, utilizando 1 mg/kg de lidocaína 1,8% sem vasoconstritor, FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.

#### 4.5.5. Incoordenação motora

Os animais ficaram em tronco de contenção por um período de 120 minutos após a realização do bloqueio anestésico local do nervo pudendo. Em seguida, foram conduzidos a um curral próximo, onde permaneceram e foram observados por outros 120 minutos. A incoordenação motora foi avaliada se baseando na escala utilizada por Moraes et al. (2014), em M120, M180 e M240.

A incoordenação motora foi classificada em escores como 0: ausente, permanece em posição quadrupedal; 1: moderado, oscila enquanto permanece em posição quadrupedal, andar incoordenado, tentativas de decúbito, mas é facilmente

<sup>10</sup> Agulha 30 x 0,8 mm -PrecisionGlide® - BD - Curitiba, Paraná, Brasil.

persuadido a levantar-se; 2: grave, deita-se facilmente, fraqueza nos membros pélvicos, quando estimulado não consegue levantar-se.

Após a realização do experimento, foi administrado, como analgésico, meloxicam<sup>11</sup> na dose de 0,5 mg/kg, por três dias consecutivos, pela via intramuscular. Além disso, os animais permaneceram em observação, para avaliar alterações nos locais de introdução das agulhas ou lesões penianas.

#### **4.6. Análise estatística**

A análise estatística foi realizada utilizando *Scientific Data Analysis and Graphing Software* (Sigma Plot 11.0). Os dados foram submetidos inicialmente ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov.

Os dados de corrente elétrica e de comprimento de exposição peniana foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de uma via, com repetições múltiplas. As médias entre cada momento dos grupos e dos momentos dentro de cada grupo foram comparadas pelo teste *post Hoc* de Student-Newman-Keuls ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados de exposição peniana espontânea ou manual e sensibilidade peniana foram analisados descritivamente.

<sup>11</sup> Maxicam 2% – Ouro fino, Cravinhos, São Paulo, Brasil.



## 5. RESULTADOS

### 5.1. Volume

De acordo com o peso dos animais foi possível calcular o volume final da solução de lidocaína 1,8% sem vasoconstritor, empregando a dose de 1mg/kg de lidocaína 1,8% sem vasoconstritor na diluição de 10:1 (10 mL de lidocaína 2% sem vasoconstritor + 1 mL de água de injeção ou bicarbonato sódico 8,4%). As diluições resultaram em concentração final da lidocaína de 1,8% e permitiram a administração do mesmo volume final por quilo de peso vivo, independente do grupo. As médias de volume de lidocaína 2% sem vasoconstritor e da solução final de lidocaína 1,8% foram 10,7 e 11,8 mL respectivamente

## 5.2. Intensidade de corrente elétrica

Após a localização do nervo podendo com o uso do neuroestimulador, a menor intensidade de corrente elétrica utilizada para a obtenção de contração de ânus e prepúcio foi anotada. Os resultados estão demonstrados na tabela 1.

Os resultados revelam que a intensidade de corrente elétrica utilizada foi semelhante nos dois antímeros, em todos os grupos e animais e não apresentaram diferença estatística. A média geral de corrente elétrica foi de 0,77 mA.

**Tabela 1** – Intensidade de corrente elétrica utilizada no bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.

Corrente elétrica (mA)												
Animais												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desvio Padrão
GL	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,78	0,04
HL	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,77	0,05
GLA	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,76	0,05
HLA	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,78	0,04
											0,77	0,05

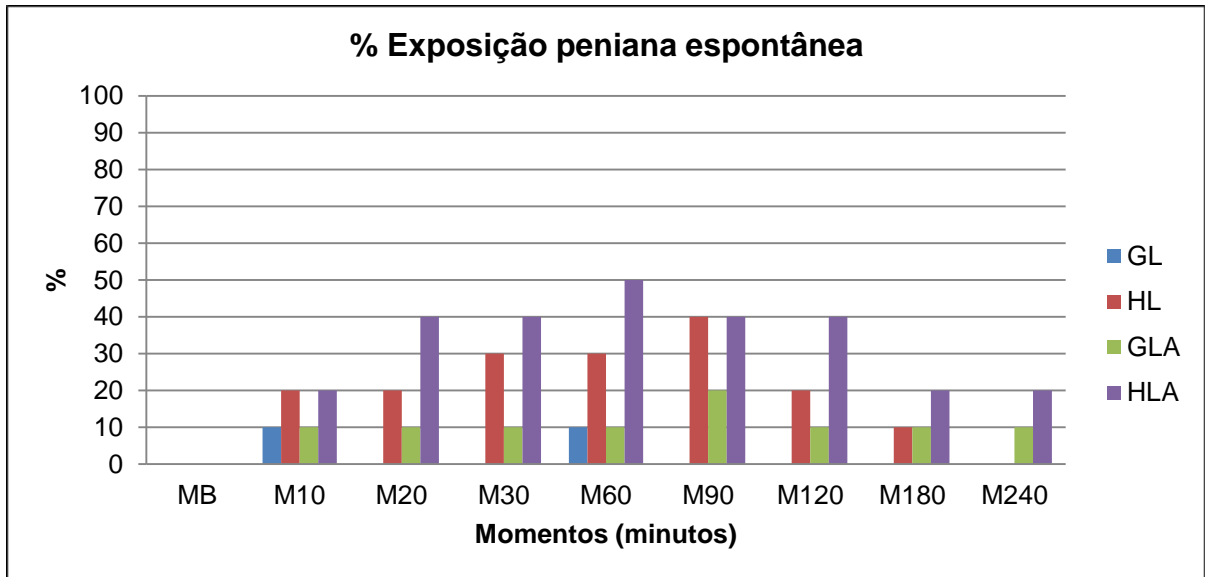
### 5.3. Exposição peniana espontânea

Os resultados da exposição peniana espontânea antes e após o bloqueio anestésico local do nervo podendo estão apresentados na Tabela 2 e Figura 7. A exposição peniana espontânea não foi observada em todos os animais, mas os animais da raça Holandesa foram os que mais apresentaram resposta positiva para a exposição peniana espontânea, tanto no HL quanto no HLA. Em M60, 50% dos animais do grupo HLA apresentaram exposição peniana espontânea após o bloqueio anestésico local do nervo podendo.

Nos animais da raça Gir, apenas um animal do GL apresentou resposta positiva ao teste em M60. No GLA, em um animal foi possível a exposição peniana até M240.

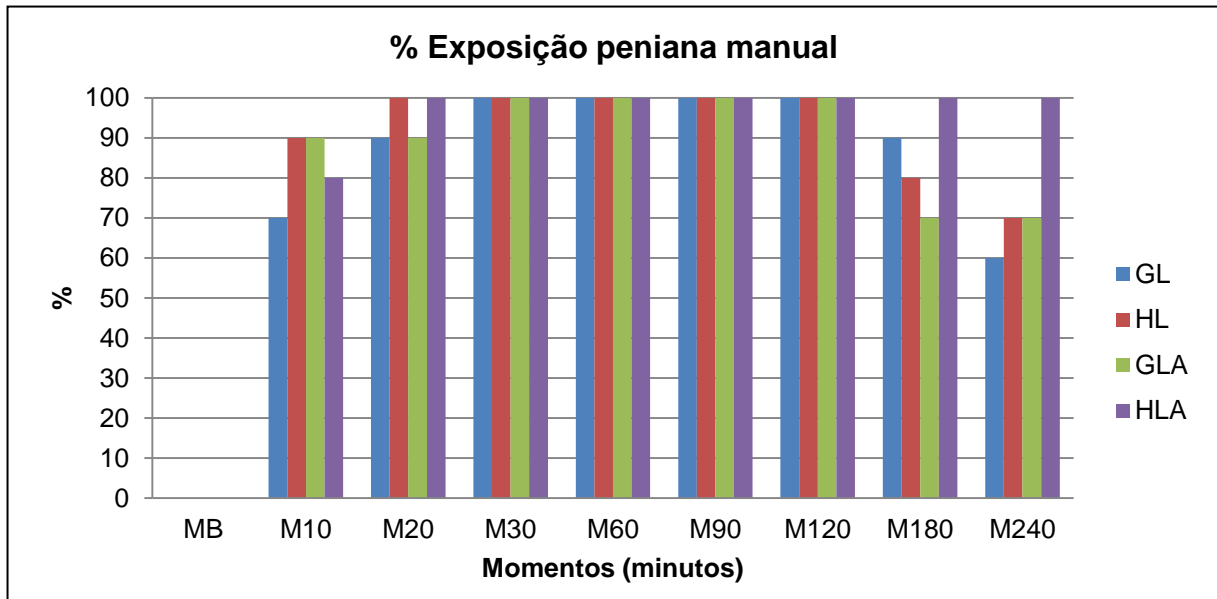
**Tabela 2** – Porcentagem de exposição peniana espontânea antes e após bloqueio anestésico local do nervo podendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.

	Exposição peniana espontânea								
	MB	M10	M20	M30	M60	M90	M120	M180	M240
GL	0% (0/10)	10% (1/10)	0% (0/10)	0% (0/10)	10% (1/10)	0% (0/10)	0% (0/10)	0% (0/10)	0% (0/10)
HL	0% (0/10)	20% (2/10)	20% (2/10)	30% (3/10)	30% (3/10)	40% (4/10)	20% (2/10)	10% (1/10)	0% (0/10)
GLA	0% (0/10)	10% (1/10)	10% (1/10)	10% (1/10)	10% (1/10)	20% (2/10)	10% (1/10)	10% (1/10)	10% (1/10)
HLA	0% (0/10)	20% (2/10)	40% (4/10)	40% (4/10)	50% (5/10)	40% (4/10)	40% (4/10)	20% (2/10)	20% (2/10)



**Figura 7** – Porcentagem de exposição peniana espontânea antes e após bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.





**Figura 8** – Porcentagem de exposição peniana manual antes e após bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.

### 5.5. Comprimento de exposição peniana

Os valores do comprimento de exposição peniana (cm) antes e após a realização do bloqueio anestésico local estão ilustrados na Tabela 4 e Figura 9. Não ocorreu diferença ( $p>0,05$ ) entre os grupos.

Foi possível constatar que em todos os grupos ocorreu diferença ( $p<0,05$ ) entre o MB com os demais momentos. O comprimento de exposição peniana aumentou significativamente a partir de M10 em relação ao MB e permaneceu constante sem diferença significativa entre os momentos até M240 nos grupos GLA e HLA.

No GL e HL ocorreu redução significativa da exposição peniana ao final dos momentos avaliados. No GL ocorreu um aumento significativo de exposição a partir de M30 até M180, quando comparado a M10 e M240. A exposição peniana em M20 foi significativamente maior com relação ao M240. No HL ocorreu redução significativa no comprimento de exposição peniana em M180 e M240, quando comparado de M10 até M120.

**Tabela 4** – Média e desvio padrão (DP) do comprimento de exposição peniana (cm) em bovinos antes e após bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.

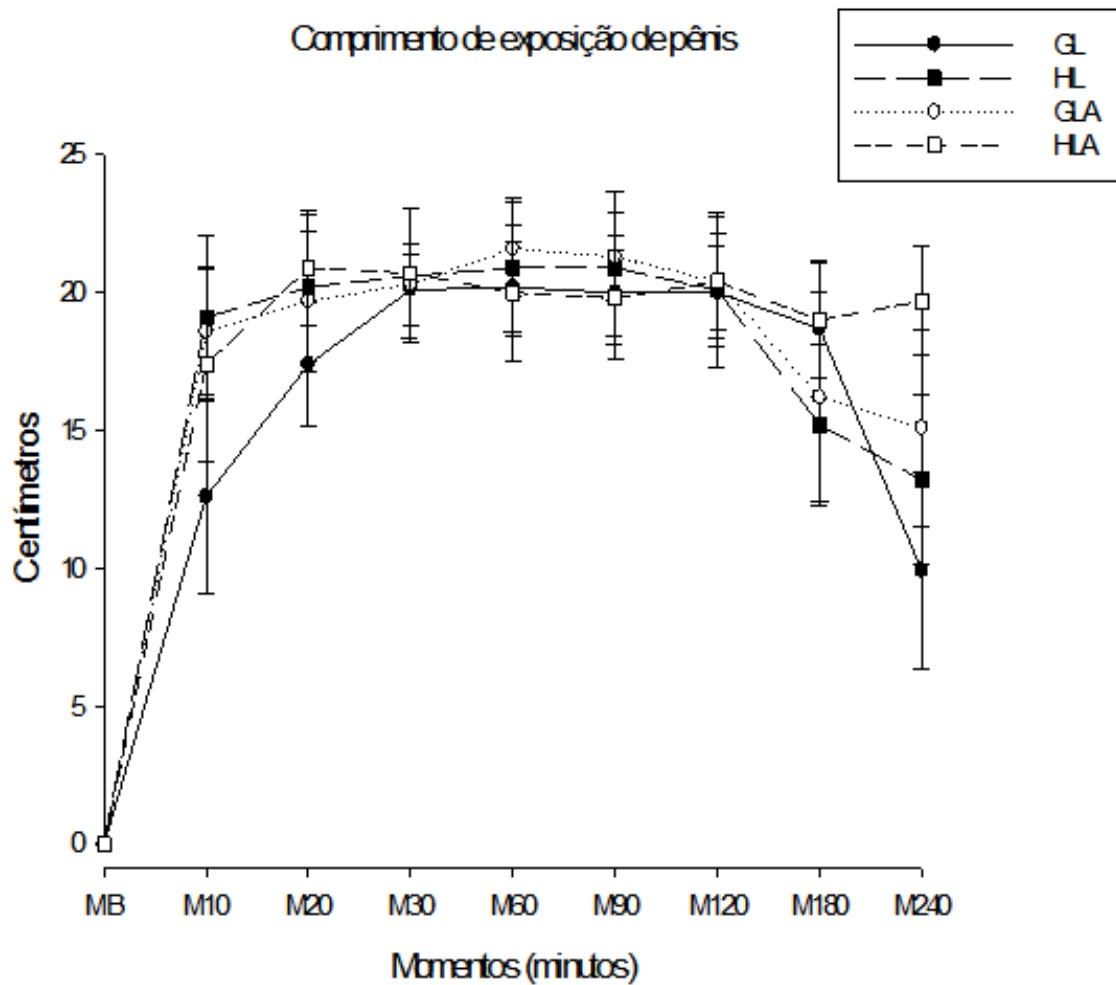
		Comprimento de exposição peniana (cm)								
		MB	M10	M20	M30	M60	M90	M120	M180	M240
GL	Média	0	13 <sup>a</sup>	17 <sup>ad</sup>	20 <sup>abd</sup>	20 <sup>abd</sup>	20 <sup>abd</sup>	20 <sup>abd</sup>	19 <sup>abd</sup>	10 <sup>a</sup>
	DP	0	± 11	± 7	± 4	± 5	± 5	± 5	± 8	± 11
HL	Média	0	19 <sup>acd</sup>	20 <sup>acd</sup>	21 <sup>acd</sup>	21 <sup>acd</sup>	21 <sup>acd</sup>	20 <sup>acd</sup>	15 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>
	DP	0	± 9	± 8	± 8	± 8	± 9	± 9	± 9	± 10
GLA	Média	0	19 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>
	DP	0	± 7	± 8	± 5	± 5	± 5	± 5	± 12	± 11
HLA	Média	0	17 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>
	DP	0	± 11	± 6	± 7	± 8	± 7	± 7	± 7	6,0

<sup>a</sup>Diferença (Teste de Student-Newman-Keuls  $p\leq 0,05$ ) em relação ao MB.

<sup>b</sup>Diferença (Teste de Student-Newman-Keuls  $p\leq 0,05$ ) em relação ao M10.

<sup>c</sup>Diferença (Teste de Student-Newman-Keuls  $p\leq 0,05$ ) em relação ao M180.

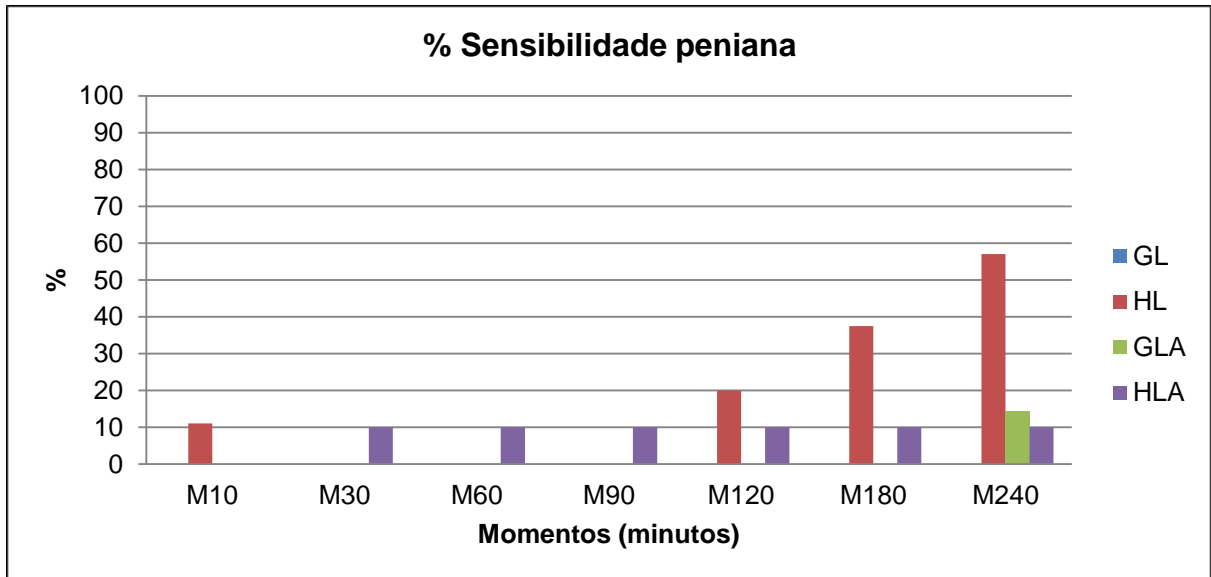
<sup>d</sup>Diferença (Teste de Student-Newman-Keuls  $p\leq 0,05$ ) em relação ao M240.



**Figura 9** – Comprimento de pênis exposto antes e após o bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.







**Figura 10** – Porcentagem de sensibilidade peniana após o bloqueio anestésico local do nervo pudendo com 1,0 mg/kg de lidocaína em bovinos das raças Gir (GL n=10) e Holandesa (HL n=10) ou lidocaína alcalinizada em bovinos das raças Gir (GLA n=10) e Holandesa (HLA n=10), FCAV/UNESP – Jaboticabal, 2018.

### **5.7. Incoordenação motora**

No período avaliado todos os animais obtiveram o escore 0 de incoordenação motora, ou seja, nenhum animal apresentou incoordenação motora nos momentos observados (M120, M180 e M240) após a realização do bloqueio anestésico local.

## 6. DISCUSSÃO

As enfermidades que acometem a genitália externa de bovinos prejudicam a fertilidade do animal, resultando em prejuízos. O bloqueio anestésico local dos nervos pudendo e hemorroidal é descrito como técnica que auxilia no diagnóstico e tratamento destas afecções (Rabelo et al., 2008; Rabelo et al., 2015). A realização do bloqueio anestésico local do nervo pudendo com o auxílio do neuroestimulador, neste estudo, permitiu inspecionar com facilidade e segurança o pênis e prepúcio, de bovinos das raças Gir e Holandesa.

O exame da genitália externa também é possível após a administração de acepromazina, porém é necessária a associação de anestésicos locais para a realização de procedimentos cirúrgicos (Eurides et al., 1981). A associação de acepromazina (0,033 mg/kg, pela via intramuscular) e bloqueio anestésico local dos nervos pudendo e hemorroidal com 20 mL cloridrato de dietilamino-2-6 dimetil acetanilida, embora permita a exposição manual do pênis, promove incoordenação motora dos membros pélvicos (Franco da Silva et al., 1997), alteração não observada nos bovinos avaliados durante o período estudado.

A exposição peniana é possível com a realização da técnica de anestesia epidural. A técnica de remoção do ligamento apical do pênis como preparação de rufião foi realizada em bovinos, após tranquilização com acepromazina associada à anestesia epidural intercoccígea, com 15 mL de cloridrato de dietilamino acetanilida 2%, sendo possível a exposição peniana com o animal em decúbito lateral (Eurides et al., 1992). A técnica de anestesia epidural isoladamente pode proporcionar a exposição do pênis do animal, porém com maior risco de ataxia e incoordenação motora do que quando comparada ao bloqueio anestésico local do nervo pudendo.

Além disso, o uso de acepromazina ou xilazina em procedimentos cirúrgicos pode aumentar a ocorrência de complicação no período pós-operatório. Tais complicações, como prolapso da mucosa e pênis, podem ser atribuídas, ao efeito da acepromazina, que produz exposição prolongada do pênis e/ou mucosa, resultando em ressecamento e comprometimento da circulação local, favorecendo o desenvolvimento de feridas, edema e isquemia (Franco da Silva et al., 2002). Desta maneira, não há benefício do uso de tranquilizantes para a exposição peniana, já que apenas o bloqueio anestésico local do nervo pudendo permite a exposição do

pênis, como demonstrado neste estudo, onde não foram constatadas complicações penianas após a realização da técnica.

A técnica anestésica de bloqueio do nervo pudendo possui mínimas complicações, e pode ser usada isoladamente em procedimentos cirúrgicos do trato reprodutivo, como a correção de acrobustite, com o animal em posição quadrupedal. Porém esta técnica anestésica ainda é pouco realizada por falta de conhecimento da técnica pelos médicos veterinários da área (Silva et al., 2017), visto que informações detalhadas para a execução do bloqueio anestésico local do nervo pudendo são mais relatadas em seres humanos, quando comparada aos animais (Imbelloni et al., 2005).

Neste estudo foi possível coletar informações detalhadas para a execução do bloqueio, como por exemplo a profundidade de agulha penetrada nos bovinos para a deposição do anestésico local próxima ao nervo pudendo. A agulha foi introduzida em média 4,3 cm, com variação entre 3 a 6 cm. Correlacionando as médias da profundidade da agulha introduzida e do peso dos animais avaliados, observou-se a proporção de penetração de 2 cm de agulha para cada 100 kg de peso vivo, no local previamente identificado. Tais informações descritivas da profundidade de penetração da agulha para a realização da técnica anestésica podem auxiliar na execução por profissionais sem experiência.

Anderson e Edmondson (2013) descrevem a administração de anestésico local em dois pontos, primeiro para dessensibilizar o nervo pudendo e, em seguida, os ramos do nervo hemorroidal, para a execução do bloqueio anestésico local do nervo pudendo em bovinos. Porém, na técnica realizada com o auxílio do neuroestimulador, realizou-se a deposição do anestésico local apenas próxima ao nervo pudendo, sem a necessidade do bloqueio do nervo hemorroidal. Com um único ponto de administração do anestésico local o bloqueio foi eficaz, comprovada pela exposição peniana, não havendo a necessidade da aplicação em dois pontos, como descrita anteriormente.

O uso do neuroestimulador para o bloqueio do nervo pudendo em bovinos é uma técnica inédita. Há a descrição de técnica semelhante em equinos, com tempo para a execução do bloqueio bilateral do nervo pudendo entre cinco a 20 minutos (Gallacher et al., 2016). No presente estudo, o tempo médio para a execução do

bloqueio bilateral foi de 13 minutos, com variação de seis a 20 minutos. Valores estes próximos aos descritos para a espécie equina.

Um das vantagens do uso do neuroestimulador é a diminuição da ocorrência de lesões neurais, decorrentes da administração intraneural de fármacos. Porém, a técnica de anestesia local guiada por ultrassom apresenta resultados superiores quanto à localização de nervos, sem lesioná-los (Asenjo e Artukoglu, 2007). Mas sabe-se que o risco de lesão nervosa em bloqueios guiados por neuroestimulador é praticamente nulo, pois a agulha do aparelho capta a contração muscular ao se aproximar do nervo, ou seja, antes de tocá-lo (Pitombo, 2011).

Não há descrição, na literatura consultada, de lesão do nervo podendo após bloqueio guiado por neuroestimulador em qualquer espécie. Sendo assim, indica-se o uso do equipamento do neuroestimulador, que é um equipamento de fácil uso e baixo investimento (Bollini e Cacheiro, 2006). No estudo, o bloqueio anestésico local do nervo podendo foi realizado duas vezes nos bovinos avaliados, com intervalo de no mínimo 15 dias e não foram observadas alterações que suscitasse de lesões em nervo podendo, sendo que o analgésico foi administrado apenas de maneira preventiva.

Há diversas maneiras de utilizar o neuroestimulador para a localização do nervo podendo. Em equinos, a intensidade de corrente elétrica para esse propósito variou entre 0,4 a 0,6 mA, com duração de 0,1 ms e frequência de 1 a 2 Hz, com a observação de contração anal e perineal, em machos castrados e fêmeas, empregando o acesso isquiorretal (Gallacher et al., 2016). Nos bovinos avaliados, a corrente elétrica foi em média 0,77 mA, com duração de 0,3 ms e frequência de 1 Hz, observando contração anal e do prepúcio. Acredita-se que esta maior corrente elétrica utilizada seja necessária para que ocorra a contração do prepúcio, não descrita em equinos.

Isto pode explicar o uso de maior intensidade de corrente elétrica nos bovinos quando comparada com os equinos, por conta da diferença na impedância elétrica. Para que ocorra a contração muscular, a corrente elétrica gerada pelo equipamento de neuroestimulação, deve ultrapassar a oposição imposta ao seu fluxo e atingir o tecido alvo com intensidade suficiente. Este argumento é reforçado ao se considerar que os tecidos biológicos são responsáveis por uma parte desta resistência, classificada como impedância elétrica, relacionada aos respectivos fluido extra e

intracelular e à reatância capacitiva, características das membranas celulares. Órgãos que contêm mais gordura possuem menos água, oferecendo uma maior resistência, fazendo com que a corrente elétrica tenha menor intensidade (Bolfe et al., 2007).

Desta maneira, a porcentagem de gordura pode influenciar a impedância e exigir maior intensidade de corrente elétrica com o uso de neuroestimulador. Estudos de qualidade de carne, evidenciaram que a do equino possui menos gordura, quando comparada a do bovino (Furtado et al., 2010). Por extrapolação, acredita-se que a composição corporal do bovino possuindo mais gordura e exija maior intensidade de corrente elétrica para a despolarização do nervo pudendo.

A principal vantagem do uso do neuroestimulador para a execução de bloqueio é o auxílio na localização do nervo pudendo, permitindo o cálculo de volumes de maneira mais precisa. De fato, isto ocorreu nos animais avaliados, pois de acordo com estudos pilotos em três bovinos com utilização de três doses diferentes de lidocaína, foi verificada que a dose mínima de lidocaína sem vasoconstritor para a perda da sensibilidade do nervo pudendo seria de 1mg/kg, em cada antímero.

A dose de 1 mg/kg de lidocaína sem vasoconstritor resultou em volume médio do anestésico local de 10,7 mL, com uma variação de 7,4 a 14,9 mL, de acordo com o peso do animal. Os valores utilizados nos animais avaliados ficam abaixo dos volumes de anestésico local descritos na literatura, que variam de 25 a 30 mL, em cada antímero, pelo acesso isquiorretal (Muir e Hubbell, 1995; Anderson e Edmondson, 2013). Além disso, foi possível estabelecer uma dose que poderá ser empregada em animais de diferentes pesos, o que não existe na literatura consultada.

O estabelecimento da dose de 1 mg/kg pode ser atribuído ao uso do neuroestimulador, que permite identificar um local próximo ao nervo pudendo para a administração do fármaco. Gallacher et al. (2016) utilizaram o neuroestimulador para a realização do bloqueio anestésico local do nervo pudendo em equinos, também empregando volume reduzido de anestésico local, de 10 mL, em machos.

Nos bovinos avaliados, além do efeito da lidocaína sem vasoconstritor também foi estudado o efeito da lidocaína sem vasoconstritor previamente alcalinizada com bicarbonato sódico 8,4% na proporção 10:1. Esta diluição

proporcionou uma solução de lidocaína 1,8%, que embora em concentração mais baixa do que a lidocaína convencional disponível no mercado (2%), foi efetiva em todos os grupos, pois em todos os animais foi possível a exposição peniana manual.

A opção da alcalinização da lidocaína com bicarbonato sódico 8,4% se baseou no princípio de que a mudança do pH aumenta a quantidade extraneural do anestésico local não ionizado, potencializando o efeito do anestésico local, pois facilita a absorção do fármaco (Wong et al., 1993; Curatolo et al., 1998). Além disso, estudo realizado por Duarte (2017) mostra que a lidocaína alcalinizada foi eficaz pela via epidural em éguas.

Na literatura consultada, foram encontradas poucas informações do uso da lidocaína alcalinizada em animais e especificamente na espécie bovina não foram encontrados relatos do emprego desta solução. Em equinos, a lidocaína com vasoconstritor alcalinizada com bicarbonato sódico foi administrada pela via epidural e reduziu significativamente o tempo de latência. A lidocaína alcalinizada dessensibilizou determinadas regiões, em média, sete minutos mais precoce do que apenas com a lidocaína, não ocorrendo diferença na duração da anestesia entre os tratamentos realizados nos equinos (Duarte, 2017).

A adição de bicarbonato de sódio (8,4%) à lidocaína (1%), na proporção 10:1, já havia sido empregada no bloqueio do nervo isquiático de ratos e reduziu o tempo de bloqueio em relação à lidocaína comercial sem vasoconstritor (1%). A solução lidocaína com epinefrina associada ao bicarbonato de sódio prolongou o bloqueio, parecendo que além da alcalinização, a adição da epinefrina encurta o período de latência para o bloqueio (Sinoott et al., 2000).

Neste particular, foi constatada recuperação da sensibilidade em 14% dos animais da raça Gir que foram tratados com lidocaína alcalinizada, feito não observado no grupo sem alcalinização (GL), em que todos os animais não responderam ao estímulo até o fim da avaliação (quatro horas). Tais resultados corroboram com os achados de Sinoott et al. (2000) com o bloqueio do nervo isquiático em ratos. Não tendo resposta padrão nos animais da raça Holandesa, para que se possa inferir qualquer vantagem da alcalinização da lidocaína.

Diferentes proporções são descritas na literatura, mas neste estudo optou-se pela diluição realizada por Duarte (2017), que adicionou 0,7 mL de bicarbonato sódico a 7 mL de lidocaína com vasoconstritor para a realização de anestesia



epidural em equinos. No presente estudo, a solução contendo lidocaína sem vasoconstritor e água de injeção resultou em pH de 6,37, aumentando para 7,49 após a adição de bicarbonato sódico 8,4% à lidocaína sem vasoconstritor, semelhante aos achados de Duarte (2017). As diluições foram realizadas 30 minutos antes da aplicação, pois se observou que este foi o tempo necessário para que a diluição de lidocaína sem vasoconstritor e bicarbonato sódico 8,4% não apresentasse turbidez.

A partir da determinação da dose e da elaboração das diluições, a técnica empregada do bloqueio anestésico local do nervo podendo com o auxílio do neuroestimulador empregando lidocaína sem vasoconstritor com ou sem a adição de bicarbonato sódico permitiu a exposição peniana em 100% dos animais testados. Esta exposição foi de maneira manual na maioria dos animais, necessitando de massagem ou tração no prepúcio ou flexura sigmoide. A necessidade de massagem ou tração para a exposição peniana também foi descrita em bovinos por Anderson e Edmondson (2013) e em dromedários por Ahmed et al. (2011), após a realização do bloqueio do nervo podendo. A exteriorização do pênis também não é espontânea após a administração de outros fármacos, como por exemplo, a acepromazina (Eurides et al., 1981).

Nos equinos submetidos ao bloqueio anestésico local do nervo podendo com auxílio do neuroestimulador, após um a de minutos da administração de 10 mL de lidocaína ou mepivacaína, ocorreu a exposição espontânea do pênis, com duração inferior a cinco horas. Porém, vale ressaltar que os animais foram pré-medicados com detomidina, que também proporciona a exposição do pênis (Gallacher et al., 2016). Alguns bovinos avaliados apresentaram exposição espontânea do pênis, porém receberam exclusivamente o fármaco lidocaína ou lidocaína previamente alcalinizada.

Após quatro horas da realização do bloqueio do nervo podendo, apenas 10% e 20% dos animais dos grupos GLA e HLA, respectivamente, apresentaram exposição peniana espontânea. Este resultado é positivo, pois longo período de exposição peniana não é benéfico, já que pode resultar em lesão peniana por traumatismo, que é considerada uma das principais desvantagens do bloqueio do nervo podendo (Muir e Hubbell, 1995).

No grupo HLA ocorreu a exposição peniana espontânea em 50% dos animais após 60 minutos da execução do bloqueio anestésico local e nos demais grupos este resultado ocorreu, mas em menor frequência. Esta maior facilidade de exposição peniana nos animais da raça Holandesa, pode ter sido aparente em função de justaposição da bainha prepucial, resultando em menor comprimento de prepúcio, fato que facilita a exposição do pênis. Além disso, segundo Bellenger (1971), o comprimento do prepúcio de bovinos de raças europeias (49,3 cm) é significativamente menor do que de raças zebuínas (54,8 cm).

A exposição do pênis manual em bovinos foi descrita anteriormente por Anderson e Edmondson (2013), 30 a 40 minutos após a administração do volume de 20 mL de anestésico local no nervo pudendo e 10 mL no nervo hemorroidal, com duração de duas a quatro horas. Em dromedários, o bloqueio anestésico local do nervo pudendo foi realizado empregando-se 30 mL de lidocaína, sendo 20 mL no nervo pudendo e o restante no nervo hemorroidal. A exposição peniana manual foi possível a partir de oito minutos, com duração de duas a quatro horas (Ahmed et al., 2011). No estudo em questão, empregando-se a dose de 1 mg/kg ocorreu a exposição peniana manual em 70 a 90% nos bovinos após 10 minutos da realização da técnica anestésica.

Neste estudo, nos animais da raça Gir avaliados, a exposição peniana manual ocorreu em 100% dos bovinos, 30 minutos após a realização do bloqueio do nervo pudendo, independente da alcalinização da lidocaína. Nos animais da raça Holandesa a exposição do pênis manual foi mais precoce, pois ocorreu em 100% dos animais após 20 minutos do emprego da técnica. O fato da exposição peniana ocorrer mais cedo em animais da raça Holandesa pode ser justificado pelo comprimento total de prepúcio menor que os animais da raça Gir (Bellenger, 1971).

A duração da exposição da exposição peniana foi semelhante aos valores previamente relatados por Anderson e Edmondson (2013), pois em todos os animais foi possível a apresentação do pênis por no mínimo 90 minutos, com média de 10,7 mL de lidocaína sem vasoconstritor, porém os animais do grupo HLA a duração foi prolongada, totalizando 220 minutos.

Todos os animais do grupo HLA permitiram a exposição manual do pênis após quatro horas da realização do bloqueio anestésico local, sendo o grupo que apresentou a maior duração após a administração do tratamento (220 minutos). Tal

fato não se repetiu nos animais da raça Gir, pois o efeito da lidocaína alcalinizada foi próximo ao da lidocaína convencional, permitindo a exposição do pênis em 100% dos animais por duas horas após administração dos tratamentos.

Na prática, o tempo de duração do efeito do bloqueio anestésico local do nervo podendo de 90 minutos é suficiente para a realização de procedimentos cirúrgicos em pênis e prepúcio. Quanto mais prolongada a duração da exposição peniana, maiores são as chances da ocorrência de lesões de pênis e mucosa prepucial, necessitando de observação para a recuperação anestésica.

Não há evidências que comprovem, mas acredita-se que possa ocorrer respostas diferentes após a realização de bloqueios perineurais e até mesmo epidurais entre as raças zebuínas e europeias. Não há estudos científicos que descrevam o aumento de sensibilidade à anestésicos, mas na prática tem sido observado que animais da raça Gir são mais sensíveis e necessitam de doses menores de lidocaína nas anestésias epidurais\*. Porém, os bovinos Gir submetidos ao bloqueio do nervo podendo apresentaram respostas próximas aos animais da raça Holandesa. Acredita-se que as pequenas variações obtidas, são justificadas pelos diferentes comprimentos de prepúcio.

Outro parâmetro utilizado no presente estudo foi o comprimento do pênis exposto, que foi possível avaliar em todos os bovinos após o bloqueio anestésico local do nervo podendo. Os animais das raças Holandesa e Gir apresentaram média de exposição de pênis 20,7 ( $\pm 7,4$ ) e 20,2 ( $\pm 4,3$ ) cm respectivamente, após 30 minutos da administração dos tratamentos, apresentando uma média de exposição peniana de 9,5 cm para cada 100 quilos de peso vivo. Estes valores estão abaixo dos encontrados por Gilbert (1989), que encontrou valores entre 25 a 42 cm após a realização do bloqueio do nervo podendo, anestesia geral ou administração de promazina, mas vale ressaltar que os animais eram mais velhos (três a cinco anos) e mais pesados (até 900 kg).

Estudos anteriores em espécies diferentes descreveram a avaliação da sensibilidade peniana após o bloqueio anestésico local do nervo podendo utilizando metodologias distintas da empregada no presente experimento. Em felinos foi verificado que o bloqueio anestésico local do nervo podendo sem uso do

---

\* Garcia JM (2018) (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Júlio de Mesquita Filho - Câmpus de Jaboticabal). Comunicação Pessoal.

neuroestimulador promoveu relaxamento muscular e analgesia do pênis e da uretra, permitindo a passagem de sonda uretral, sem a necessidade de medicações anestésicas adicionais, em 81% dos gatos com obstrução uretral (Vasconcelos et al., 2018). Em equinos, a sensibilidade peniana foi avaliada com uso de pinça hemostática em região do ânus, períneo, pênis e vulva após o bloqueio do nervo pudendo, com 20 mL de mepivacaína, em cada antímero, sendo observada dessensibilização ocorreu em 78% dos animais estudados, com duração de 45 minutos a quatro horas (Schumacher et al., 1985).

O experimento com bovinos optou pelo uso de agulha de pequeno calibre, pois se acredita que o trauma induzido pela pinça hemostática possa causar lesões no pênis dos bovinos, classificado como fibroelástico, diferentemente do equino que é músculocavernoso, sendo mais resistente. Neste teste foi possível constatar que o bloqueio anestésico local do nervo pudendo com lidocaína ou lidocaína alcalinizada de fato dessensibiliza o pênis, pois a resposta positiva ao teste, evidenciada por contração peniana, coice ou mugido, foi constatada em poucos animais. Após 10 a 90 minutos da realização da técnica avaliada, apenas um animal dos grupos HL e HLA apresentaram resposta positiva ao teste.

Nos grupos GL e GLA ocorreu a perda de sensibilidade em 100% dos animais após quatro e três horas, respectivamente, após a realização da técnica empregada. Já os animais da raça Holandesa apresentaram resultado inferior, pois em HL e HLA o teste de sensibilidade foi negativo em 100 e 90% dos animais respectivamente após 90 minutos do bloqueio anestésico local do nervo pudendo. Mesmo com resultados com pequenas diferenças entre as raças, os resultados são superiores aos descritos anteriormente em outras espécies, o que se atribui ao uso do neuroestimulador e conseqüentemente maior precisão da técnica.

Sendo assim, verificou-se que a ausência de resposta motora do pênis foi acompanhada por perda de sensibilidade dolorosa. Todavia, não foram encontrados estudos quanto ao tipo de fibra do nervo pudendo na espécie bovina, porém em ratos e felinos há confirmação que o nervo pudendo é um nervo misto, com fibras aferentes e eferentes (Ueyama et al., 1987; Thor et al., 1989). Diante de tais achados, acredita-se que o nervo pudendo de bovino também seja misto, pois a ausência de sensibilidade no teste empregado reforça tal hipótese, já que ocorreu ausência de resposta motora e dolorosa.

## 7. CONCLUSÃO

O uso do neuroestimulador em bovino facilitou e assegurou a eficácia do bloqueio do nervo podendo em 100% dos animais testados. A dose de 1mg/kg de lidocaína ou lidocaína alcalinizada é eficaz e permitiu a padronização de volumes de acordo com o peso do animal.

As respostas de latência e duração do bloqueio anestésico do local do nervo podendo guiado por neuroestimulador foram semelhantes, com menor intensidade de respostas nos animais da raça Gir após o uso da lidocaína alcalinizada. Não foram obtidos dados concretos que comprovem diferença do efeito anestésico local do nervo podendo de acordo com a raça bovina, mas o comprimento do prepúcio pode influenciar os resultados.

## REFERÊNCIAS

- Ahmed AF, Al-Sobayil FA, Al-Halag MA (2011) Topographical anatomy and desensitization of the pudendal nerve in adult male dromedary camels. **Theriogenology** 76: 772-777.
- Almeida GP, Boos GL, Alencar TG, Oliveira Filho GR (2005) Latência da lidocaína a 1% para anestesia infiltrativa da pele. **Rev Bras Anestesiol** 55(3): 284-288.
- Anderson DE, Edmondson MA (2013) Prevention and Management of Surgical Pain in Cattle. **Vet Clin Food Anim** 29: 157-184.
- Asenjo JF, Artukoglu F (2007) Complicaciones neurológicas en anestesia regional. **Rev. Chil. Anestesia** 36: 103-111.
- Ashdown RR (2006) Functional, developmental and clinical anatomy of the bovine penis and prepuce. CAB Reviews: Perspectives in agriculture. **Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, 1 (21): 29-37.
- Barbosa VF, Moraes VJ, Madureira KM, Bittencourt RF, Lopes MCS (2015) Lidocaína intravenosa como alternativa analgésica em ovino: estudo de caso. **Enciclopédia Biosfera** 11(22): 2141-2150.
- Bolfe VJ, Ribas SI, Montebelo MIL, Guirro RRJ (2007) Comportamento da impedância elétrica dos tecidos biológicos durante estimulação elétrica transcutânea. **Revista Brasileira de Fisioterapia** 11(2): 153-159.
- Bollini CA, Cacheiro F (2006) Peripheral nerve stimulation. **Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management** 10: 79-88.
- Cabala RW (2016) **Uso da anestesia locorregional periférica em caninos e bovinos. Um estudo clínico e experimental.** 85 f. Tese (Doutorado em Medicina e Cirurgia Veterinárias) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- Cárdenas JJ (2006) **Estudo comparativo entre a lidocaína e a acupuntura no tratamento da taquicardia ventricular induzida com infusão contínua de dopamina em eqüinos sob anestesia geral com halotano.** 68 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Unesp, Boucatu.
- Cardoso GS (2015) **Avaliação da anestesia peridural e do bloqueio perineural dos nervos ciático e femoral com lidocaína 2% em cães anestesiados pelo isofluorano e submetidos à cirurgia de correção de ruptura de ligamento cruzado cranial.** 83 f. Tese (Doutorado em Anestesiologia) – Unesp, Botucatu.
- Cassu RN, Matsubara LM, Taveira TC, Vreck EM (2004) Efeitos da lidocaína tópica na entubação orotraqueal em gatos. **ARS Veterinária** 20(1): 28-35.
- Cassu RN, Melchert AM, Da Silva APG, Dos Reis AM, Meirelles CC (2010) Lidocaína com vasoconstrictor isolada e associada ao fentanil via peridural em cães. **Ciência Rural** 40(3): 580-586.

Conceição DB, Helayel PE, Oliveira Filho GR (2009) Estudo Comparativo entre Ultrassom e Neuroestimulação no Bloqueio do Plexo Braquial pela Via Axilar. **Rev Bras Anesthesiol** 59(5): 585-591.

Curatolo M, Petersen-Felix S, Arendt-Nielsen L, Lauber R, Högström H, Scaramozzino P, Luginbühl M, Sieber TJ, Zbinden AM (1998) Adding Sodium Bicarbonate to Lidocaine Enhances the Depth of Epidural Blockade. **Anesth Analg** 86:341-347.

Dellmann HD, McClure RC (1986) Sistema Nervoso do Ruminante. In: Getty R (5 ed.) **Sisson / Grossman. Anatomia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara, v. I, cap. 35, p. 1074-1077.

Duarte CP (2017) **Alcalinização da solução lidocaína-epinefrina na anestesia epidural em éguas**. 36 f. Dissertação (Mestrado em Medicina e Cirurgia Veterinárias) – Universidade Federal de Minas Gerais.

Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG (1 ed) (1990) A pele e os órgãos genitais masculinos dos ruminantes. **Tratado de Anatomia Veterinária** cap. 30, p. 474 – 475.

Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG (4 ed) (2010) O membro pélvico dos ruminantes. **Tratado de Anatomia Veterinária** cap. 31, p.742 – 743.

Eappen S, Datta S (1998) Pharmacology of Local Anesthetics. **Seminars in Anesthesia, Perioperative Medicine and Pain** 17(1): 10-17.

Edmondson MA (2016) Local, Regional, and Spinal Anesthesia in Ruminants. **Vet Clin Food Anim** 32: 535–552.

Eurides D, Raiser AG, Pippi NL, Kurtz SO, Fialho SAG, Magalhães HM (1981) Eficácia do maleato de acepromazina na exposição de pênis em touros da raça Charolesa. **Revista Centro Ciências Rurais** 11(4): 237-241.

Eurides D, Contesini EA, Viana SM (1992) Preparação de rufiões bovinos por remoção do ligamento apical do pênis. **Ciência Rural** 22(2): 185-189.

Ferraz RHS (1997) **Estudo anatômico do comportamento do nervo pudendo em fetos de bovinos azebuados**. 145 f. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos) – Universidade de São Paulo.

Fischer BL (2009) Advances in the use of local anesthetics for regional anesthesia and analgesia in horses. In: PROCEEDINGS OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS - FOCUS MEETING. **Anais...** Columbus.

Fonseca Júnior NL, Lucci LMD, Badessa MPSG, Rehder JRCL (2009) Comparação entre duas soluções modificadas de lidocaína para uso em anestesia local na blefaroplastia. **Arq Bras Oftalmol** 72(2): 211-214.

Franco da Silva LA, Eurides D, Rodrigues NMO, Paulo NM, Fioravanti MCS, Chaves NST, Silva CA (1997) Acepromazina associado à anestesia dos nervos pudendo e

hemorroidal para exposição de pênis em bovinos e bubalinos. **Veterinária Notícias** 3(1): 37-41.

Franco da Silva LA, Chaves SM, Fioravanti MCS, Eurides D, Rabelo RE (2002) Complicações decorrentes da utilização da acepromazina associada à xilazina na preparação cirúrgica de rufiões bovinos. **Ciência Rural** 32(3): 439-444.

Furtado ED, Campos MC, Souza VLF, Gasparino E, Boso KMO, Nann MR (2010) Influência do peso vivo, da idade e do sexo sobre características de carcaças de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39(12): 2683-2686.

Gallacher K, Santos LC, Campoy L, Bezuidenhout AJ, Gilbert RO (2016) Development of a peripheral nerve stimulator-guided technique for equine pudendal nerve blockade. **The Veterinary Journal** 217: 72–77.

Getty R (5ed) (1986) Músculos do ruminante. **Sisson / Grossman. Anatomia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara, v. I, cap. 28, p. 794-795.

Gilbert RO (1989) The diagnosis of short penis as a cause of impotentia coeundi in bulls. **Theriogenology** 32(5): 805-815.

Greenblatt GM, Denson JS (1962) Needle Nerve Stimulator-Locator: nerve blocks with a new instrument for locating nerves. **Anesthesia and Analgesia** 41(5): 599-602.

Hopper R, King H, Walters K, Christiansen D (2013) Management of urogenital injury and disease in the bull: the scrotum and its contents. In: PROCEEDINGS OF THE SOCIETY FOR THERIOGENOLOGY 2012 ANNUAL CONFERENCE. **Anais...** Louisville.

IBGE (2016). Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/media/com\\_materialdeapoio/arquivos/ea77821e06cad1457f9b35c1abe2137f.pdf](https://www.ibge.gov.br/media/com_materialdeapoio/arquivos/ea77821e06cad1457f9b35c1abe2137f.pdf). Acesso em 03 de janeiro de 2018.

Imbelloni LE, Beato L, Beato C, Cordeiro JA, Souza DD (2005) Analgesia Pós-Operatória com Bloqueio Bilateral do Nervo Pudendo com Bupivacaína S75:R25 a 0,25%. Estudo Piloto em Hemorroidectomia sob Regime Ambulatorial. **Revista Brasileira de Anestesiologia** 55(6): 614-621.

Kim SH, Song SG, Paek OJ, Lee HJ, Park DH, Lee JK (2011) Nerve-stimulator-guided pudendal nerve block by pararectal approach. **The Association of Coloproctology of Great Britain and Ireland** 14: 611–615.

Larsen LL (1953) The internal pudendal (pudic) nerve block for anesthesia of the penis and relaxation of the retractor penis muscle. **J Am Vet Med Assoc** 123(916):18-27.

López-Herranz P (2008) Estimulador de nervios periféricos: Método alternativo de neurolocalización de plexos nerviosos en anestesia regional. **Rev Med Hosp Gen Mex** 71(2): 103-108.



Magnabosco CU, Lopes FB, Mamede M, Sainz RD (2013) Utilização de touros geneticamente avaliados como ferramenta para melhorar a produtividade de sistemas de bovinos de corte. **Rev Colomb Cienc Pecu** 26: 284-291.

Mariz MAS, Da Silva Neto EJ, Soares JG (2001) A anatomia do nervo pudendo e seu bloqueio anestésico em caprinos. **Ciência Animal** 11(1): 27-33.

Massone F (5 ed) (2008) Anestesia local. **Anestesiologia veterinária: farmacologia e técnicas**. Rio de Janeiro: Guanabara, cap. 3, p. 39.

Mcfarlane IS (1963) The lateral approach to pudendal nerveblock in the bovine and ovine. **J. S. Afr. Vet. Med. Ass** XXXIV(I).

Mendonça AC (2010) **Aspectos anatômicos do pênis, prepúcio e músculo retrator do pênis de bovinos das raças gir e nelore**. 90 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás.

Moraes NA, Regalin D, Santos MA, Costa BD, Flôres FN, Oleskovicz N (2014) Administração epidural de ropivacaína isolada ou associada à xilazina em bovinos. **Semina: Ciências Agrárias** 35(4): 2481-2490.

Muir WW, Hubbell JAE (2ed) (1995) **Handbook Veterinary Anesthesia** Missouri: Mosby, p. 63-64.

Pacheco P, Camacho MA, Garcia LI, Hernández ME, Carrillo P, Manzo J (1997) Electrophysiological evidence for the nomenclature of the pudendal nerve and sacral plexus in the male rat. **Brain Research** 763: 202–208.

Peterfreund RA, Datta S, Ostheimer GW (1990) pH adjustment of local anesthetic solutions with sodium bicarbonate: laboratory evaluation of alkalization and precipitation. **Regional Anesthesia** 14:265-260.

Pitombo PF (2011) **Estudo comparativo entre bloqueio interescalênico do plexo braquial e o bloqueio seletivo dos nervos supraescapular e axilar nas cirurgias artroscópicas de ombro**. 93 f. Tese (Doutorado em Anestesiologia) – Universidade Estadual Paulista.

Prado TM, Dawson LJ, Schumacher J (2016) Surgical Procedures of the Genital Organs of Bulls. **Vet Clin Food Anim** 32: 701–725.

Prestes OD, Martins ML, Friggi CA, Munaretto JS, Adaime MB, Zanella R (2013) O estado da arte na determinação de resíduos de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal empregando técnicas cromatográficas acopladas à espectrometria de massas. **Quim. Nova** 36(5): 697-710.

Rabelo RE, Franco Da Silva LA, Brito LAB, Moura MI, Silva OC, Carvalho VS, Franco LG (2008) Epidemiological aspects of surgical diseases of the genital tract in a population of 12,320 breeding bulls (1982-2007) in the state of goias, brazil. **Ciência Animal Brasileira** 9(3): 705-713.

Rabelo RE, Silva LAF, Vulcani VAS, Sant'Ana FJF, Assis BM, Rabbers AS (2015) Enfermidades diagnosticadas na genitália externa de touros: estudo retrospectivo (2007 – 2013). **Ciencia Animal Brasileira** 16(1): 133-143.

Schumacher J, Bratton GR, Williams JW (1985) Pudendal and caudal rectal nerve blocks in the horse – an anesthetic procedure for reproductive surgery. **Theriogenology** 24(4): 457 – 464.

Sen O, Sayilgan NC, Tutuncu AC, Bakan M, Koksal GM, Oz H (2016) Avaliação da lesão do nervo ciático após injeção intraneural de bupivacaína, levobupivacaína e lidocaína em ratos. **Rev Bras Anestesiol** 66(3): 272 – 275.

Silva LAF, Eurides D, Rodrigues NMO, Paulo NM, Fioravanti MCS, Chaves NS, Silva CA (1997) Acepromazina associado à anestesia dos nervos pudendo e hemorroidal para exposição de pênis em bovinos e bubalinos. **Veterinária Notícias** 3(1): 37-41.

Silva J, França DL, Souza JPB, Souza MB, Ferreira WR, Frasilio FO, Batista, FA (2017) Utilização de lidocaína associada à ropivacaína no bloqueio de nervo pudendo em touro submetido à cirurgia de acrobustite – relato de caso. In: X MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ, **Anais...** Campo Grande: UFMS, p. 173-175.

Sinnott CJ, Garfield JM, Thalhammer JG, Strichartz GR (2000) Addition of sodium bicarbonate to lidocaine decreases the duration of peripheral nerve block in the rat. **Anesthesiology** 93: 1045–52.

Skarda RT, Tranquilli WK (2013) Técnicas de anestesia e analgesia local e regional: ruminantes e suínos. In: Tranquilli WJ, Thurmon JC, Grimm KA (4 Ed) **Lumb & Jones: Anestesiologia e Analgesia Veterinária**. São Paulo, p. 722.

Thor KB, Morgan C, Nadelhaft I, Houston M, De Groat WC (1989) Organization of afferent and efferent pathways in the pudendal nerve of the female cat. **The Journal of Comparative Neurology** 288: 263-279.

Ueyama T, Arakawa H, Mizuno N (1987) Central distribution of efferent and afferent components of the pudendal nerve in rat. **Anat Embryol** 177: 37-49.

Vasconcelos KF, Ximenes RG, Martins FSM, Alves AS, Araújo SB, Andrade JK, Santos JRS, NÓBREGA NETO PI (2018) Avaliação do bloqueio bilateral do tronco do nervo pudendo em gatos com obstrução uretral. **Acta Scientiae Veterinariae** 46: 1521, 2018.

Villela ACV (2016) **Anestesia paravertebral torácica em cães**. 113 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Wong K, Strichartz GR, Raymond SA (1993) On the mechanisms of potentiation of local anesthetics by bicarbonate buffer: drug structure-Activity Studies on Isolated Peripheral Nerve. **Anesth Analg** 76: 131-143.