

1 Raquel Wolff Cabala

2

3

4

5

6 **USO DA ANESTESIA LOCORREGIONAL PERIFÉRICA EM CANINOS E**  
7 **BOVINOS. UM ESTUDO CLÍNICO E EXPERIMENTAL**

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Ciência Animal da Escola de  
Veterinária da Universidade Federal de  
Minas Gerais, como requisito parcial para  
obtenção do título de Doutor na área de  
concentração de Medicina e Cirurgia  
Veterinárias.

Orientador: Valentim Arabicano Gheller

Co-orientador (a): Suzane Lilian Beier

**Belo Horizonte**  
**Escola de Veterinária – UFMG**  
**2016**

33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43

Cabala, Raquel Wolff, 1988-

C112u      Uso da anestesia locorregional periférica em caninos e bovinos. Um estudo clínico e experimental / Raquel Wolff Cabala. – 2016.

85 p. : il.

Orientador: Valentim Arabicano Gheller

Co-orientadora: Suzane Lilian Beier

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Cão – Cirurgia – Teses. 2. Bovino – Cirurgia – Teses. 3. Anestesia veterinária – Teses. 4. Anestesia animal – Teses. I. Gheller, Valentim Arabicano. II. Beier, Suzane Lilian. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. IV. Título.

CDD – 636.708 97

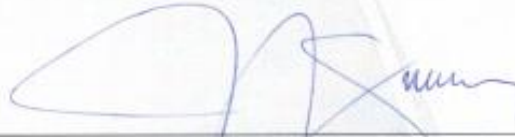
44  
45

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**RAQUEL WOLFF CABALA**

Tese submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de DOUTORA em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração em MEDICINA E CIRURGIA VETERINÁRIAS.

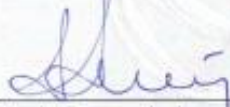
Aprovada em 16 de Dezembro de 2016, pela banca constituída pelos membros:



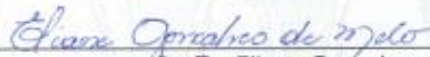
Prof. Valentim Arabicano Gheller  
Presidente - Orientador



Prof. Antônio Carlos Santana Castro  
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF



Prof. Luiz Fernando Lucas Ferreira  
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais- PUC-MINAS



Prof.ª Eliane Gonçalves de Melo  
Escola de Veterinária - UFMG



Prof. Armando de Mattos Carvalho  
Escola de Veterinária - UFMG

47

## DEDICATÓRIA

48 Dedico esta tese em especial a minha mãe que estava sempre presente comigo, apesar da  
49 distância, me deu coragem e força para seguir em frente. Obrigada por todo carinho, incentivo e  
50 apoio. Ao meu pai (*in memoriam*) que mesmo não estando presente comigo, foi responsável por  
51 minha educação e personalidade, sempre me direcionando para os melhores caminhos.

52 Ao meu marido, que me apoiou nessa jornada e foi o culpado de tudo isso estar acontecendo. A  
53 você todo meu agradecimento por todos os momentos que abdiquei de sua companhia para  
54 buscar os meus objetivos. Obrigada por cuidar de mim.

55 Aos meus queridos amigos que ficaram comigo nos momentos bons e ruins. Aprendemos muito  
56 juntos e os levarei comigo para o resto da vida.

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

## AGRADECIMENTOS

77

78

79 A realização desta tese só foi possível graças à colaboração dessas pessoas.

80 A minha mãe MARILETE e ao meu marido JONAS que me deram todo amor necessário para  
81 realizar meus objetivos. Fizeram parte deste momento mesmo estando longe.

82 Ao meu mestre PROFESSOR VALENTIM GHELLER, que acreditou em mim desde o  
83 primeiro momento. Sem sua orientação, amizade e sabedoria nada disso seria possível. Serei  
84 eternamente grata.

85 A PROFESSORA SUZANE BEIER, agradeço pela oportunidade e por todos os seus  
86 ensinamentos. Fizeram-me uma pessoa melhor.

87 Ao PROFESSOR FERNANDO BRETAS, agradeço pela amizade, pelas aulas excepcionais e  
88 pelas fotografias. Sem sua ajuda esse trabalho não seria o mesmo.

89 Aos PROFESSORES ANTÔNIO ÚLTIMO, ELIAS FACURY, ANTONIO CARLOS  
90 CASTRO pela ajuda na realização deste trabalho.

91 Ao PROFESSOR IVAN ALLAMAN, pela realização da análise estatística e por me ensinar  
92 mais sobre os números e suas análises.

93 A doutoranda HELOISA PEDROZA pela agradável convivência em casa e na UFMG e por sua  
94 forte colaboração neste trabalho.

95 Aos doutorandos, FILIPE MENDONÇA, LILIAN REIS, MARINA FERREIRA e SÉRGIO  
96 JUNIOR pela amizade e ajuda profissional.

97 Aos meus amigos que sempre estavam presentes em minha trajetória.

98 Aos animais utilizados neste trabalho.

99 A UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS agradeço a todos os funcionários,  
100 mestres que contribuíram para a minha formação.

101 A FAPEMIG pela ajuda financeira neste trabalho.

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

*“Decidi ver cada problema como uma oportunidade de encontrar uma solução.”*

135

*Walt Disney*

---

**SUMÁRIO**

---

<b>RESUMO</b> .....	<b>11</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
3.1. HISTÓRIA DA ANESTESIA LOCORREGIONAL.....	14
3.2. BEM-ESTAR ANIMAL.....	14
3.3. APLICABILIDADE EM RUMINANTES.....	15
3.4. APLICABILIDADE EM CÃES.....	16
3.5. ANESTESIA LOCORREGIONAL PERIFÉRICA.....	16
3.6. FISIOLOGIA DO SISTEMA NERVOSO.....	17
3.7. ANATOMIA DE NERVOS PERIFÉRICOS.....	18
3.8. NEUROELETROESTIMULADOR.....	26
3.9. ANESTÉSICOS LOCAIS.....	26
3.9.1. Lidocaína.....	28
3.9.2. Bupivacaína.....	28
3.9.3. Toxicidade dos anestésicos locais.....	28
3.10. FISIOLOGIA DO SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO.....	28
3.11. FISIOPATOLOGIA DA DOR.....	29
3.12. MODELO DE DOR.....	30
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>32</b>
4.1. EXPERIMENTO 1 – MAPEAMENTO COMPARATIVO DE NERVOS PERIFÉRICOS EM CANINOS E BOVINOS.....	32
4.2. EXPERIMENTO 2 – ANESTESIA LOCORREGIONAL COM AUXÍLIO DE NEUROELETROESTIMULADOR EM CÃES.....	32
4.3. EXPERIMENTO 3 – ANESTESIA LOCORREGIONAL COM AUXÍLIO DE NEUROELETROESTIMULADOR EM BOVINOS.....	35
4.4. EXPERIMENTO 4 – COMPARAÇÃO DE DIFERENTES VOLUMES DE LIDOCAÍNA EM BLOQUEIOS LOCORREGIONAIS DE MEMBRO PÉLVICO EM BOVINOS.....	37
4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	39
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES - EXPERIMENTOS</b> .....	<b>41</b>
5.1. EXPERIMENTO 1 – MAPEAMENTO COMPARATIVO DE NERVOS PERIFÉRICOS EM CANINOS E BOVINOS.....	41
5.2. EXPERIMENTO 2 – ANESTESIA LOCORREGIONAL COM AUXÍLIO DE NEUROELETROESTIMULADOR EM CÃES.....	51
5.3. EXPERIMENTO 3 – ANESTESIA LOCORREGIONAL COM AUXÍLIO DE NEUROELETROESTIMULADOR EM BOVINOS.....	61
5.4. EXPERIMENTO 4 – COMPARAÇÃO DE DIFERENTES VOLUMES DE LIDOCAÍNA EM BLOQUEIOS LOCORREGIONAIS DE MEMBRO PÉLVICO EM BOVINOS.....	72
<b>7. CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	<b>78</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>79</b>

---

---

**LISTA DE TABELAS**

---

Tabela 1 -	Nervos do plexo braquial, origem, inervação sensorial e motora.....	22
Tabela 2 -	Origem e inervação de cada nervo.....	24
Tabela 3 -	Informações gerais de anestésicos locais.....	27
Tabela 4 -	Tipos de fibras e receptores associados.....	30
Tabela 5 -	Descrição dos nervos que compõem o plexo braquial em cães com suas origens vertebrais, resposta motora fisiológica e consequência do seu bloqueio.....	45
Tabela 6 -	Tabela demonstrando a origem e inervação de cada nervo.....	49
Tabela 7 -	Tabela demonstrando a origem e resposta de cada nervo em bovinos.....	49
Tabela 8 -	Teste de Kruskall Wallis para comparação entre os grupos avaliados considerando 5% de significância.....	56
Tabela 9 -	Análise de variância da frequência cardíaca.....	57
Tabela 10 -	Análise de variância da frequência respiratória.....	57
Tabela 11 -	Análise de variância da variável temperatura.....	57
Tabela 12 -	Desdobramentos de momentos dentro de cada fármaco.....	57
Tabela 13 -	Desdobramento fármaco dentro de cada momento.....	58
Tabela 14 -	Teste de Kruskall Wallis para comparação entre os grupos avaliados considerando 5% de significância.....	65
Tabela 15 -	Razão de chances (RC) e intervalos HPD considerando 95% de probabilidade para os fatores bloqueio e fármaco.....	66
Tabela 16 -	Análise de variância da variável FC.....	69
Tabela 17 -	Análise de variância da variável FR.....	69
Tabela 18 -	Média e Erro padrão (EP) da variável frequência respiratória.....	69
Tabela 19 -	Análise de variância da variável FC – base Lidocaína 5mL vs 10 mL....	75
Tabela 20 -	Análise de variância da variável FR – base Lidocaína 5 mL vs 10 mL....	75
Tabela 21 -	Média e Erro padrão da média (EP) da variável frequência cardíaca base Lidocaína 5 mL vs 10 mL.....	75
Tabela 22 -	Média e Erro padrão da média (EP) da variável frequência respiratória base Lidocaína 5mL vs 10 mL.....	76

Tabela 23 -	Análise de deviance da variável pinçamento.....	76
Tabela 24 -	Razão de chances (RC) e intervalos de confiança considerando 95% de probabilidade para Lidocaína 5 mL vs 10 mL.....	76
Tabela 25 -	Teste de Kruskall Wallis para comparação entre grupos avaliados considerando 5% de significância, considerando lidocaína 5 mL vs 10 mL.....	76

---

### LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 -	Desenho esquemático demonstrando mapa de dermatômos dos nervos do membro torácico de cão.....	21
Figura 2 -	Desenho esquemático demonstrando mapa de dermatômos dos nervos radial, ulnar, mediano e musculocutâneo em bovinos.....	21
Figura 3 -	Desenho esquemático representando mapa de dermatômos dos nervos do membro pélvico de cão.....	25
Figura 4 -	Desenho esquemático representando mapa de dermatômos do nervo isquiático e tibial em bovinos.....	25
Figura 5 -	Fotografia de peça de membro torácico demonstrando nervos que compõem o tronco nervoso do plexo braquial em canino e bovino .....	43
Figura 6 -	Fotografia de peça de membro torácico direito, demonstrando nervo radial de canino e bovino.....	44
Figura 7 -	Fotografia de peça de membro torácico esquerdo, demonstrando os nervos musculocutâneo, ulnar e mediano em canino e bovino.....	45
Figura 8 -	Fotografia de peça de membro pélvico esquerdo de cão e bovino demonstrando o nervo isquiático.....	46
Figura 9 -	Fotografia de peça do membro pélvico esquerdo de cão e bovino, demonstrando o nervo tibial.....	47
Figura 10 -	Fotografia de peça do membro pélvico de cão e bovino, demonstrando nervo femoral.....	48
Figura 11 -	Fotografia de peça anatômica, evidenciando a vista lateral da região do flanco de bovino, onde foram localizados os nervos toracoabdominais T13, L1 e L2.....	50
Figura 12 -	Gráfico de barras da variável pinçamento considerando o fator bloqueio.....	58
Figura 13 -	Gráfico de barras da variável pinçamento considerando o fator momento.....	59
Figura 14 -	Gráfico de barras da variável pinçamento considerando o fator fármacos.....	60
Figura 15 -	Probabilidade estimada de um animal reagir positivamente ao pinçamento de acordo com os bloqueios e fármacos utilizados.....	67
Figura 16 -	Probabilidade estimada de um animal reagir negativamente ao pinçamento de acordo com os bloqueios e fármacos utilizados.....	68
Figura 17 -	Gráfico de barras da variável pinçamento considerando o fator	70

	bloqueio.....	
Figura 18 -	Gráfico de barras da variável pinçamento considerando o fator momento.....	70
Figura 19 -	Gráfico de barras da variável pinçamento considerando o fator fármaco.....	71
Figura 20 -	Probabilidade estimada de um animal reagir positivamente ao pinçamento de acordo com as doses utilizadas.....	78

137

138

139

140

## LISTA DE ABREVIATURAS

141

142	ASA	Classificação da American Society of Anesthesiologist
143	bpm	Batimentos por minuto
144	CEUA	Comissão de ética no uso com animais
145	ECG	Eletrocardiograma
146	FC	Frequência cardíaca
147	FR	Frequência respiratória
148	Hz	Hertz
149	ICB	Instituto de Ciências Biológicas
150	IM	Intramuscular
151	IV	Intravenosa
152	LNE	Limiar nociceptivo elétrico
153	M0	Avaliação basal
154	M1	5 minutos após a Medicação Pré-anestésica
155	M2	5 minutos após o bloqueio locorregional
156	M3	30 minutos após o bloqueio locorregional
157	M4	60 minutos após o bloqueio locorregional
158	mA	Miliampere
159	mL/Kg	Mililitro por kilograma
160	MMU	Nervos musculocutâneo, mediano e ulnar
161	MPA	Medicação pré-anestésica
162	mpm	Movimentos por minuto
163	Ms	Milissegundo
164	mV	Milivolts
165	PARA	Anestesia paravertebral
166	SNC	Sistema nervoso central
167	UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

168

169

170

171

**RESUMO**

173 Pretendeu-se com a presente tese realizar um estudo aprofundado de técnicas de anestesia  
174 locorregional com a utilização de neuroeletroestimulador nas espécies canina e bovina. Além  
175 disso, foi possível avaliar a eficácia dessa técnica no volume de anestésicos aplicado, pela  
176 utilização de técnicas de avaliação nociceptivas elétrica e mecânica, bem como análise de  
177 parâmetros fisiológicos. Para isso foram realizados quatro experimentos na Escola de  
178 Veterinária da UFMG.

179 A anestesia locorregional pode ser um substituto da anestesia geral em bovinos ou um  
180 complemento da anestesia geral no caso dos cães. O uso de um neuroeletroestimulador permite  
181 um monitoramento em tempo real do nervo que será bloqueado. No estudo foram avaliados  
182 bloqueio de plexo braquial, bloqueio de nervo radial, mediano, musculocutâneo, ulnar,  
183 isquiático, femoral, tibial e nervos lombares. Avaliados em cinco momentos (avaliação basal até  
184 60 minutos após bloqueio).

185 No experimento 1 foi estudado a anatomia dos nervos periféricos de cães e bovinos, como: os  
186 nervos do plexo braquial, nervo isquiático, nervo tibial, nervo femoral e alguns nervos  
187 costoadominais de bovinos, através da dissecação de peças anatômicas realizadas no  
188 Laboratório de Anatomia Animal do ICB da UFMG.

189 No experimento 2, avaliou-se a anestesia locorregional com auxílio de neuroeletroestimulador  
190 em cães. Os fármacos utilizados foram a lidocaína e bupivacaína. Houve um efeito significativo  
191 ( $P=0,10$ ) da interação entre os fatores fármaco e momento. Não houve diferenças significativas  
192 ( $P>0,05$ ) entre os fármacos para nenhum dos momentos avaliados, bem como de nenhum dos  
193 fatores avaliados no modelo de dor mecânico e elétrico.

194 No experimento 3, avaliou-se o uso da anestesia locorregional com auxílio de  
195 neuroeletroestimulador em bovinos, com os fármacos, bupivacaína ou lidocaína. Foram  
196 mensurados as frequências cardíacas, respiratórias e as respostas dos bovinos mediante ao  
197 modelo de dor proposto (mecânico e elétrico). Os resultados dos bovinos que receberam  
198 bupivacaína no bloqueio foram semelhantes entre si ( $P>0,05$ ), independente do bloqueio ou  
199 momento utilizado. Contudo nos grupos dos bovinos que receberam a lidocaína nos bloqueios  
200 isquiático e tibial, nos momentos 3 e 4 (M3 e M4), foram semelhantes entre si ( $P>0,05$ ), porém  
201 inferiores ( $P<0,05$ ) a todos os demais grupos avaliados. As avaliações sobre o modelo de dor  
202 proposto demonstram a eficácia dos bloqueios em membro torácico, independente do fármaco,  
203 bem como a eficácia da redução da dose do fármaco bupivacaína.

204 Por fim no experimento 4, comparou-se diferentes volumes de lidocaína (5,0 mL e 10,0 mL) em  
205 bloqueios locorregionais de membro pélvico em bovinos (nervo isquiático e nervo tibial).  
206 Mostrou-se um efeito significativo entre as dosagens da lidocaína, com relação a variável da  
207 frequência respiratória e a resposta no modelo de dor elétrico e mecânico.

208

209 Palavras-chave: anestesia locorregional, neuroeletroestimulador, modelos nociceptivos elétrico  
210 e mecânico.

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

## ABSTRACT

221 *The aim of this thesis was to conduct a thorough study of local regional anesthesia techniques*  
222 *by using a peripheral nerve locator in bovine and canine. In addition, the efficacy of this*  
223 *procedure with the volume of anesthetics applied was evaluated by using nociceptive electrical*  
224 *and mechanical techniques, as well as physiological parameters. Four experiments were*  
225 *carried out at the Veterinary School of the Universidade Federal de Minas Gerais.*

226 *Local regional anesthesia can serve as a substitute for general anesthesia in bovine or as a*  
227 *complement of general anesthesia in dogs. The use of a peripheral nerve locator allows real*  
228 *time monitoring of the nerve to be blocked. In the present study, blocking of brachial plexus,*  
229 *radial, median, musculocutaneous, ulnar, sciatic, femoral, tibial and lumbar nerves were*  
230 *performed at five moments (basal evaluation up to 60 minutes after blockage).*

231 *Experiment 1 consisted in the study of the anatomy of the peripheral nerves of canine and*  
232 *bovine through dissection of embalmed specimens at the Laboratório de Anatomia Animal do*  
233 *ICB da UFMG. The nerves included: brachial plexus, sciatic, tibial, femoral and some bovine*  
234 *costoabdominal nerves.*

235 *In experiment 2, local regional anesthesia was evaluated in canine with a peripheral nerve*  
236 *locator. Lidocaine and bupivacaine were used. No significant differences ( $P>0,05$ ) were seen*  
237 *between the drugs and any of the moments, as well as for any of the factors in the mechanical*  
238 *and electrical pain model.*

239 *Experiment 3 was the same as that described for experiment 2, using bovine instead of canine.*  
240 *Cardiac and respiratory frequencies, as well as the responses under a proposed pain model*  
241 *(mechanical and electrical) were measured. The results of the animals that were blocked with*  
242 *bupivacaine were similar ( $P>0,05$ ) regardless of the use of the blocking or the moment. The*  
243 *animal groups given lidocaine for blocking sciatic and tibial nerves at moments 3 and 4 (M3*  
244 *and M4) showed similar results ( $P>0,05$ ); however, these values were inferior ( $P<0,05$ ) when*  
245 *compared to all the other groups. The evaluations of the proposed pain model demonstrated the*  
246 *efficacy of the nerve blocking in the thoracic limb, regardless of the drug, as well as the efficacy*  
247 *of the dose reduction of bupivacaine.*

248 *In experiment 4, different volumes of lidocaine (5 mL e 10 mL) were compared in local regional*  
249 *nerve blocking of the bovine pelvic limb (sciatic and tibial nerves). There was a significant*  
250 *effect between the lidocaine doses and the variables of respiratory frequency and the response*  
251 *in the electrical and mechanical pain model.*

252

253 *Key words: local regional anesthesia, electrostimulation, mechanical and electrical nociceptive*  
254 *models*

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

## 268 1. INTRODUÇÃO

269 Os anesthesiologistas prestam assistência médica perioperatória em pacientes submetidos a  
270 procedimentos cirúrgicos, diagnósticos e também na assistência pós-operatória. Eles estão  
271 envolvidos tanto no controle da dor aguda, quando na dor crônica.

272 A anestesia vem se modernizando, contribuindo para a cirurgia, principalmente para o bem-estar  
273 do paciente. Houve avanços nos mecanismos de ação, nas anestésias geral e regional, utilização  
274 de novos fármacos e novos métodos de monitorização. Direcionando as contribuições futuras  
275 para a gestão do paciente submetido à anestesia.

276 No final do século XIX, August Bier descobriu uma classe de fármaco (anestésicos locais) que  
277 poderia interromper a transmissão neural. A aplicação de anestesia e analgesia tem avançado  
278 rapidamente particularmente nos últimos 50 anos, tornando o procedimento muito mais seguro e  
279 sofisticado (Shipton e Lin, 2008).

280 A anestesia locorregional pode ser um substituto ou um complemento da anestesia geral,  
281 fornecendo analgesia peri e pós-operatória. A qualidade do bloqueio depende da administração  
282 correta de anestésicos locais, próximo a estrutura nervosa pretendida, por isso a importância do  
283 conhecimento anatômico da região. O uso de um neuroeletroestimulador permite um  
284 monitoramento em tempo real do nervo que será bloqueado.

285 A anestesia locorregional exclui as inúmeras desvantagens da anestesia geral, bem como  
286 intubação, tempo de recuperação, náuseas pós-operatórias, decúbitos prolongados e ventilação  
287 prejudicada. Além disso, associada a neuroestimulação, oferece uma série de vantagens em  
288 relação aos métodos tradicionais de localização dos nervos como, a facilidade de aprendizagem  
289 de pessoas não experientes em bloqueios de nervos periféricos, maiores taxas de sucesso e  
290 menor quantidade de anestésico local administrado, reduzindo o risco de toxicidade,  
291 principalmente reduzindo o risco de lesão neurológica.

## 292 2. OBJETIVOS

293 Objetivo Geral

294 O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia da neuroeletroestimulação como  
295 analgesia transoperatória em caninos e bovinos.

296 Objetivos Específicos

297 ✓ Avaliar o papel da técnica locorregional, como principal técnica utilizada em bovinos

298 ✓ Avaliar o volume de anestésico local utilizado, com auxílio de neuroestimulador em  
299 bovinos

300 ✓ Avaliar as alterações dos parâmetros fisiológicos dos animais, além dos seus possíveis  
301 efeitos colaterais em bovinos

302 ✓ Avaliar a anestesia locorregional em cães

303 ✓ Avaliar o volume de anestésico utilizado, bem como avaliar as alterações dos  
304 parâmetros fisiológicos dos animais, além dos possíveis efeitos colaterais em cães

305       ✓ Como resultados deste trabalho colaborativo esperam-se a produção de um material  
306       didático para médicos veterinários.

### 307   **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### 308   3.1. HISTÓRIA DA ANESTESIA LOCORREGIONAL

309   A história da anestesiologia veterinária iniciou-se no Royal Veterinary College, logo após a  
310   primeira demonstração em público de anestesia em humanos, realizada por Morton em 1846.  
311   Em 1884, a anestesia regional foi descrita como a arte de dessensibilizar uma parte do corpo  
312   para uma cirurgia, por Karl Kolhler. Ele demonstrou o uso de anestesia tópica no olho de  
313   pacientes, utilizando a cocaína (Steeffy, 2014).

314   O isolamento da cocaína em 1860 inaugurou a era do anestésico local, mesmo com a sua grande  
315   toxicidade para o sistema nervoso central (SNC). A ausência de novos compostos manteve a  
316   cocaína como único anestésico local até o início do século XX. Em 1943, Loeffgrem sintetizou a  
317   primeira amida anestésica, a lidocaína, que era menos tóxica para SNC e possuía qualidade  
318   anestésica associada à duração e segurança (Massone, 2011).

319   As técnicas para a anestesia locorregional não são difíceis de serem aprendidas e não envolvem  
320   o uso de equipamentos muito caros, o que a torna particularmente útil na clínica veterinária  
321   (Massone, 2011). A anestesia local ganhou espaço na medicina veterinária, após o isolamento  
322   de outros anestésicos locais. Em 1940 a anestesia de flanco em bovinos foi descrita e iniciou-se  
323   o estudo de anestesia em animais de produção e criação de novas técnicas (Marongiu, 2012).

#### 324   3.2. BEM-ESTAR ANIMAL

325   A Associação Internacional para o Estudo da Dor definiu como dor “uma experiência sensorial  
326   e emocional desagradável associada com potencial lesão tecidual ou alguma forma de lesão”. O  
327   Departamento de Agropecuária e o Serviço de inspeção fitossanitária trabalharam na definição  
328   de aflição como “o estado em que o animal não pode escapar ou se adaptar dos estressores nas  
329   suas experiências internas e externas, resultando em efeitos negativos sobre seu bem-estar  
330   (Underwood, 2001).

331   Estudos demonstram que os animais sentem dor, não apenas devido sua resposta  
332   comportamental, mas também devido a alterações bioquímica e fisiológica. E a melhor forma  
333   de controle da dor é a sua prevenção. Alterações fisiológicas podem ocorrer devido à  
334   sensibilização periférica e central do sistema nervoso. Os neurônios que possuem poucos  
335   receptores podem se tornar ricos em receptores de dor, ampliando a sua sensibilidade. Este  
336   estado de hipernocicepção pode se tornar crônico. Muitas dessas dores crônicas se iniciam com  
337   estados dolorosos agudos e podem ocorrer mesmo sem nenhuma lesão propriamente dita.  
338   Assim, a dor pode continuar independente de a lesão inicial ser curada ou não. Este tipo de dor é  
339   conhecida como neuropática e é gerada por uma deformação plástica das membranas nervosas,  
340   reorganização da neuroanatomia, alteração da medula espinhal e morte dos neurônios inibitórios  
341   da dor (Luna e Teixeira Neto, 2006).

342   Infelizmente em comparação com os animais de estimação, os animais de produção estão  
343   constantemente sujeitos a experiências extremamente dolorosas, na maioria das vezes sem o uso de  
344   anestésicos e analgésicos (Luna e Teixeira Neto, 2006).

345

### 346 3.3. APLICABILIDADE EM RUMINANTES

347 Atualmente intervenções cirúrgicas em ruminantes são realizadas com maior frequência apenas  
348 em animais de alto valor zootécnico. Por isso a importância da evolução da anestesiologia  
349 veterinária com o intuito de garantir segurança e bem-estar ao paciente, levando em conta o  
350 custo total do procedimento. Pesquisas sobre novos fármacos, técnicas e aparelhos, bem como o  
351 avanço da monitorização são estudadas para aliar todos os benefícios citados (Cunha, 2011).

352 Os profissionais devem considerar o tipo de procedimento cirúrgico, o local de intervenção, as  
353 instalações disponíveis, a condição física do animal e o custo total do procedimento, no  
354 momento da escolha da técnica anestésica. Equilibrando esses fatores no momento da anestesia  
355 e cirurgia, proporcionando segurança tanto para o paciente quanto aos médicos veterinários  
356 envolvidos (Souza *et al.*, 2013).

357 Muitos procedimentos cirúrgicos em ruminantes podem ser realizados de forma segura e  
358 humanitária quando associada à contenção física, com ou sem uma sedação, na maioria das  
359 vezes em posição quadrupedal associado com a anestesia regional (Gebeyehua, 2014). É um  
360 procedimento considerado simples e de baixo custo, além de ter efeito reversível (Edmondson,  
361 2008). Minimizando a possível interferência da técnica da anestesia para a retomada do  
362 funcionamento normal do trato gastrointestinal e o impacto negativo sobre o desempenho do  
363 animal após a cirurgia (Souza *et al.*, 2013).

364 Em animais de grande porte como bovinos o risco cirúrgico é aumentado na anestesia geral  
365 devido ao decúbito prolongando. Levando a obstrução da faringe, traqueia e brônquios pelo  
366 refluxo ruminal. A consequência após o procedimento é uma pneumonia grave podendo levar o  
367 animal ao óbito (Nóbrega Neto, 2008). Além disso, as vísceras podem comprimir o tórax,  
368 dificultando a ventilação. Pode ocorrer também compressão de nervos e grupos musculares, o  
369 que pode causar paresias (Thurmon *et al.*, 1996). Por esse motivo, a importância de cirurgias em  
370 estação.

371 Outro fator importante é que esses animais necessitam de um jejum mais prolongado. Quando  
372 são submetidos à anestesia geral para se evitar acidentes tais como, regurgitações com  
373 consequentes aspirações de conteúdo ruminal levando à broncopneumonia gangrenosa. O  
374 protocolo do jejum baseia-se na redução da alimentação pela metade (ração) no terceiro e  
375 segundo dia pré-operatório, um dia antes da cirurgia aconselha-se o jejum total e seis horas  
376 antes do procedimento, o jejum hídrico. Porém ainda existe um risco de aspiração (Massone,  
377 2011). Devido essa dificuldade de realização de jejum, preconiza-se a realização de cirurgias em  
378 estação.

379 Por isso que a anestesia locorregional é a técnica de escolha para ruminantes de modo geral. Em  
380 ruminantes são muito comuns cirurgias de flanco, como a laparotomia exploratória, cesariana,  
381 ruminotomia, obstrução intestinal, fístula ruminal e hérnias (Lee, 2006).

382 Cirurgias de flanco podem ser realizadas, após bloqueio paravertebral proximal, como a  
383 laparotomia, omentopexia, ruminotomia, cesariana pelo flanco e sutura de bexiga rompida em  
384 bezerros. Se forem bloqueados os nervos lombares (L2, L3, L4) o úbere e tetas podem ser  
385 anestesiados. O pé de bovinos podem ser anestesiados pelo bloqueio do nervo fibular e nervo  
386 tibial, permitindo cirurgias de amputação de dígitos (Horney, 1966). Os bloqueios de nervo  
387 femoral e nervo isquiático podem ser utilizados em cirurgias de joelho, bem como na  
388 artroscopia e cirurgias de perna, tornozelo e pé (Imbellioni, 2007).

389 É de extrema importância o estudo de protocolos anestésicos que forneçam segurança ao animal  
390 e ao médico veterinário, boa analgesia, contenção adequada e por fim, custo viável (Cunha,  
391 2011).

#### 392 3.4. APLICABILIDADE EM CÃES

393 A anestesia locorregional era exclusivamente utilizada como técnica única. Nos dias atuais os  
394 bloqueios locorregionais vêm sendo difundidos e utilizados como um complemento na anestesia  
395 balanceada de pequenos animais, na qual não se utilizam somente dois ou mais fármacos, mas  
396 também duas ou mais técnicas, promovendo assim anestesia diretamente no local da cirurgia,  
397 diminuindo o requerimento de anestésicos gerais, podendo até mesmo não ser necessário o uso  
398 destes. Ademais apresenta inúmeras vantagens como: redução do estresse cirúrgico, menor  
399 índice de mortalidade quando comparado ao da anestesia geral, menor necessidade de  
400 anestésico geral e analgesia pós-operatória (Pinto, 2013). A anestesia locorregional poderá  
401 permitir consequentemente, a diminuição da sensibilização central à dor, minimização da reação  
402 tissular inflamatória e diminuição da dose e frequência dos analgésicos empregados no pós-  
403 operatório (Hellyer e Gaynor, 1998; Gross e Pope, 2002).

#### 404 3.5. ANESTESIA LOCORREGIONAL PERIFÉRICA

405 Os bloqueios locorregionais impedem a aferência nociceptiva ao SNC, a eferência do sistema  
406 nervoso simpático e consequentemente, são responsáveis pelo relaxamento da musculatura.  
407 Essas técnicas minimamente invasivas têm tido seu uso ampliado devido ao baixo risco de  
408 complicações e por atuarem principalmente na melhoria da qualidade de vida do paciente, com  
409 possibilidade de redução da dose de analgésicos sistêmicos utilizados no pós-operatório  
410 (Minson e Fukushima, 2007). A anestesia locorregional periférica é uma opção adequada para  
411 procedimentos operatórios de membros pélvicos e torácicos em regime ambulatorial ou  
412 cirúrgico (Otero, 2005).

413 A anestesia locorregional ou o chamado bloqueio de nervos é uma técnica anestésica no qual é  
414 aplicado um agente anestésico em nervos de uma região, assim, somente parte do corpo será  
415 anestesiada. Pode ser dividida ainda em central ou perineural (Gebeyehua, 2014). O  
416 anesthesiologista injeta o anestésico local próximo aos nervos para anestésiar somente a área do  
417 corpo onde a cirurgia será realizada. Quando comparadas com outras técnicas é considerada  
418 muito segura, pouco tóxica devido à pequena quantidade de fármaco aplicada, principalmente  
419 com uso de neuroestimuladores, produzindo uma analgesia uniforme e normalidade de  
420 parâmetros sistêmicos do paciente (Gebeyehua, 2014).

421 Os bloqueios de nervos periféricos são procedimentos de rotina de grande aplicabilidade na  
422 prática clínica anestésica. Apresenta uma técnica de simples execução com fácil identificação  
423 dos pontos de referência além de não ser considerada desconfortável para o paciente, promove  
424 anestesia adequada ao procedimento cirúrgico proposto (Fonseca *et al.*, 2006). O bloqueio é  
425 obtido pela deposição de anestésico local em um nervo ou grupo de nervos, causando  
426 dessensibilização de uma extensa área (Intelizano *et al.*, 2002). O sucesso da técnica dependerá  
427 do conhecimento anatômico do anestesista, bem como as estruturas inervadas, sua localização  
428 em relação a estruturas como veias e artérias (Gebeyehua, 2014).

429 Os riscos e complicações dessa técnica estão associados à proximidade de injeção dos  
430 anestésicos com o nervo, estado geral do paciente, perfil da cirurgia, volume de fármaco, bem  
431 como, o nível de experiência do anesthesiologista com o procedimento (Susan *et al.*, 2004).

432 Volumes elevados ou aplicações repetidas de anestésicos locais podem induzir à toxicidade  
433 sistêmica, principalmente em animais jovens ou com pouco peso corporal. Os sinais clínicos  
434 são: arritmias, opistótono, convulsões, hipotensão arterial, apnéia, podendo levar a morte (Lin e  
435 Pugh, 2004). A toxicidade depende das altas concentrações plasmáticas do anestésico local,  
436 grau de absorção, local da injeção, da administração concomitante de adrenalina e de variações  
437 individuais (Valverde e Doherty, 2008).

438 A neuroestimulação oferece uma série de vantagens em relação aos métodos tradicionais de  
439 localização dos nervos. Exemplos disso são: a facilidade de aprendizagem de pessoas não  
440 experientes em bloqueios de nervos periféricos; permite a multi-estimulação (localização de  
441 diferentes componentes de um plexo nervoso) o que resulta em menor tempo de latência,  
442 maiores taxas de sucesso e menor quantidade de anestésico local administrado, reduzindo o  
443 risco de toxicidade; diminuindo o risco de lesão neurológica. A neuroestimulação consiste em  
444 induzir a despolarização da membrana celular de uma fibra nervosa mediante um estímulo  
445 elétrico enviado por uma agulha-eletrodo e desta forma, originar um potencial de ação que,  
446 segundo a fibra estimulada, provoca uma percepção sensitiva ou uma contração muscular  
447 (Gomes e Ormonde, 2005).

448 As técnicas de anestesia locorregional do membro torácico apresentam situações particulares.  
449 Os bloqueios do neuroeixo que aportam analgesia para essa região progridem até regiões mais  
450 craniais da medula espinhal, o que pode comprometer a função ventilatória e manifestar reações  
451 adversas no SNC. Porém, essa técnica é considerada segura, garantindo analgesia tanto em  
452 pacientes saudáveis, como aqueles portadores de necessidades especiais, nos quais a anestesia geral  
453 implica alto risco, como politraumatizados ou cardiopatas. Ela permite minimizar a necessidade  
454 de analgésicos pela via sistêmica e a incidência de reações adversas secundárias à administração  
455 desses fármacos por essa via (Klaumann e Otero, 2013).

456 Na anestesia locorregional do membro pélvico é necessário realizar a infiltração de soluções  
457 anestésicas em mais de um ponto, como por exemplo no nervo isquiático e nervo femoral. Pois  
458 os troncos nervosos se encontram mais distantes uns dos outros (Klaumann e Otero, 2013).

### 459 3.6. FISIOLOGIA DO SISTEMA NERVOSO

460 O sistema nervoso serve à regulação de diversas funções animais e à adaptação destes às  
461 variações das condições internas e externas. O sistema nervoso é um sistema que assimila  
462 informações, armazenando-as e transformando-as, assim como exerce ação reguladora,  
463 transmitindo as informações aos locais mais diversos (Konig e Liebich, 2011).

464 A unidade funcional do nervo periférico é o neurônio, constituído por um corpo celular,  
465 localizado na medula ou no gânglio espinhal e sua expansão, a fibra nervosa, formada pelo  
466 axônio e a bainha conjuntiva que o envolve, o endoneuro (Mattar Jr e Azzer, 2000).

467 Os neurônios possuem potencial elétrico de membrana com interior mais negativo em relação  
468 ao meio externo, chamado potencial de repouso. Para manutenção do potencial de repouso  
469 ocorre transporte ativo de sódio para fora do neurônio e transporte de potássio para dentro do  
470 neurônio, pela bomba NA-K-ATPase, por meio de canais de voltagem-dependentes. O  
471 transporte de sódio para fora da célula é mais rápido do que o transporte de potássio, garantindo  
472 a eletronegatividade dentro da membrana celular. Essa diferença de potencial é responsável pela  
473 transmissão de sinais elétricos de uma célula para outra, gerando os impulsos nervosos  
474 (Klaumann e Otero, 2013).

475 Quando o estímulo é excitatório, a membrana do neurônio é despolarizada, o lado interno fica  
476 mais eletropositivo e a frequência de disparo dos neurônios aumenta. Se o estímulo é inibitório,  
477 o lado interno do neurônio fica mais eletronegativo e há diminuição da frequência de disparo  
478 dos neurônios. Em seguida ocorre a repolarização da fibra nervosa, atingindo seu limiar de  
479 excitabilidade, não podendo ser estimulada novamente (Klaumann e Otero, 2013).

480 Os nervos periféricos originam no tronco cerebral ou na medula espinhal. Podem ser  
481 distinguidos entre os seguintes tipos de fibras nervosas: vias aferentes (sensitivas) responsáveis  
482 pela condução de informações dos receptores ao SNC; fibras nervosas eferentes (motoras)  
483 responsáveis pela condução de informações à musculatura estriada e as fibras nervosas aferentes  
484 e eferentes (simpáticas e parassimpáticas), pela condução de informações a partir das vísceras,  
485 dos vasos sanguíneos para o SNC e deste para os diversos tecidos (Konig e Liebich, 2011). Os  
486 nervos espinhais mantêm conexão com a medula espinhal, são formados pela fusão das raízes  
487 motoras e sensitivas e são divididos e denominados de acordo com a sua localização na coluna  
488 vertebral. Após deixarem a coluna vertebral, os nervos espinhais dividem-se em várias fibras e  
489 quando essas fibras se juntam novamente, formam os plexos nervosos ou redes (Sisson e  
490 Grossman, 1986).

491 Os ramos cutâneos levam fibras sensitivas para a sensibilidade superficial, assim como, fibras  
492 vegetativas para vasos, glândulas e para a musculatura lisa da pele. Nos locais de distribuição de  
493 um ramo cutâneo, podem ser distinguidas três zonas: a região de inervação autônoma, innervada  
494 exclusivamente pelos nervos correspondentes, ficando, portanto, totalmente anestesiado para o  
495 estímulo sensitivo quando esses nervos falharem; a zona mista na qual a sensibilidade tátil e  
496 térmica não existem, estando conservada a sensibilidade dolorosa e a zona subsidiária que é a  
497 região que se torna mista do nervo vizinho, quando este fica interrompido. Os ramos musculares  
498 possuem fibras motoras para os músculos esqueléticos estriados (Konig e Liebich, 2011).

499 Os nervos espinhais são responsáveis pela inervação do tronco, membros e parte da cabeça,  
500 saem aos pares da medula, a cada espaço intervertebral. Em bovinos são em número C7, T13,  
501 L6, S5 e Co 18-20 e em cães são C7, T13, L7, S3 e Co 20-23 (Sisson e Grossman, 1986).

### 502 3.7. ANATOMIA DE NERVOS PERIFÉRICOS

503 Os nervos espinhais formam as raízes do plexo braquial e os principais nervos somáticos do  
504 membro torácico originam como ramos do plexo braquial. A nomenclatura deles tem como base  
505 a sua área de abastecimento (Budras *et al.*, 2007). O plexo braquial é formado pela união de  
506 grande parte dos ramos ventrais dos últimos três nervos cervicais e dos dois primeiros nervos  
507 torácicos. Os nervos incluem o supraescapular, subescapular, axilar, musculocutâneo, radial,  
508 mediano, ulnar, toracodorsal, torácico lateral e nervos peitorais (Campoy, 2008; Evans e  
509 Lahunta, 2010). A região anatômica inicia junto ao músculo escaleno até o músculo longo do  
510 pescoço, cranial a primeira costela, na região axilar do membro torácico. Depois que os ramos  
511 ventrais atravessam a musculatura intertransversa, passam pela borda ventral do músculo  
512 escaleno, encontrando o membro torácico pelo espaço axilar. A partir daí, parte das raízes  
513 ventrais unem-se umas as outras e suprem todas as estruturas do membro, musculatura  
514 adjacente e pele (Klaumann e Otero, 2013). O plexo braquial supre quase todas as estruturas do  
515 membro torácico e da parede lateral do tórax, com exceção dos músculos trapézio,  
516 omotransverso e rombóide e a pele sobre a região dorsal da escápula (Sisson e Grossman, 1986;  
517 König e Liebich, 2011) (Tab.1).

518

519 3.7.1. Descrição anatômica dos nervos que pertencem ao plexo braquial (Fig. 1 e 2).

520 O nervo supra-escapular é um nervo motor, origina do ramo ventral do sexto nervo cervical,  
521 com uma contribuição do ramo ventral do sétimo nervo cervical. Pode derivar também de fibras  
522 do sexto nervo cervical. Corre entre o músculo subescapular e o músculo supra-espinhal, com  
523 vasos supra-escapulares, ventralmente à espinha escapular. Supre os músculos supra-espinhal e  
524 o infra-espinhal. Envia ramificações à superfície lateral da capsula da articulação do ombro e  
525 pode fornecer ramos ao músculo redondo menor e ao músculo deltoide. O nervo supra-escapular  
526 tem a função de estender e flexionar o ombro com o auxílio dos músculos infra-espinhoso e  
527 supra-espinhoso (Getty *et al.*, 1981).

528 O nervo subescapular é um nervo motor, deriva de fibras dos ramos ventrais do sexto e do  
529 sétimo nervos cervicais. Quando um único nervo subescapular estiver presente, ele surge do  
530 ramo ventral do sexto ou sétimo nervos cervicais. Inerva a parte distal do músculo subescapular.  
531 Tem como função a adução e extensão do ombro através do músculo subescapular (Getty *et al.*,  
532 1981).

533 Os nervos peitorais surgem dos ramos ventrais do sexto, sétimo e oitavo nervos cervicais e do  
534 primeiro torácico. São em número de dois a cinco. Frequentemente emergem com o nervo  
535 torácico lateral e inervam os músculos peitorais (Getty *et al.*, 1981).

536 O nervo musculocutâneo é um nervo misto, deriva de fibras do ramo ventral do sétimo nervo  
537 cervical, mas pode receber contribuição do sexto ou oitavo nervo cervical, ou de ambos. Em sua  
538 origem está associado com os nervos peitorais craniais. Passa entre o músculo coracobraquial e  
539 a artéria braquial e segue pelo braço. Na articulação do ombro, ele emite o ramo muscular  
540 proximal para o músculo coracobraquial e para o músculo bíceps do braço. No terço distal do  
541 braço, o nervo musculocutâneo está ligado ao nervo mediano por um ramo comunicante  
542 oblíquo. Próximo do cotovelo o nervo divide-se em ramo muscular distal e nervo cutâneo  
543 medial do antebraço. O nervo musculocutâneo aduz e estende o ombro através do músculo  
544 corocobraquial e com auxílio do bíceps braquial flexiona o cotovelo e estende o ombro, é ainda  
545 responsável pela pele da superfície medial do antebraço (Getty *et al.*, 1981).

546 O nervo axilar é um nervo misto e deriva dos ramos ventrais do sétimo e oitavo nervos  
547 cervicais, segue ao longo da superfície flexora da articulação do ombro, acompanha a artéria  
548 caudal do úmero. Supre os flexores da articulação do ombro e a superfície caudal da articulação  
549 do ombro. O ramo cutâneo emerge entre o músculo deltoide e a porção lateral do músculo  
550 tríceps do braço e parcialmente ramifica-se na fáscia e pele na superfície cranio lateral do braço.  
551 O nervo axilar promove a flexão do ombro através dos músculos: deltoide, redondo menor e  
552 redondo maior. Este nervo é responsável pela rotação do braço lateralmente e medialmente e é  
553 responsável pela superfície lateral do braço e região escapular caudal (Getty *et al.*, 1981).

554 O nervo radial é um nervo misto, o maior e mais caudal, segue caudalmente ao nervo ulnar e  
555 fornece ramos para músculos extensores do cotovelo. O ramo profundo supre os músculos  
556 extensores supinadores (em carnívoros) do carpo e dígitos. O ramo superficial emerge sobre a  
557 superfície flexora do cotovelo e divide-se em ramos medial e lateral. O ramo lateral emite o  
558 nervo cutâneo lateral do antebraço. O nervo radial estende a articulação do cotovelo e é  
559 responsável pela pele cranial e lateral do antebraço e da face da mão (Getty *et al.*, 1981).

560 O nervo ulnar é um nervo misto e está unido durante algum percurso ao nervo mediano. No  
561 terço distal do braço ele separa do nervo mediano e passa sobre o epicôndilo medial do úmero.  
562 Emite o nervo cutâneo caudal do antebraço, que corre no subcutâneo sobre a face medial do  
563 olecrano da ulna. Depois desce no antebraço com vasos colaterais ulnares e se ramifica na pele  
564 do carpo. Tem a função de flexionar o carpo pelo músculo flexor ulnar do carpo e a flexão dos  
565 dedos pelo músculo flexor digital profundo e é responsável pela pele na região caudal do  
566 antebraço (Getty *et al.*, 1981).

567 O nervo mediano é um nervo misto. Em sua origem forma um único tronco com o nervo ulnar.  
568 O tronco mediano e ulnar continua em pequeno percurso, distanciando caudalmente aos vasos  
569 braquiais situados na porção média do músculo tríceps do braço e o músculo peitoral profundo.  
570 Após a separação ele passa sobre o epicôndilo medial do úmero, sob o músculo pronador  
571 redondo. É responsável pela flexão do carpo através do músculo flexor radial do carpo e nos  
572 cães a flexão dos dedos II, III, IV e V. O nervo é responsável pela pele da porção caudal do  
573 antebraço (Getty *et al.*, 1981).

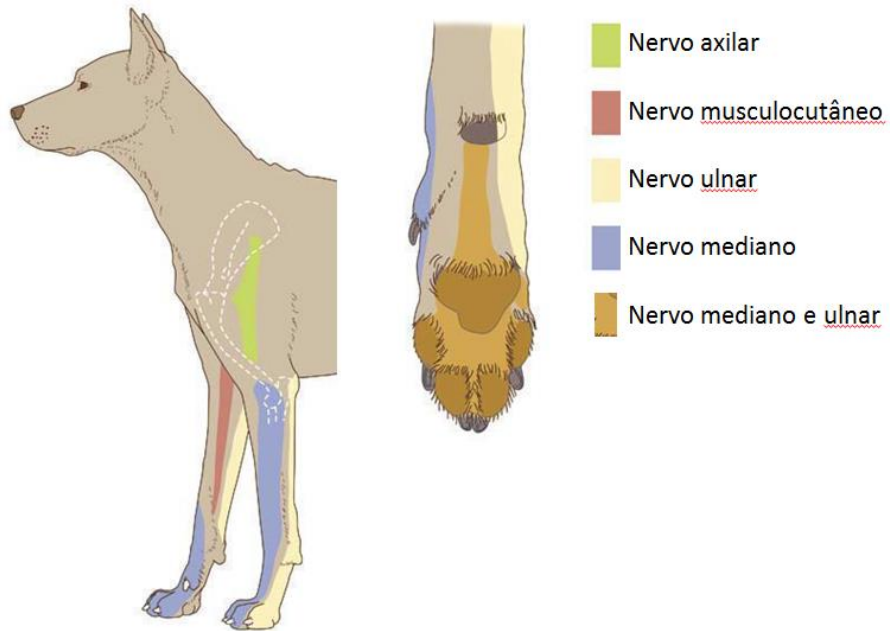
574 O nervo torácico longo origina dos ramos ventrais do sétimo e oitavo nervos cervicais. Na sua  
575 origem é coberto pelo músculo escaleno, depois emerge ventralmente e segue na superfície  
576 lateral do músculo serrátil (Getty *et al.*, 1981).

577 O nervo toracodorsal é um nervo motor, surge do ramo ventral do oitavo nervo cervical. Ele se  
578 distribui ao músculo grande dorsal, acompanhando os vasos toracodorsais em sua distribuição  
579 periférica. É responsável pela movimentação do ombro (Getty *et al.*, 1981).

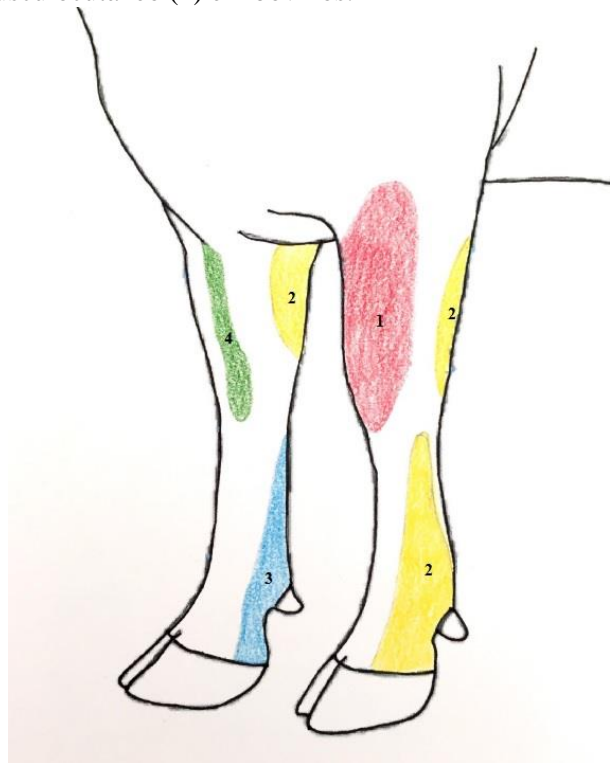
580 O nervo torácico lateral deriva suas fibras dos ramos ventrais do oitavo nervo cervical e do  
581 primeiro e segundo nervos torácicos e emerge com os nervos peitorais caudais. É o principal  
582 nervo motor do músculo cutâneo do tronco e do músculo prepucial cranial (Getty *et al.*, 1981).

583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603

604 Figura 1. Desenho esquemático demonstrando mapa de dermatômos dos nervos do membro  
605 torácico de cão (Dyce *et al.*, 2010).



608 Figura 2. Desenho esquemático demonstrando mapa de dermatômos do nervo radial (1), ulnar  
609 (2), mediano (3) e musculocutâneo (4) em bovinos.



610

611

612 Tabela 1. Nervos do plexo braquial, origem, inervação sensorial e motora. (Campoy, 2008)

<b>Nervo Periférico</b>	<b>Origem</b>	<b>Resposta</b>	<b>Bloqueio</b>
Peitorais craniais	C6	Contração dos músculos peitorais superficiais	Articulação do ombro
<b>Supraescapular</b>	C6	Contração dos músculos supra e infraespinhosos. Flexão, extensão, rotação do ombro.	Articulação do ombro
<b>Subescapular</b>	C6, C7	Contração do músculo subescapular, exposição dorsal da escápula, adução e extensão do ombro	Articulação do ombro
<b>Axilar</b>	C7	Redondo maior, redondo menor e deltoide. Flexão do ombro	Antebraço medial
<b>Musculocutâneo</b>	C6, C7, C8	Flexão e supinação do cotovelo	Antebraço medial
<b>Radial</b>	C7, C8, T1	Extensão do cotovelo, extensão do carpo	Aspecto craniolateral do antebraço. Pele do dorso da mão (exceto quinto dedo), sobre o primeiro metacarpo e superfície palmar da mão
<b>Ulnar</b>	C8, T1, T2	Flexão do carpo	Aspecto caudal do antebraço. Face lateral do quarto e quinto metacarpos e dígitos
<b>Mediano</b>	C8, T1, T2	Flexão do carpo, pronação do membro	Aspecto caudal do antebraço e superfície palmar da mão sobre o segundo e quarto metacárpico, coxim metacárpico e a maioria da superfície palmar do segundo ao quinto dígito.

613

614 Nervo radial é o maior e mais caudal nervo do plexo braquial (Fig. 3 e 4). Emerge a partir dos  
 615 últimos dois nervos cervicais e do primeiro nervo torácico (C7-T1). Acompanha os nervos  
 616 mediano e ulnar no espaço articular e na articulação do ombro está relacionado com a artéria  
 617 axilar. Cursa caudalmente ao nervo ulnar, fornece ramos para músculos extensores do cotovelo,  
 618 segue distalmente o braço, caudal à artéria braquial até emergir entre as cabeças longa e medial  
 619 do tríceps para acompanhar o sulco espiral do úmero, que o conduz à face craniolateral do  
 620 membro. Posteriormente, o nervo braquial emite seu ramo cutâneo, que supre a fáscia e a pele  
 621 da superfície lateral do antebraço. É o nervo mais longo do plexo braquial, inervando todos os  
 622 músculos extensores do membro torácico, com exceção daqueles da articulação do ombro  
 623 (Sisson e Grossman, 1986; König e Liebich, 2011) (Tab. 2).

624 O nervo musculocutâneo tem origem cervical (C7-C8), surge caudalmente ao nervo supra-  
 625 escapular e transita paralelo ao nervo mediano. Os nervos mediano e ulnar transitam  
 626 caudalmente à artéria braquial, na face medial do braço. O nervo mediano provém dos últimos  
 627 nervos cervicais e primeiro torácico (C8-T1), já o nervo ulnar tem origem da parte caudal do  
 628 plexo (C8-T2), ele maior que o nervo mediano (Fig.3 e 4). Ao nível da articulação do cotovelo,  
 629 projeta-se caudalmente, cursa sob o músculo flexor radial do carpo e mantém assim até o carpo.

630 Inervam músculos flexores e articulação do carpo e os dedos (Sisson e Grossman, 1986; König  
631 e Liebich, 2011) (Tab.2).

632 Nervos lombares: os ramos dorsais inervam, com os ramos mediais, os músculos localizados  
633 dorsalmente na coluna vertebral. Os ramos laterais ramificam-se na pele da região lombar e  
634 cranial da pelve. Os ramos ventrais cursam próximo das extremidades dos processos transversos,  
635 entre o músculo oblíquo interno e o músculo transverso do abdômen. Os ramos ventrais do  
636 primeiro e do segundo nervos lombares normalmente não se comunicam um com outro, exceto  
637 nos ruminantes. O ramo ventral do último nervo torácico é denominado de nervo  
638 costoabdominal, esse nervo corre caudal a última costela e colabora com ramos lombares  
639 ventrais no suprimento do flanco. O nervo ílio-hipogástrico é o ramo ventral do primeiro nervo  
640 lombar (L1), localizado subperitoneal entre as extremidades dos dois primeiros processos  
641 transversos lombares. O nervo ílio-inguinal é o ramo ventral do segundo nervo lombar (L2). Os  
642 nervos seguem pelo músculo transverso, profundamente para o músculo oblíquo interno em  
643 direção ao assoalho abdominal. Inervam músculos do flanco e músculos retos abdominais.  
644 (Sisson e Grossman, 1986; König e Liebich, 2011; Massone, 2011) (Tab.2).

645 Nervo femoral é um dos nervos mais calibrosos do plexo lombar (Fig. 3). Emerge da região  
646 cranial do plexo lombossacral (L4-L5), é a continuação do ramo ventral do quinto nervo lombar,  
647 podendo ter contribuição do quarto e sexto nervos lombares. Segue o trajeto dos músculos  
648 psoas, até o espaço entre o ângulo dorsocaudal do flanco e o músculo iliopsoas. Acompanha a  
649 artéria e veia íliaca e segue entre o músculo sartório e pectíneo. Inerva a musculatura lombar  
650 profunda, o músculo ilíaco externo, psoas maior, iliopsoas e o quadríceps femoral (Sisson e  
651 Grossman, 1986; König e Liebich, 2011) (Tab. 2).

652 Nervo isquiático é o maior nervo do corpo, continuando até a extremidade distal do membro.  
653 Deriva suas fibras, basicamente dos ramos ventrais do último nervo lombar e do primeiro e  
654 segundo componentes sacrais do tronco-sacral (Fig. 3 e 4). Encontra-se distalmente ao tronco  
655 lombossacral, através do forame isquiático maior, ele sai da cavidade pélvica e passa entre os  
656 músculos glúteos médio e profundo, antes de dirigir-se para a coxa, caudal a articulação do  
657 quadril, onde fica protegido pelo trocânter maior do fêmur; em seguida corre lateralmente ao  
658 bíceps femoral da coxa. Ao nível do trocânter maior do fêmur, o nervo isquiático libera diversos  
659 ramos, de vários tamanhos e espessuras que inervam os músculos semitendinoso,  
660 semimembranoso e gluteobíceps. Inervam também o músculo obturador interno, gêmeos e  
661 quadrado da coxa, além de inervar a área cutânea na superfície caudal da coxa (Sisson e  
662 Grossman, 1986; König e Liebich, 2011) (Tab. 2).

663 Nervo tibial emerge das raízes sacrais do tronco lombossacral, é um ramo no nervo isquiático.  
664 Seguindo-se à sua separação do nervo fibular, próximo ao meio da coxa, emite ramos  
665 musculares proximais importantes para as cabeças pélvicas dos músculos caudais da coxa,  
666 atinge a perna e passa entre as duas cabeças do músculo gastrocnêmio (Fig. 3 e 4). Inerva o  
667 músculo gastrocnêmio, as três cabeças do músculo flexor digital profundo e superficial e o  
668 músculo poplíteo. Ele segue ainda entre a porção lateral do músculo gastrocnêmio e o músculo  
669 flexor superficial dos dedos e no terço distal da perna, situa-se cranialmente ao tendão calcâneo  
670 comum (Sisson e Grossman, 1986; König e Liebich, 2011) (Tab. 2).

671

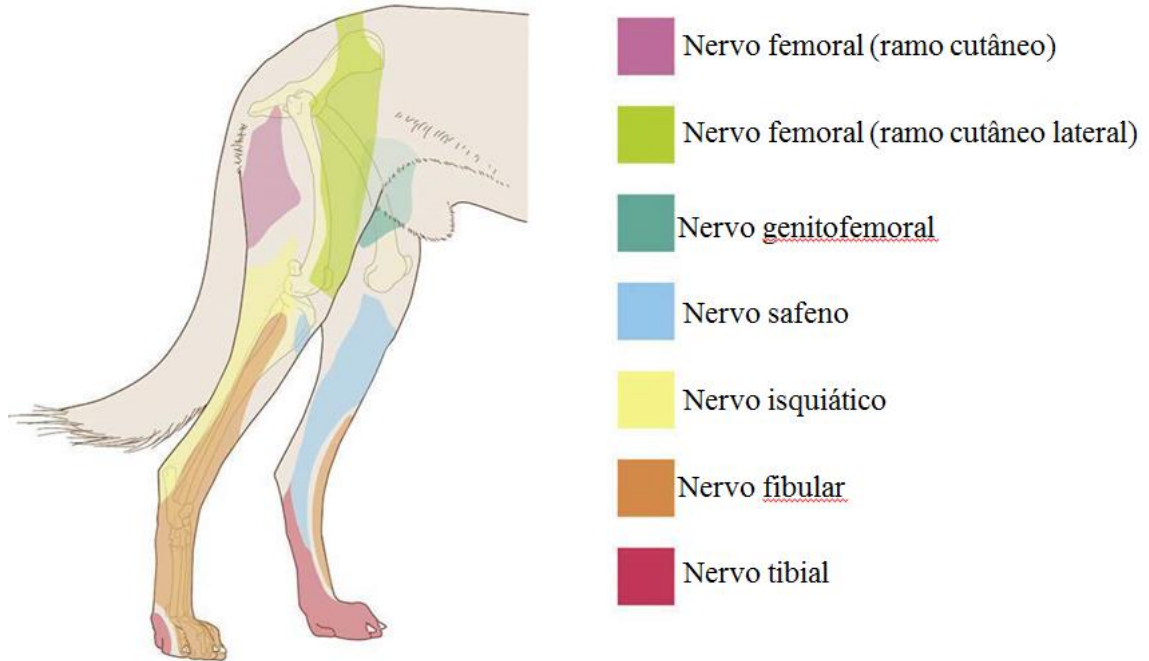
672

673 Tabela 2. Origem e inervação dos nervos (Klaumann e Otero, 2013).

Nervo periférico	Nervo espinhal	Músculo inervado
Subescapular plexo braquial	C6, C7	Supraespinhal Infraespinhal
		Tríceps braquial
Radial	C7, C8, T1	Extensor radial do carpo Ulnar lateral Extensor digital comum Extensor digital lateral
Musculocutâneo	C6, C7, C8	Bíceps braquial Braquial Coracobraquial
		Flexor radial do carpo
Mediano	C8, T1	Flexor digital superficial Flexor digital profundo
Ulnar	C8, T1	Flexor ulnar do carpo Flexor digital profundo
Femoral	L4, L5	Músculos iliopsoas, sartório e quadríceps
Lombares	L1, L2, L3	Músculos do flanco e retos abdominais
Isquiático	L6, L7, S1, S2	Músculos Glúteo Profundo Obturador interno Gêmeos e quadrado femoral
Tibial	L7, S1	Músculos extensores do tarso e flexores digitais (gastrocnêmio, flexor digital superficial e profundo e poplíteo)

674  
675  
676  
677  
678  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685

686 Figura 3. Desenho esquemático representando mapa de dermatômos dos nervos do membro  
687 pélvico de cão (Dyce *et al.*, 2010).  
688



689  
690 Figura 4. Desenho esquemático representando mapa de dermatômos do nervo isquiático (5) e  
691 tibial (6) em bovinos



692

### 693 3.8. NEUROELETROESTIMULADOR

694 O uso de estimuladores de nervos para a realização de bloqueios nervosos é datado desde  
695 meados do século passado. O primeiro bloqueio do plexo braquial descrito foi em 1928,  
696 utilizando a estimulação elétrica para localizar o plexo braquial. Mas a técnica era contaminada  
697 e o equipamento complicado inviabilizou o seu uso. Em 1962, foi desenvolvido um estimulador  
698 de nervo transistorizado portátil que instigou ainda mais o uso de estimuladores de nervos em  
699 anestesia regional. Este equipamento ainda era caro e não prontamente disponível. Finalmente,  
700 em 1969 foi criado o monitor Block-Aid para bloqueios nervosos tornando a técnica mais viável  
701 e popular (Sardesai e Iyer, 2009).

702 O neurônio, como qualquer outra célula do corpo, repousa em um estado com um potencial  
703 elétrico negativo no interior da célula em relação ao exterior. Este é o chamado potencial de  
704 repouso da membrana e é cerca de -70mV. Quando um neurônio é estimulado, ocorre uma  
705 alteração transiente na permeabilidade iônica da membrana (um aumento na condutância dos  
706 canais sódio). Se o estímulo for suficientemente forte, pode desencadear um potencial de ação  
707 que depois se propaga ao longo do nervo e provoca uma contração. Se o estímulo não é  
708 suficientemente forte, mesmo se for aplicado por um longo período de tempo, não vai produzir  
709 um potencial de ação (Sardesai e Iyer, 2009).

710 A neuroestimulação consiste em induzir a despolarização da membrana celular de uma fibra  
711 nervosa mediante um estímulo elétrico enviado por uma agulha-eletrodo e desta forma, originar  
712 um potencial de ação que segundo a fibra estimulada provoca uma percepção sensitiva ou uma  
713 contração muscular. A neuroestimulação oferece uma série de vantagens em relação aos  
714 métodos tradicionais de localização dos nervos como, a facilidade de aprendizagem de pessoas  
715 não experientes em bloqueios de nervos periféricos; permite a multi-estimulação (localização de  
716 diferentes componentes de um plexo nervoso) o que resulta em menor tempo de latência,  
717 maiores taxas de sucesso e menor quantidade de anestésico local administrado, reduzindo o  
718 risco de toxicidade; diminui o risco de lesão neurológica (Gomes e Ormonde, 2005).

719 O estimulador de nervo periférico é um gerador constante de corrente, que pode sofrer  
720 mudanças na impedância dos diferentes tecidos (Otero, 2012). A frequência do pulso pode ser  
721 ajustada para 1 ou 2 Hz. A duração de cada pulso elétrico pode ser regulado entre 0,1 e 0,3 ms.  
722 O pulso elétrico, com duração inferior a 0,15 ms, estimula as fibras nervosas motoras  
723 individuais. A corrente varia entre 0,1 e 5,0 mA. O neuroestimulador negativo (conector preto)  
724 deve ser ligado à agulha de injeção e o positivo (conector vermelho) na pele do paciente através  
725 de conector de ECG (Otero, 2012).

### 726 3.9. ANESTÉSICOS LOCAIS

727 Os anestésicos locais são fármacos que bloqueiam a condução nervosa de forma reversível,  
728 quando aplicados localmente no tecido nervoso em concentrações apropriadas. A maior  
729 vantagem dos anestésicos locais é seu efeito reversível; após seu emprego há recuperação  
730 completa da função nervosa sem que se evidencie dano estrutural nas células ou fibras nervosas.  
731 Causam a perda da sensibilidade dolorosa pelo bloqueio da condução nervosa do estímulo  
732 doloroso ao SNC, porém não causam perda da consciência, como ocorre com os anestésicos  
733 gerais. Sua ação é seletiva e específica assim, quando injetados na pele, impedem a geração e  
734 transmissão de impulsos sensoriais (Turner, 2002). São muito utilizados para o controle da dor  
735 em animais e humanos. Podem ser aplicados de forma tópica ou injetadas próximo aos nervos

736 periféricos ou em troncos nervosos. Os mais utilizados são a lidocaína e bupivacaína  
737 (Dobromylskij *et al.*, 2000).

738 Os anestésicos locais atuam inibindo a passagem de íons sódio através do bloqueio seletivo  
739 desses canais iônicos nas membranas nervosas. Ocorre diminuição da velocidade de  
740 despolarização, o potencial limiar não é atingido e, conseqüentemente, o potencial de ação não é  
741 propagado (Minson e Fukushima, 2007). Os fármacos ligam-se ao local hidrofílico do canal de  
742 sódio presente na superfície interna da membrana celular, bloqueando a ativação do canal. O  
743 fármaco precisa atravessar o epineuro e a membrana celular na forma não ionizada, para atingir  
744 o espaço intracelular ou axoplasma. Uma vez no interior da célula, a forma não ionizada é,  
745 então, transformada na forma ionizada, que se liga ao receptor (Klaumann e Otero, 2013).

746 A escolha correta do anestésico local é muito importante, pois sua dose deve estar no local de  
747 ação em concentração suficiente para produzir a perda da sensibilidade dolorosa, o que nem  
748 sempre é possível, como nos processos inflamatórios, regiões infeccionadas, abscessos e outras  
749 patologias. Nesses casos pode adicionar à anestesia regional um sedativo. Existem vários tipos  
750 de anestésicos locais que diferem na absorção, toxicidade e duração da ação (Spinosa *et al.*,  
751 2006).

752 Assim como qualquer agente farmacológico, os anestésicos locais podem causar reações tóxicas  
753 graves após uma administração intravenosa inadvertida, repetição da dose ou uma aplicação de  
754 dose maior que a necessária. As doses de anestésicos locais, principalmente para animais de  
755 pequeno porte devem ser calculadas cuidadosamente e reduzidas em animais debilitados.  
756 Intoxicações por anestésicos locais causam primariamente alteração do sistema nervoso central  
757 e no sistema cardiovascular, reações alérgicas, metahemoglobinemia, coma, assistolia e morte  
758 (Tranquilli e Scarda, 2007).

759 A lidocaína 2% e bupivacaína 0,5% são os anestésicos locais mais comumente usados, e a dose  
760 total não deve exceder 8 mg/kg de lidocaína e 2 mg/kg de bupivacaína em cães. Dependendo da  
761 região do corpo a ser manipulada, vários tipos de bloqueios nervosos podem ser utilizados  
762 (Lemke e Creighton, 2008) (Tab.3).

763 Tabela 3. Informações gerais de Anestésicos Locais

<b>FÁRMACO</b>	<b>CLASSE</b>	<b>MECANISMO DE AÇÃO</b>	<b>DURAÇÃO DE AÇÃO</b>	<b>EFEITO</b>	<b>EFEITOS ADVERSOS</b>
Bupivacaína 0,5%	Anestésico Local (Amida)	Bloqueia os canais de Na e bloqueia a excitação e condução	4-6 horas	Bloqueio reversível do nervo, tanto motor quanto sensorial e perda temporária da função autonômica	Excitação do SNC, paralisia respiratória, hipotensão, hipotermia, arritmia ventricular
Lidocaína 2%	Anestésico Local (Amida)	Bloqueia o influxo de Na e a despolarização e condução do nervo	90-200 minutos	Bloqueio da dor, motor e fibras simpáticas, usado para tratar arritmias ventriculares	Hipotensão, vasodilatação

764  
765

### 766 3.9.1. LIDOCAÍNA

767 A lidocaína é um dos anestésicos locais de maior aplicação na medicina veterinária. Exerce sua  
768 ação de forma rápida e intensa. Sua alta solubilidade lhe permite acessar o sítio de ação em todo  
769 tipo de fibra nervosa, motivo pelo qual geralmente se observam bloqueios tanto sensitivos  
770 quanto motores. Sua duração oscila entre 40-60 minutos e pode propagar-se até 90 ou 120  
771 minutos mediante a ação de vasoconstritores locais, como a epinefrina, a qual retarda a absorção  
772 do anestésico, aumentando o tempo do bloqueio nervoso. É metabolizada principalmente no  
773 fígado e causa sonolência (Otero, 2005).

### 774 3.9.2. BUPIVACAÍNA

775 Bupivacaína é o anestésico local de efeito prolongado, pertence ao grupo das aminas. É usado  
776 como solução a 0,5%, tem um início de ação mais lento do que a lidocaína (5-15 minutos) e seu  
777 efeito dura 3 a 6 horas na maioria dos bloqueios locais. A dose máxima de bupivacaína é de 2,0  
778 mg/Kg ou 0,5 mL/Kg (0,5%). Devido a sua longa duração e a tendência de fornecer um  
779 bloqueio mais sensitivo do que motor, permite um aumento no período de analgesia pós-  
780 operatória, reduzindo a taquifilaxia por administração repetidas de outros fármacos, diminuindo  
781 a necessidade de outros fármacos (Lee *et al.*, 2004).

### 782 3.9.3. TOXICIDADE DOS ANESTÉSICOS LOCAIS

783 Em casos raros, podem ocorrer efeitos adversos na administração dos anestésicos locais, para os  
784 tecidos e nervos (irritação tecidual, reações alérgicas), bem como reações sistêmicas (Skarda e  
785 Tranquilli, 2007).

786 As técnicas de anestesia regional são consideradas mais seguras do que as técnicas de infiltração  
787 local, porque requerem menor quantidade de solução anestésica, minimizando-se o risco de  
788 irritação potencial. Porém, nos bloqueios periféricos os nervos normalmente cursam muito  
789 próximos a veias e artérias, e mesmo que não haja uma injeção intravascular inadvertida, a  
790 absorção sistêmica pode ser rápida levando a concentrações plasmáticas elevadas dos  
791 anestésicos locais (Torres, 2006).

792 As reações sistêmicas envolvem tanto o sistema nervoso central como o sistema cardiovascular.  
793 Os sinais de toxicidade no sistema nervoso central englobam: ataxia, numa fase inicial;  
794 contrações musculares e convulsões tônicas, numa fase de excitação; e depressão respiratória e  
795 sedação, numa fase de depressão. Os sinais de toxicidade no sistema cardiovascular englobam:  
796 hipertensão e taquicardia por excitação nervosa, numa fase inicial; depressão da contração do  
797 miocárdio, numa fase intermédia; e vasodilatação periférica, hipotensão marcada e disritmias  
798 ventriculares, numa fase avançada (Skarda e Tranquilli, 2007).

799 Nos bloqueios locorreionais, houve avanços com o uso de novas técnicas e aparelhos, para  
800 localização precisa dos plexos e nervos. Com o neuroeletroestimulador, a ultrassonografia e o  
801 uso de cateteres que possibilita a injeção fracionada é possível uma redução da dose de  
802 anestésicos locais (Torres, 2006).

### 803 3.10. FISIOLOGIA DO SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO

804 A fisiologia é à base da prática médica. O Sistema Nervoso Central é formado pelo encéfalo e  
805 medula espinhal, enquanto que o Sistema Nervoso Periférico é todo tecido nervoso fora da caixa

806 craniana e da coluna vertebral, que é dividido ainda em SNP somático e SNP autônomo. A  
807 divisão somática inclui os neurônios sensoriais que inervam a pele, os músculos e as  
808 articulações. Os corpos celulares dos neurônios sensoriais estão no gânglio da raiz dorsal e  
809 fibras nervosas aferentes desse sistema levam a informação sensorial ao SNC sobre posição dos  
810 membros e sensações na superfície do corpo. A parte autônoma do SNP atua na sensação  
811 visceral e no controle motor das vísceras, músculos lisos e glândulas exócrinas (Klaumann e  
812 Otero, 2013).

813 O SNP é a divisão do sistema nervoso que conecta a periferia do corpo do animal com o cérebro  
814 e a medula. Possui a divisão eferente ou motora e uma divisão aferente, ou sensorial. Todas são  
815 constituídas por neurônios, que são as principais unidades funcionais do sistema nervoso  
816 (Klaumann e Otero, 2013).

817 Os nervos periféricos são extensões do Sistema Nervoso Central e são responsáveis pela  
818 integração das atividades das extremidades, em suas funções sensitiva e motora. A unidade  
819 funcional do nervo periférico é o neurônio, constituído por um corpo celular, localizado na  
820 medula ou gânglio espinhal e sua expansão, a fibra nervosa, formada pelo axônio e a bainha  
821 conjuntiva que o envolve, o endoneuro. O nervo periférico consiste em um feixe ou feixes de  
822 fibras nervosas. As fibras motoras se originam da coluna ventral da medula espinhal, as  
823 sensitivas da coluna e gânglio posterior e as fibras simpáticas dos axônios das células no gânglio  
824 simpático do sistema nervoso dorsal (Mattar Jr e Azze, 2014).

### 825 3.11. FISIOPATOLOGIA DA DOR

826 Os sistemas sensoriais têm o papel de informar ao cérebro sobre o estado do ambiente externo e  
827 o meio interno do organismo. Neste contexto, constitui uma dor como um alarme que tem o  
828 papel de ajudar a proteger o organismo. Ele desencadeia reações e induz comportamentos de  
829 esquiva, o que pode diminuir o que está causando a dor e, como resultado, pode limitar as  
830 consequências danosas (Le Bars *et al.*, 2001).

831 Nos bloqueios de membros, o bloqueio motor desenvolve-se previamente ao bloqueio sensitivo  
832 (Freitas *et al.*, 2004; Wakoff *et al.*, 2013). Sendo assim o tempo necessário para a realização da  
833 técnica somado à latência do bloqueio acarreta um tempo prolongado para que o paciente esteja  
834 pronto para o procedimento cirúrgico (Futema *et al.*, 1999). Discordando de Muir e  
835 colaboradores (2008) que afirmam que nos bloqueios perineurais, primeiramente ocorre o  
836 bloqueio de fibras mielínicas pré-ganglionares do simpático e de fibras amielínicas, que são  
837 responsáveis pela dor e temperatura e posteriormente as fibras mielínicas, responsáveis pela  
838 propriocepção e coordenação motora.

839 O processo nociceptivo começa quando qualquer estímulo nocivo seja ele químico, térmico,  
840 mecânico, elétrico, é transformado em sinais elétricos pelos receptores periféricos. Os  
841 receptores nada mais são que terminações nervosas livres das fibras A $\delta$  e C, e estão localizados  
842 nas extremidades dos nervos sensoriais, funcionando como transdutores pela conversão do  
843 estímulo nociceptivo em um potencial de ação. Os canais iônicos que antes estavam bloqueados  
844 se tornam abertos após o estímulo, resultando no influxo de sódio ou cálcio ao longo de um  
845 gradiente de difusão, ocasionando a despolarização da membrana plasmática e geração do  
846 potencial de ação (Silva, 2013).

847 Os sinais elétricos são transmitidos, como potenciais de ação, por neurônios aferentes dos tipos  
848 A $\delta$  e C em direção ao corno dorsal da medula espinhal, onde ocorre a modulação. Os axônios

849 das fibras nociceptivas aferentes entram na substância cinzenta do corno dorsal da medula  
 850 espinhal, onde realizam a sinapse com interneurônios. O corno dorsal da medula espinhal é  
 851 organizado em seis camadas ou lâminas, que processam a informação sensorial. Os neurônios  
 852 que respondem a maioria dos estímulos nocivos estão localizados no corno dorsal superficial,  
 853 principalmente nas lâminas I, zona marginal e II, substância gelatinosa, enquanto que os  
 854 neurônios chamados de ampla faixa dinâmica são encontrados predominantemente na lâmina V.  
 855 Estes respondem à entrada tanto de estímulos inócuos quanto nociceptivos (Muir, 2001;  
 856 Viñuela-Fernandez *et al.*, 2007).

857 As fibras aferentes possuem diferentes diâmetros e elas transmitem informações de diferentes  
 858 sensações à medula espinhal. As fibras também diferem no seu tamanho e velocidade de  
 859 condução. Os mecanorreceptores e proprioceptores são inervados por fibras mielinizadas de  
 860 grosso calibre, enquanto que receptores térmicos e nociceptores, por fibras finas mielinizadas e  
 861 não mielinizadas (Braga, 2007) (Tab.4).

862 Tabela 4. Tipos de fibras e receptores associados (Braga, 2007).

<b>Tipo da fibra</b>	<b>Nervos cutâneos</b>	<b>Diâmetro (µm)</b>	<b>Velocidade de Condução (m/s)</b>	<b>Receptores</b>
Grossa	A $\alpha$	13-20	80-120	Mecanorreceptores Cutâneos e subcutâneos
Média	A $\beta$	6-12	36-75	Mecanorreceptores Cutâneos e subcutâneos
Fina	A $\delta$	1-5	5-30	Térmicos e Nociceptores
Não mielinizada	C	0,2-1,5	0,5-2,0	Térmicos e Nociceptores

863

### 864 3.12. MODELO DE DOR

865 Diversos indicadores são utilizados para a avaliação da nocicepção nos animais, os testes  
 866 objetivos e quantificáveis, se baseiam no tempo de resposta a um estímulo doloroso agudo, seja  
 867 esse mecânico, térmico, elétrico ou químico. São testes excelentes para a comparação da  
 868 eficácia de anestésicos e analgésicos em testes experimentais, porém são limitados quanto seu  
 869 uso na rotina (Le Bars *et al.*, 2001).

870 Para estudo e possível avaliação de analgésicos e anestésicos, é necessária a seleção de um  
 871 modelo de dor sensível, específico e objetivo. Existem vários modelos de dor tanto para  
 872 avaliação de dor somática e/ou visceral (Polydoro, 2006).

873 Segundo Kamerling *et al.*, (1985) um modelo de dor eficaz deve cumprir os seguintes critérios:  
 874 um limiar de percepção de dor identificável deve ser qualitativamente similar entre os  
 875 indivíduos, estável ao longo do tempo e possível de ser reproduzido. O estímulo doloroso deve  
 876 ser administrado repetidamente sem produzir lesão tecidual significativo. O modelo de dor deve  
 877 ser suficientemente sensível para evitar efeitos dose dependente de analgésicos e não sofrer  
 878 interferência das reações colaterais desses agentes.

879 Mathews (1992) afirma que o modelo de avaliação de dor deve ter outra regra. O estímulo e a  
 880 resposta devem ser avaliados na sua magnitude; a resposta deve ser rápida e repetida; o modelo  
 881 deve ser eticamente aceito e o estímulo alérgico produzido deve ser o mínimo necessário para

882 produzir resposta repetida; a resposta ao estímulo deve ser relacionada à espécie. Segundo ele,  
883 os modelos de dor ainda podem ser divididos em invasivos, quando necessita da implantação  
884 cirúrgica de algum dispositivo ou trauma permanente em tecidos corpóreos do animal, ou não  
885 invasivos, que não necessita de procedimento cirúrgico ou alteração permanente do tecido do  
886 animal.

887 O modelo descrito com a utilização de estimulação elétrica é a estimulação dos dermatomos  
888 cutâneos. Robinson (1994) realizou este modelo para avaliação dos efeitos analgésicos da  
889 morfina epidural em equinos, sendo o estímulo elétrico aplicado em dois eletrodos distanciados  
890 em 10 cm, iniciando-se com estímulo de 10 volts e aumentando em incrementos de 10 volts até  
891 ser visualizada resposta, aplicando-se um estímulo máximo de 80 volts. Robinson e Natalini  
892 (2002) utilizaram também um modelo de estimulação elétrica nos dermatomos, perineais,  
893 sacrais, lombares e torácicos para a investigação dos efeitos analgésicos de alguns opióides.

894 Segundo Polydoro (2006), a estimulação elétrica com produção de dor somática através de  
895 estimulador elétrico específico é usada como modelo de dor. Ele descreveu a sua metodologia  
896 com a utilização de dois cliques de eletrodos colocados manualmente, distanciados em 5 cm, nos  
897 dermatomos da região perineal, sacral, lombar e torácica de cavalos, e a série de estimulação de  
898 10 a 80 volts, 50 Hz e 10 ms de duração foi aplicada para a avaliação da analgesia. A voltagem  
899 era aumentada em incrementos de 10 volts, e considerou-se como resposta positiva ao estímulo  
900 o primeiro movimento voluntário de manifestação de reação, como movimentação da cauda,  
901 membros, tronco e voltar a cabeça para o ponto de estimulação. A última voltagem que não  
902 produziu reação era considerada como limiar máximo de estímulo. Aos níveis de voltagem  
903 acima de 40 volts se considerou completa analgesia, comparado a uma incisão de pele.

904 A estimulação elétrica do tecido cutâneo através de eletrodos de superfície é uma modalidade  
905 usada muitas vezes para a ativação do nociceptor em ambientes experimentais e clínicos. Ao  
906 contrário de outras modalidades, a estimulação elétrica é uma modalidade não-natural, como o  
907 potencial de ação do nervo é provocada por uma diferença de potencial elétrico através da  
908 membrana da fibra nervosa. A ativação de fibras nociceptivas, por conseguinte, é regulada pela  
909 densidade de corrente de despolarização da membrana da fibra e não as propriedades dos  
910 receptores e mecanismos de transdução de estímulos nocivos como naturais. Ao aplicar  
911 estimulação elétrica através de eletrodos de superfície convencionais, fibras nociceptivas têm  
912 um limiar de ativação maior do que as fibras não-nociceptivas. Fibras não-nociceptivas são,  
913 portanto, co-ativadas quando nociceptores são ativados quando os pulsos de onda quadrada são  
914 utilizados (Lelic *et al.*, 2011).

915 Em humanos e em animais, estudos experimentais de mecanismos subjacentes da dor aguda  
916 exigem o uso de estímulos adequados para provocar a sensação. Para ser adequado, estes  
917 estímulos têm de ser quantificáveis, reprodutíveis e não-invasivos (Beecher, 1957; Lineberry,  
918 1981). Embora os estímulos térmicos e elétricos atendem esses requisitos, eles também têm  
919 sérias desvantagens.

920 A aplicação de estímulos elétricos tem a vantagem de ser quantificável,  
921 pode ser repetida e não invasiva e produzir sinais aferentes. No entanto, ele também tem  
922 desvantagens. Em primeiro lugar, estímulos elétricos não são estímulos do tipo naturais, como  
923 aquelas encontradas por um animal em seu ambiente normal. Os estímulos elétricos podem  
924 excitar fibras periféricas, incluindo fibras de grande diâmetro, nas quais  
925 não estão diretamente implicados na nocicepção, bem como as fibras A e C, que mediam as  
926 sensações de frio e calor e informação nociceptiva. (Le Bars, 2001).

927 Quando estímulos elétricos são aplicados a um nervo sensorial em seres humanos, eles  
928 provocam uma variedade de sensações, incluindo a dor e ativam todos os tipos de fibras  
929 periféricas, seja de grande ou pequeno diâmetro. Provavelmente esta não seletividade de fibras  
930 pode resultar em sensações incomuns ou bizarras. Assim, a eletricidade não constitui um  
931 estímulo específico do tipo que pode ser produzido em condições fisiológicas e podem excitar  
932 outras fibras pequenas, tais como aquelas que estão ligadas a termorreceptores e são ativadas  
933 por estimulação térmica não-nociceptiva. Deve ser adicionado por causa das diferenças nas  
934 velocidades de condução entre as fibras, um intervalo de tempo entre os estímulos elétricos.  
935 Esta diferença pode ser útil na avaliação de alguns protocolos neurofisiológicos cuidadosamente  
936 programados (Le Bars *et al.*, 2001).

937 Uma vez que as velocidades de condução são diferentes em algumas fibras periféricas, o  
938 tamanho dos animais pode influenciar nesse modelo também, por isso deve-se estudar um  
939 melhor protocolo de estímulo elétrico (Le Bars *et al.*, 2001).

#### 940 **4. MATERIAL E MÉTODOS**

##### 941 4.1. EXPERIMENTO 1 – MAPEAMENTO COMPARATIVO DE NERVOS PERIFÉRICOS 942 EM CANINOS E BOVINOS

943 O projeto está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela  
944 Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMG), tendo sido aprovado na reunião com  
945 Protocolo 341/2013.

946 Para o mapeamento de nervos periféricos foram utilizadas peças anatômicas de caninos e  
947 bovinos do Laboratório de Anatomia do ICB da Universidade Federal de Minas Gerais. A fim  
948 de realizar um estudo avançado anatômico nessas duas espécies.

949 Foram utilizadas técnicas de dissecação e anatomia, bem como a utilização correta de  
950 instrumentos e substâncias fixadoras (aldeído fórmico), com o reconhecimento macroscópico e  
951 localização dos nervos a serem estudados.

952 Os nervos estudados foram: os nervos do plexo braquial, o nervo tibial, o nervo femoral, o  
953 nervo isquiático (nas espécies bovina e canina) e nervos costoadominais (na espécie bovina).

##### 954 4.2. EXPERIMENTO 2 – ANESTESIA LOCORREGIONAL COM AUXÍLIO DE 955 NEUROELETROESTIMULADOR EM CÃES

###### 956 4.2.1. Animais

957 O projeto está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela  
958 Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMG), tendo sido aprovado na reunião de  
959 10/12/2013, Protocolo 341/2013.

960 Foram utilizados 48 cães de ASA I e II, sem raça definida, machos e fêmeas, com peso de 10,03  
961  $\pm$  5,14kg distribuídos aleatoriamente em seis grupos de oito animais cada: G-T (nervo radial e  
962 femoral), G-P (nervo musculocutâneo, mediano, ulnar e nervo isquiático) e G-TP (plexo  
963 braquial e tibial). Foram usados dois fármacos, a lidocaína e a bupivacaína. Os animais foram  
964 submetidos à avaliação do Risco Cirúrgico e os critérios de exclusão foram: recusa do  
965 proprietário, animais obesos, infecção no local da injeção e coagulação anormal significativa.

966 O aparelho de neuroeletroestimulação da marca BGE, modelo E2107, fornece corrente em  
967 forma de pulso retangular/exponencial assimétrica. Inicialmente foi utilizada uma voltagem de  
968 1,0mA que era diminuída até 0,4mA com a presença positiva de contração muscular. Os sítios  
969 sobre ramos de nervos periféricos foram escolhidos por sorteio.

970 4.2.2. Bloqueios realizados:

971 Bloqueio subescapular do plexo braquial: A agulha foi inserida em sentido craniocaudal paralela  
972 ao eixo da coluna cervical, entre a escápula e a parede do tórax, a partir da extremidade cranial  
973 da articulação do ombro, através do músculo braquiocefálico, medial ao músculo subescapular.  
974 O neuroeletroestimulador foi ligado, depois que a agulha penetra na pele. A corrente  
975 estimuladora de 1mA foi utilizada enquanto a agulha foi introduzida no sentido craniocaudal,  
976 seguindo a direção do aspecto ventral do músculo escaleno até obter a contração do músculo  
977 bíceps braquial, associada à flexão do cotovelo. A corrente estimuladora foi gradativamente  
978 reduzida para 0,4mA e a agulha foi movimentada suavemente. Na corrente de 0,2mA não foi  
979 observada estimulação.

980 Bloqueio do nervo radial: O músculo braquial foi palpado e pressão craniomedial foi aplicada,  
981 de modo que o polegar do operador descansasse sobre o eixo do úmero, após deslocamento  
982 cranial do músculo braquial afastando-o da cabeça lateral do tríceps. A agulha foi inserida  
983 caudal ao polegar, em ângulo 45°, perpendicular ao eixo maior do úmero, penetrando  
984 lateralmente no músculo braquial, até que a agulha tocou a superfície caudolateral do úmero. A  
985 corrente estimuladora foi iniciada com 1mA até obter a resposta e foi diminuída para 0,4mA. Na  
986 corrente de 0,2mA não foi observada estimulação.

987 Bloqueio do nervo ulnar, musculocutâneo e mediano: Após localização dos nervos, a agulha foi  
988 inserida em ângulo de 45° em direção cranial, perpendicular ao eixo do úmero, com o bisel  
989 voltado para cima, até tocar na face caudomedial do úmero. O dedo polegar do anestesista  
990 aplicou pressão sobre o músculo bíceps braquial, afastando-o cranialmente do úmero. A  
991 neurolocalização foi iniciada com corrente de 1mA, obtendo resposta neuromuscular desejada  
992 dos nervos ulnar, mediano e musculocutâneo. A corrente estimuladora foi diminuída  
993 gradativamente até que esteja presente com 0,4mA, mas não com 0,2mA.

994 Bloqueio de nervo femoral: Localização do triângulo femoral (limitado caudalmente pelo  
995 músculo pectíneo, cranialmente pelo músculo sartório, medialmente pelo reto femoral e  
996 proximal ao músculo iliopsoas). A agulha do estimulador de nervos periféricos foi inserida entre  
997 a artéria femoral, cuja palpação do pulso permite evidenciá-la, e o músculo sartório sendo  
998 avançada com angulação de 20° - 30° em direção ao músculo iliopsoas até que se obteve a  
999 contração do músculo sartório. Posteriormente a agulha foi inserida mais profundamente na  
1000 direção do músculo quadríceps femoral até que se obtiveram contrações do mesmo causando  
1001 leve extensão da articulação do joelho. A neurolocalização foi iniciada com corrente de 1mA,  
1002 obtendo resposta neuromuscular e foi diminuída gradativamente até que esteja presente com  
1003 0,4mA, mas não com 0,2mA.

1004 Bloqueio lateral do nervo isquiático: A agulha foi introduzida entre a tuberosidade isquiática e o  
1005 trocânter maior do fêmur, a corrente estimuladora foi de 1mA. A agulha foi introduzida de  
1006 forma perpendicular ao plano cutâneo ou com direção ventrodorsal, inclinada cerca de 45° em  
1007 relação ao plano cutâneo. Reduziu-se a corrente para 0,4mA, onde observou-se resposta de  
1008 flexão do tarso. Na corrente de 0,2mA observou-se ausência de contrações.

1009 Bloqueio do nervo tibial: Introduziu-se a agulha na depressão formada entre ambos os ventres  
1010 do músculo gastrocnêmio, caudal a articulação do joelho, em direção ao fêmur. Com corrente  
1011 estimuladora de 1mA, a agulha deve avançar até que as contrações do músculo gastrocnêmio  
1012 apareçam, ou a flexão do joelho e extensão do tarso. Então, a corrente foi reduzida para 0,4mA,  
1013 mantendo a mesma resposta muscular e a ausência dessa resposta com 0,2mA.

#### 1014 4.2.3. Protocolo Anestésico

1015 Nos caninos, a medicação pré-anestésica utilizada foi a acepromazina na dose de 0,05mg/kg  
1016 aplicada por via intramuscular (IM). Decorridos 15 minutos da aplicação da MPA, o acesso  
1017 venoso foi realizado pela fixação de cateter na veia cefálica e iniciada a administração de  
1018 solução de Ringer com lactato na dose de 10mL/kg/h. A indução anestésica foi realizada com  
1019 propofol na dose de 5mg/kg pela via intravenosa (IV). No bloqueio foi utilizado lidocaína 2%  
1020 na dose de 4mg/kg ou bupivacaína na dose de 1mg/kg. Os pacientes foram monitorados com  
1021 estetoscópio e termômetro digital.

#### 1022 4.2.4. Parâmetros Avaliados

1023 Avaliação paramétrica em cães:

1024 **Temperatura corpórea (T°C)** – Avaliada em graus Celsius, através de termômetro clínico,  
1025 pela via retal.

1026 **Frequência cardíaca (FC)** – Avaliada no período antes da MPA até o final do experimento  
1027 através de auscultação com estetoscópio clínico em batimentos por minuto (bpm).

1028 **Frequência respiratória (f)** – Avaliada através de auscultação com estetoscópio clínico em  
1029 movimentos por minuto (mpm).

1030 **Limiar nociceptivo elétrico** - Avaliado pelo uso de eletroestimulador com os eletrodos  
1031 acoplados às duas agulhas em cada área. Foi aplicado um estímulo simples em cada área,  
1032 começando com intensidade de 10 volts, caso não ocorresse uma resposta positiva por parte do  
1033 animal a intensidade era aumentada para 20 volts e o estímulo aplicado novamente. A voltagem  
1034 de corte foi de 50 volts, momento em que se assumiu que havia anestesia cirúrgica. As respostas  
1035 consideradas como positivas foram: movimentação do corpo no tronco tentando fugir do  
1036 estímulo e virar a cabeça em direção à região estimulada. Contrações musculares sem  
1037 manifestações de aversão não foram consideradas como respostas positivas. Avaliado em M3 e  
1038 M4.

1039 **Limiar nociceptivo pressórico** – Avaliado pelo uso da mesma pinça (hemostática de Kocher  
1040 número quinze), por um período dez segundos cada, com a pressão exercida até alcançar o  
1041 primeiro dente da cremalheira. Aplicada a uma distância de aproximadamente 10cm do ponto da  
1042 injeção. Para evitar a laceração da pele pela ação dos pinçamentos, um segmento de equipo de  
1043 fluidoterapia foi cortado e utilizado para recobrir a região denteadada da pinça. Avaliado em M3 e  
1044 M4.

1045 A resposta positiva aos pinçamentos nos parâmetros tempo de latência sensitiva foi comprovada  
1046 pela atitude do animal utilizando-se os seguintes critérios: meneios de cabeça, vocalização,  
1047 tentativa de mordedura, movimentos de outras partes do corpo e reflexos de defesa como flexão  
1048 do membro, movimentar o corpo no tronco tentando fugir do estímulo e virar a cabeça em  
1049 direção à região estimulada. Contrações musculares sem manifestações de aversão não foram

1050 consideradas como respostas positivas. Foi utilizado o mesmo avaliador em todas as amostras a  
1051 fim de evitar a realização de diferentes estímulos.

#### 1052 4.2.5. Momentos Avaliados

1053 Os parâmetros clínicos foram avaliados antes da realização de qualquer procedimento (M0),  
1054 cinco minutos após a MPA ou sedação (M1), cinco minutos após a realização do bloqueio (M2),  
1055 trinta minutos após a realização do bloqueio (M3) e 60 minutos após o bloqueio locorregional  
1056 (M4).

1057

1058 M0 – avaliação basal

1059 M1 – 5 minutos após a Medicação Pré-anestésica

1060 M2 – 5 minutos após o bloqueio locorregional

1061 M3 – 30 minutos após o bloqueio locorregional

1062 M4 – 60 minutos após o bloqueio locorregional

### 1063 4.3. EXPERIMENTO 3 – ANESTESIA LOCORREGIONAL COM AUXÍLIO DE 1064 NEUROELETROESTIMULADOR EM BOVINOS

#### 1065 4.3.1. Animais

1066 O projeto está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela  
1067 Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMG), tendo sido aprovado na reunião de  
1068 10/12/2013, Protocolo 341/2013.

1069 Foram utilizados 30 bovinos de ASA I e II, da raça Holandês, machos e fêmeas, com peso de  
1070  $263,73 \pm 29,58$ kg, distribuídos aleatoriamente em três grupos de 10 animais cada: G-PP (costo-  
1071 abdominal) , G-T (membros torácicos) e G-P (membros pélvicos). Na primeira semana os  
1072 animais eram bloqueados com a lidocaína e após 15 dias, foram bloqueados com bupivacaína.  
1073 Os animais foram submetidos à avaliação do Risco Cirúrgico e os critérios de exclusão foram:  
1074 recusa do proprietário, animais obesos, infecção no local da injeção e coagulação anormal  
1075 significativa.

1076 O aparelho de neuroeletroestimulação da marca BGE, modelo E2107, fornece corrente alternada  
1077 e uma forma de pulso retangular/exponencial assimétrica. Inicialmente será utilizada uma  
1078 voltagem de 1,0mA que será diminuída até 0,4mA com a presença positiva de contração  
1079 muscular. Os sítios sobre ramos de nervos periféricos foram escolhidos de acordo com o tipo de  
1080 cirurgia realizada, onde foram estimulados até a visualização da contração muscular, fenômeno  
1081 que assegura a precisão do local do bloqueio.

#### 1082 4.3.2. Bloqueios realizados

1083 Bloqueio subescapular do plexo braquial: A agulha foi inserida em sentido craniocaudal paralela  
1084 ao eixo da coluna cervical, entre a escápula e a parede do tórax, a partir da extremidade cranial  
1085 da articulação do ombro, através do músculo braquiocefálico, medial ao músculo subescapular.  
1086 O neuroeletroestimulador foi ligado, depois que a agulha penetra na pele. A corrente  
1087 estimuladora de 1mA foi utilizada enquanto a agulha era introduzida no sentido craniocaudal,  
1088 seguindo a direção do aspecto ventral do músculo escaleno até que se obteve a contração do  
1089 músculo bíceps braquial, associada à flexão do cotovelo. A corrente estimuladora foi

1090 gradativamente reduzida para 0,4mA e a agulha era movimentada suavemente. Na corrente de  
1091 0,2mA não foi observada estimulação.

1092 Bloqueio do nervo radial: O músculo braquial foi palpado e pressão craniomedial foi aplicada,  
1093 de modo que o polegar do operador descansa sobre o eixo do úmero, após deslocamento cranial  
1094 do músculo braquial afastando-o da cabeça lateral do tríceps. A agulha foi inserida caudal ao  
1095 polegar, em ângulo 45°, perpendicular ao eixo maior do úmero, penetrando na cabeça lateral do  
1096 músculo braquial, até que a agulha tocou a superfície caudolateral do úmero. A corrente  
1097 estimuladora foi iniciada com 1mA até a obtenção da resposta e foi diminuída para 0,4mA. Na  
1098 corrente de 0,2mA não foi observada estimulação.

1099 Bloqueio do nervo ulnar, musculocutâneo e mediano: Após localização dos nervos, a agulha foi  
1100 inserida em ângulo de 45° em direção cranial, perpendicular ao eixo do úmero, com o bisel  
1101 voltado para cima, até tocar na face caudomedial do úmero. O dedo polegar do anestesta  
1102 aplicou pressão sobre o músculo bíceps braquial, afastando-o cranialmente do úmero. A  
1103 neurolocalização foi iniciada com corrente de 1mA, obteve resposta neuromuscular desejada  
1104 dos nervos ulnar, mediano e musculocutâneo. A corrente estimuladora foi diminuída  
1105 gradativamente até que esteja presente com 0,4mA, mas não com 0,2mA.

1106 Bloqueio proximal paravertebral torácica: Os pontos de referência são os processos transversos  
1107 de T13, L1, L2 e L3. A agulha do neuroeletroestimulador deve ser inserida entre os espaços de  
1108 T13-L1, L1-L2, L2-L3 de forma perpendicular aos processos transversos. Iniciada com corrente  
1109 de 1mA, obtendo resposta de contração até 0,4mA.

1110 Bloqueio lateral do nervo isquiático: A agulha foi introduzida entre a tuberosidade isquiática e o  
1111 trocânter maior do fêmur, a corrente estimuladora foi de 1mA. A agulha foi introduzida de  
1112 forma perpendicular ao plano cutâneo ou com direção ventrodorsal, inclinada cerca de 45° em  
1113 relação ao plano cutâneo. Reduziu a corrente para 0,4mA, onde observou-se resposta de flexão  
1114 do tarso. Na corrente de 0,2mA observou-se ausência de contrações.

1115 Bloqueio do nervo tibial: Introduziu-se a agulha na depressão formada entre ambos os ventres  
1116 do músculo gastrocnêmio, caudal a articulação do joelho, em direção ao fêmur. Com corrente  
1117 estimuladora de 1mA, a agulha avançou até que as contrações do músculo gastrocnêmio, ou a  
1118 flexão do joelho e extensão do tarso. Então, a corrente foi reduzida para 0,4mA, mantendo a  
1119 mesma resposta muscular e a ausência dessa resposta com 0,2mA.

#### 1120 4.3.3. Protocolo Anestésico

1121 Os bovinos foram imobilizados com ajuda de troncos de contenção. No bloqueio foi utilizada  
1122 um volume de 5 mL de lidocaína 2% ou bupivacaína no volume de 10 mL. Os pacientes foram  
1123 monitorados com estetoscópio. Para a confirmação do bloqueio foi utilizado um  
1124 eletroestimulador e um limiar nociceptivo pressórico.

#### 1125 4.3.4. Parâmetros Avaliados

1126

1127 Avaliação paramétrica em bovinos:

1128 **Frequência cardíaca (FC)** – Avaliada através de auscultação com estetoscópio clínico em  
1129 batimentos por minuto (bpm).

1130 **Frequência respiratória (*f*)** – Avaliada através de auscultação com estetoscópio clínico em  
1131 movimentos por minuto (mpm).

1132 **Limiar nociceptivo elétrico** - Avaliado pelo uso de eletroestimulador com os eletrodos  
1133 acoplados às duas agulhas em cada área. Foi aplicado um estímulo simples em cada área,  
1134 começando com intensidade de 10 volts, caso não ocorresse uma resposta aversiva por parte do  
1135 animal a intensidade era aumentada para 20 volts e o estímulo aplicado novamente. A voltagem  
1136 de corte foi de 80 volts, momento em que se assume que havia anestesia cirúrgica. As respostas  
1137 consideradas como aversivas eram o movimentar o corpo no tronco tentando fugir do estímulo,  
1138 escoicear em bovinos e virar a cabeça em direção à região estimulada. Contrações musculares  
1139 sem manifestações de aversão não foram consideradas como respostas positivas. Avaliado em  
1140 M3 e M4.

1141 **Limiar nociceptivo pressórico** – Avaliado pelo uso da mesma pinça (hemostática de Kocher  
1142 número quinze), por um período dez segundos cada, com a pressão exercida até alcançar o  
1143 primeiro dente da cremalheira. Aplicada a uma distância de aproximadamente 10cm do ponto da  
1144 injeção. Para evitar a laceração da pele pela ação dos pinçamentos, um segmento de equipo de  
1145 fluidoterapia foi cortado e utilizado para recobrir a região denteadada da pinça. Avaliado em M3 e  
1146 M4.

1147 Momentos Avaliados

1148 Os parâmetros clínicos foram avaliados antes da realização de qualquer procedimento (M0),  
1149 cinco minutos após a contenção (M1), cinco minutos após a realização do bloqueio (M2), trinta  
1150 minutos após a realização do bloqueio (M3) e 60 minutos após o bloqueio locorregional (M4).

1151

1152 M0 – avaliação basal

1153 M1 – 5 minutos após a contenção

1154 M2 – 5 minutos após o bloqueio locorregional

1155 M3 – 30 minutos após o bloqueio locorregional

1156 M4 – 60 minutos após o bloqueio locorregional

1157 4.4. EXPERIMENTO 4 – COMPARAÇÃO DE DIFERENTES VOLUMES DE LIDOCAÍNA  
1158 EM BLOQUEIOS LOCORREGIONAIS DE MEMBRO PÉLVICO EM BOVINOS

1159 4.4.1. Animais

1160 O projeto está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela  
1161 Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMG), tendo sido aprovado na reunião com  
1162 Protocolo 341/2013.

1163 No experimento, foram utilizados 10 bovinos de ASA I e II, da raça Holandês, machos e  
1164 fêmeas. Os animais foram submetidos à avaliação do Risco Cirúrgico e os critérios de exclusão  
1165 foram: recusa do proprietário, animais obesos, infecção no local da injeção e coagulação  
1166 anormal significativa. Inicialmente os animais foram bloqueados com 5 mL de lidocaína e após  
1167 uma semana, foram bloqueados com 10 mL de lidocaína.

1168 O aparelho de neuroeletroestimulação da marca BGE, modelo E2107, fornece corrente alternada  
1169 e uma forma de pulso retangular/exponencial assimétrica. Inicialmente foi utilizada uma  
1170 voltagem de 1,0mA que foi diminuída até 0,4mA com a presença positiva de contração

1171 muscular. Os sítios sobre ramos de nervos periféricos foram escolhidos de acordo com o tipo de  
1172 cirurgia realizada, onde foi estimulado até a visualização da contração muscular, fenômeno que  
1173 assegura a precisão do local do bloqueio.

#### 1174 4.4.2. Bloqueios realizados

1175 Bloqueio lateral do nervo isquiático: A agulha foi introduzida entre a tuberosidade isquiática e o  
1176 trocânter maior do fêmur, a corrente estimuladora foi de 1 mA. A agulha foi introduzida de  
1177 forma perpendicular ao plano cutâneo ou com direção ventrodorsal, inclinada cerca de 45° em  
1178 relação ao plano cutâneo. Reduziu a corrente para 0,4mA, onde observou-se resposta de flexão  
1179 do tarso. Na corrente de 0,2mA observou-se ausência de contrações.

1180 Bloqueio do nervo tibial: Introduziu-se a agulha na depressão formada entre ambos os ventres  
1181 do músculo gastrocnêmio, caudal a articulação do joelho, em direção ao fêmur. Com corrente  
1182 estimuladora de 1mA, a agulha avançou até que as contrações do músculo gastrocnêmio, ou a  
1183 flexão do joelho e extensão do tarso. Então, a corrente foi reduzida para 0,4mA, mantendo a  
1184 mesma resposta muscular e a ausência dessa resposta com 0,2mA.

#### 1185 4.4.3. Protocolo Anestésico

1186 Os bovinos foram imobilizados com ajuda de troncos de contenção. No bloqueio foi utilizada  
1187 um volume de 5 mL de lidocaína 2% e posteriormente 10 mL de lidocaína 2%, ambas com  
1188 vasoconstritor. Os pacientes foram monitorados com estetoscópio. Para a confirmação do  
1189 bloqueio foi utilizado um eletroestímulo.

#### 1190 4.4.4. Parâmetros Avaliados

1191

1192 Avaliação paramétrica em bovinos:

1193 **Frequência cardíaca (FC)** – Avaliada através de auscultação com estetoscópio clínico em  
1194 batimentos por minuto (bpm).

1195 **Frequência respiratória (f)** – Avaliada através de auscultação com estetoscópio clínico em  
1196 movimentos por minuto (mpm).

1197 **Limiar nociceptivo elétrico** - Avaliado pelo uso de eletroestimulador com os eletrodos  
1198 acoplados às duas agulhas em cada área. Foi aplicado um estímulo simples em cada área,  
1199 começando com intensidade de 10 volts, caso não ocorresse uma resposta aversiva por parte do  
1200 animal a intensidade era aumentada para 20 volts e o estímulo aplicado novamente. A voltagem  
1201 de corte foi de 80 volts, momento em que se assumiu que havia anestesia cirúrgica. As respostas  
1202 consideradas como aversivas foram o movimentar o corpo no tronco tentando fugir do estímulo,  
1203 escoicear em bovinos e virar a cabeça em direção à região estimulada. Contrações musculares  
1204 sem manifestações de aversão não foram consideradas como respostas positivas. Avaliado em  
1205 M3 e M4.

1206 **Limiar nociceptivo pressórico** – Avaliado pelo uso da mesma pinça (hemostática de Kocher  
1207 número quinze), por um período dez segundos cada, com a pressão exercida até alcançar o  
1208 primeiro dente da cremalheira. Aplicada a uma distancia de aproximadamente 10cm do ponto da  
1209 injeção. Para evitar a laceração da pele pela ação dos pinçamentos, um segmento de equipo de  
1210 fluidoterapia foi cortado e utilizado para recobrir a região denteada da pinça. Avaliado em M3 e  
1211 M4.

1212 4.4.5. Momentos Avaliados

1213 Os parâmetros clínicos foram avaliados antes da realização de qualquer procedimento (M0),  
1214 cinco minutos após a contenção (M1), cinco minutos após a realização do bloqueio (M2), trinta  
1215 minutos após a realização do bloqueio (M3) e 60 minutos após o bloqueio locorregional (M4).

1216

1217 M0 – avaliação basal

1218 M1 – 5 minutos após a contenção

1219 M2 – 5 minutos após o bloqueio locorregional

1220 M3 – 30 minutos após o bloqueio locorregional

1221 M4 – 60 minutos após o bloqueio locorregional

1222 4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

1223 O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso em um esquema fatorial 6 x 2 x 2  
1224 (bloqueio x momento x fármaco) no caso das variáveis pinçamento e voltagem. O modelo  
1225 estatístico utilizado foi:

1226

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\delta)_{ik} + (\beta\delta)_{jk} + (\alpha\beta\delta)_{ijk} + \epsilon_{(ijk)l}$$

1227

1228 Em que:

1229  $y_{ijkl}$  = é o valor da parcela que recebeu o nível i do fator bloqueio, o nível j do fator momento e  
1230 o nível k do fator fármaco na repetição l;

1231  $\mu$  = é uma constante associada a todas as observações;

1232  $\alpha_i$  = é o efeito do nível i do fator bloqueio;

1233  $\beta_j$  = é o efeito do nível j do fator momento;

1234  $\delta_k$  = é o efeito do nível k do fator fármaco;

1235  $(\alpha\beta)_{ij}$  = é o efeito da interação entre os fatores bloqueio e momento;

1236  $(\alpha\delta)_{ik}$  = é o efeito da interação entre os fatores bloqueio e fármaco;

1237  $(\beta\delta)_{jk}$  = é o efeito da interação entre os fatores momento e fármaco;

1238  $(\alpha\beta\delta)_{ijk}$  = é o efeito da interação entre os fatores bloqueio, momento e fármaco;

1239  $\epsilon_{(ijk)l}$  = é o erro associado a variável resposta.

1240

1241 No tocante a variável pinçamento, foi utilizado um *modelo linear generalizado* cuja distribuição  
1242 de probabilidade considerada foi a binomial. A função de ligação escolhida foi a “logit” (P. and  
1243 Nelder, 1989). A função utilizada para estimação dos parâmetros foi a *glm* do pacote *stats*  
1244 versão 3.1.2. Uma análise de deviance foi utilizada para encontrar quais termos do modelo 1.1  
1245 foram significativos. Com o melhor modelo em mãos, foi utilizado uma regressão logística  
1246 bayesiana para estimativas das probabilidades e razão de chances (*odds ratio*) com o auxílio da  
1247 função *logit* do pacote *BayesLogit* versão 0.5.1 (Polson *et al.*, 2013).

1248 Intervalos HPD foram elaborados para a razão de chances 95% de probabilidade com o auxílio  
1249 da função *HPDinterval* do pacote *MCMCglmm* versão 2.21 (Hadfield, 2010).

1250 Quanto à variável voltagem foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal Wallis, uma vez  
1251 que, os resíduos não atenderam os pressupostos para uma análise de variância mesmo após  
1252 utilizar uma transformação angular apropriada. Foi utilizado a função *kruskal* do pacote  
1253 *agricolae* versão 1.2.1.

1254 Com relação às variáveis FC e FR foi utilizado uma análise de variância. Todos os pressupostos  
1255 foram testados. Neste caso, adotou-se um modelo fatorial do tipo 2x5 (2 fármacos e 5  
1256 momentos).

1257 Na análise de pinçamento e voltagem onde se compara os volumes de Lidocaína, o modelo  
1258 reduziu-se em:

$$y_{kl} = \mu + \delta_k + \epsilon_{kl}$$

1259 Em que:

1260  $y_{kl}$  = é o valor da parcela que recebeu o nível k do fator fármaco na repetição l;

1261  $\mu$  = é uma constante associada a todas as observações;

1262  $\delta_k$  = é o efeito do nível k do fator fármaco;

1263  $\epsilon_{kl}$  = é o erro associado a variável resposta.

1264 Todas as análises foram feitas com o auxílio do R Core Team (2014).

1265

1266

1267

1268

1269

1270

1271

1272

1273

1274

1275

1276

1277

1278

1279

1280

1281

1282

1283 **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES – EXPERIMENTOS**

1284 **5.1. Experimento 1 - Mapeamento comparativo de nervos periféricos em caninos e**  
1285 **bovinos.**

1286 *[Comparative mapping of peripheral nerves in dogs and cattle]*

1287 **RESUMO**

1288 O estudo dos dados anatômicos é fundamental para possibilitar ao Médico Veterinário o  
1289 reconhecimento de pequenas estruturas, como os nervos nos animais. Oferecendo subsídio para  
1290 construção do conhecimento do profissional principalmente em técnicas anestésicas e  
1291 cirúrgicas. Para investigar e mapear os nervos do plexo braquial (nervo radial, nervo  
1292 musculocutâneo, nervo ulnar, nervo mediano), nervo isquiático, nervo tibial, nervo femoral e os  
1293 nervos para bloqueio paravertebral em bovinos, foram utilizados um cadáver canino adulto de  
1294 peso aproximado de 8 kg e um cadáver de bezerro holandês de peso aproximado de 40 kg,  
1295 ambas peças anatômicas provenientes do Laboratório de Anatomia do Instituto de Ciências  
1296 Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais.

1297 Os bloqueios de nervos periféricos são procedimentos rotineiros de grande aplicabilidade na  
1298 prática clínica anestésica. Apresentam uma técnica de simples execução com fácil identificação  
1299 dos pontos de referência anatômicos. Desta forma é relevante a importância do mapeamento de  
1300 nervos, bem como a sua interdisciplinaridade, permitindo ao médico veterinário um  
1301 desenvolvimento de suas atividades profissionais com competência, capacitando-o a exercer  
1302 funções complexas na anestesia e cirurgia veterinária.

1303  
1304 Palavras-chave: Anatomia, anestesia locoregional, cães e bovinos.

1305

1306 **ABSTRACT**

1307 *Knowledge of animal anatomy is essential to the veterinarian for identifying small structures*  
1308 *such as nerves, thus providing a solid background for the professional especially with surgical*  
1309 *and anesthetic techniques. In order to investigate and map the nerves of the brachial plexus*  
1310 *(radial, musculocutaneous, ulnar, median), sciatic, tibial, femoral and the nerves for*  
1311 *paravertebral blocking in bovine, embalmed specimens (one adult male dog weighing*  
1312 *approximately 8 kg and one 40 kg male calf) from the Anatomy Laboratory of the Instituto de*  
1313 *Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais were used.*

1314 *Peripheral nerve blockings are routine procedures widely used in clinical anesthesia. In the*  
1315 *present study, it presented as a simple technique for easy identification of anatomical reference*  
1316 *points. Therefore, nerve mapping is fundamental due to its interdisciplinary nature, thus*  
1317 *providing the veterinarian with a major improvement in his/her professional activities which*  
1318 *permits allows one to perform complex tasks in anesthesia and veterinary surgery.*

1319

1320 *Keywords: Anatomy, locoregional anesthesia, dogs, cattle*

1321

1322

1323

1324

## INTRODUÇÃO

1325 O sistema nervoso serve à regulação de diversas funções animais e à adaptação destes às  
1326 variações das condições internas e externas. O sistema nervoso é um sistema que assimila  
1327 informações, armazenando-as e transformando-as, assim como exerce ação reguladora,  
1328 transmitindo as informações aos locais mais diversos (Konig e Liebich, 2011).

1329 Embora denominado periférico, este sistema contém fibras nervosas que unem o sistema  
1330 nervoso central aos órgãos efetores e/ou receptores, situados na periferia. Esta união justifica a  
1331 presença de elementos do sistema nervoso periférico na medula e no encéfalo. Conforme sua  
1332 topografia, o sistema nervoso periférico consiste em nervos cranianos e espinhais (Feitosa,  
1333 2004).

1334 A unidade funcional do nervo periférico é o neurônio, constituído por um corpo celular,  
1335 localizado na medula ou no gânglio espinhal e sua expansão, a fibra nervosa, formada pelo  
1336 axônio e a bainha conjuntiva que o envolve, o endoneuro (Mattar Jr e Azzer, 2000).

1337 Os nervos periféricos originam do tronco cerebral ou da medula espinhal e pode-se distinguir  
1338 entre os seguintes tipos de fibras nervosas: vias aferentes (sensitivas) para a condução de  
1339 informações dos receptores ao SNC; fibras nervosas eferentes (motoras) para a condução de  
1340 informações à musculatura estriada e as fibras nervosas aferentes e eferentes (simpáticas e  
1341 parassimpáticas) para a condução de informações a partir das vísceras, dos vasos sanguíneos  
1342 para o SNC e deste para os diversos tecidos (Konig e Liebich, 2011). Os nervos espinhais  
1343 mantêm conexão com a medula espinhal, são formados pela fusão das raízes motoras e  
1344 sensitivas e são divididos e denominados de acordo com a sua localização na coluna vertebral,  
1345 sendo oito pares de nervos cervicais, doze torácicos, cinco lombares, cinco sacrais e um  
1346 coccígeo. Após saírem da coluna vertebral, os nervos espinhais dividem-se em várias fibras e  
1347 quando essas se juntam novamente, formam os plexos nervosos ou redes (Sisson e Grossman,  
1348 1986).

1349 O principal objetivo desse experimento é comparar a anatomia de nervos periféricos entre  
1350 caninos e bovinos, sendo objeto de estudo para posteriores bloqueios locorreinais de nervos  
1351 periféricos.

1352 O projeto está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela  
1353 Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMG), tendo sido aprovado na reunião de  
1354 10/12/2013, Protocolo 341/2013.

1355

## MATERIAL E MÉTODOS

1356 Os cadáveres de um cão adulto sem raça definida de peso aproximado de 8 kg e do bezerro  
1357 holandês de peso aproximado de 40 kg foram utilizados para a dissecação dos nervos do plexo  
1358 braquial, nervo radial, nervo musculocutâneo, nervo ulnar, nervo mediano, nervo isquiático,  
1359 nervo tibial, nervo femoral e os nervos para bloqueio paravertebral em bovinos. Ambas as peças  
1360 anatômicas foram provenientes do Laboratório de Anatomia do ICB da Universidade Federal de  
1361 Minas Gerais.

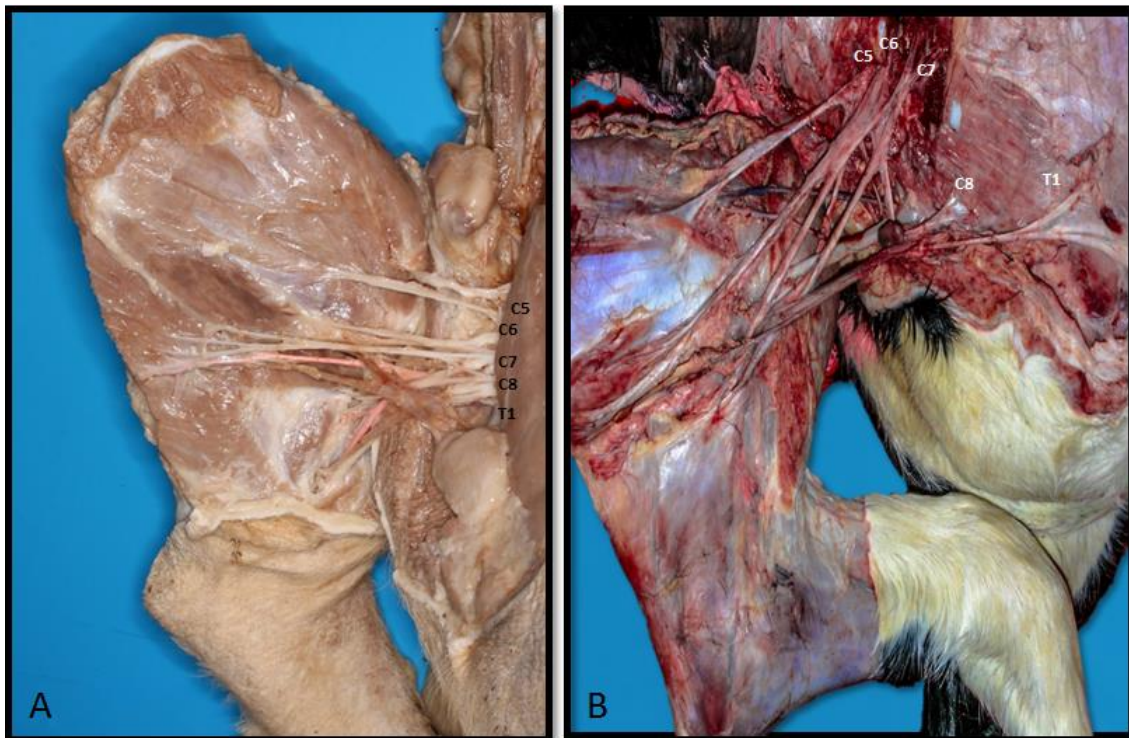
1362 A fixação destes animais em solução aquosa de formaldeído a 10% ocorreu mediante diferentes  
1363 pontos de injeções subcutâneas, intramusculares e intracavitárias, bem como por imersão com a  
1364 mesma solução por um período mínimo de 48h antes do início da dissecação.

1365 Foram utilizadas técnicas de dissecação anatômica, bem como a utilização correta de  
1366 instrumentos, para realização do reconhecimento macroscópico e localização dos nervos a  
1367 serem estudados.

## 1368 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1369 A dissecação do plexo braquial foi realizada de acordo com Mahler e Adogwa (2008). As  
1370 incisões na pele foram feitas até a exposição dos músculos. Posteriormente, a fáscia foi  
1371 removida. Os músculos braquiocefálico e omotransverso foram seccionados na borda cranial da  
1372 escápula. Trapézio, rombóide e músculos serrátil ventral foram cortados em sua junção com a  
1373 escápula. Os músculos peitorais superficiais e músculos peitorais foram seccionados na sua  
1374 origem no esterno. A escápula e úmero foram separados para expor os nervos e vasos  
1375 sanguíneos no espaço axilar. Depois de remoção de gordura e de tecido conjuntivo, os nervos e  
1376 os vasos sanguíneos foram aparados, identificados, e fotografados. Os 11 nervos do plexo  
1377 braquial foram arranjados crânio-caudal ao longo da borda ventral do músculo escaleno como se  
1378 segue: peitoral cranial, supraescapular, subescapular, axilar, musculocutâneo, toracodorsal,  
1379 radial, mediano, ulnar, peitoral caudal, e os nervos torácico lateral (Fig. 5) (Tab. 5).

1380 Figura 5. Fotografia de peça de membro torácico, demonstrando nervos que compõem o tronco  
1381 nervoso do plexo braquial (distal) em canino (A) e em bovino (B).



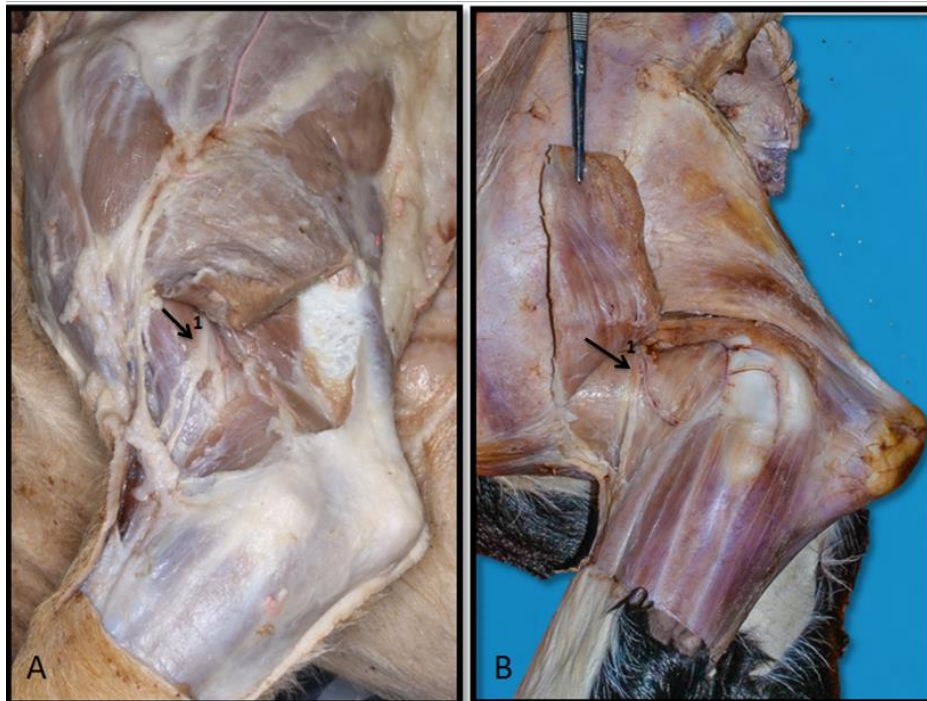
1382

1383 Os principais nervos somáticos do membro torácico originam como ramos do plexo braquial. A  
1384 nomenclatura deles tem como base na sua área de inervação (Budras *et al.*, 2007). O plexo  
1385 braquial é formado pela união de grande parte dos ramos ventrais dos últimos três nervos  
1386 cervicais e dos dois primeiros nervos torácicos. Os nervos incluem o supraescapular,  
1387 subescapular, axilar, musculocutâneo, radial, mediano, ulnar, toracodorsal, torácico lateral e  
1388 nervos peitorais (Campoy, 2008; Evans e Lahunta, 2010). A região anatômica inicia junto ao

1389 músculo escaleno até o músculo longo do pescoço, cranial a primeira costela, na região axilar  
1390 do membro torácico. Depois que os ramos ventrais atravessam a musculatura intertransversa  
1391 passam pela borda ventral do músculo escaleno, encontrando o membro torácico pelo espaço  
1392 axilar. A partir daí, parte das raízes ventrais unem-se umas às outras para suprirem todas as  
1393 estruturas do membro, musculatura adjacente e pele (Klaumann e Otero, 2013). Supre quase  
1394 todas as estruturas do membro torácico e da parede lateral do tórax, com exceção dos músculos  
1395 trapézio, omotransverso, braquiocefálico e rombóide e a pele sobre a região dorsal da escápula  
1396 (Sisson e Grossman, 1986; König e Liebich, 2011).

1397 O conhecimento da localização e distribuição dos nervos auxilia nas práticas cirúrgicas e  
1398 anestésicas uma vez que evita a exposição desnecessária destes e permite bloqueio local eficaz.  
1399 Além de ser determinante no diagnóstico clínico de paralisias ou ausência de sensibilidade,  
1400 podendo apontar a localização exata da lesão (Lizardo *et al.*, 2012).

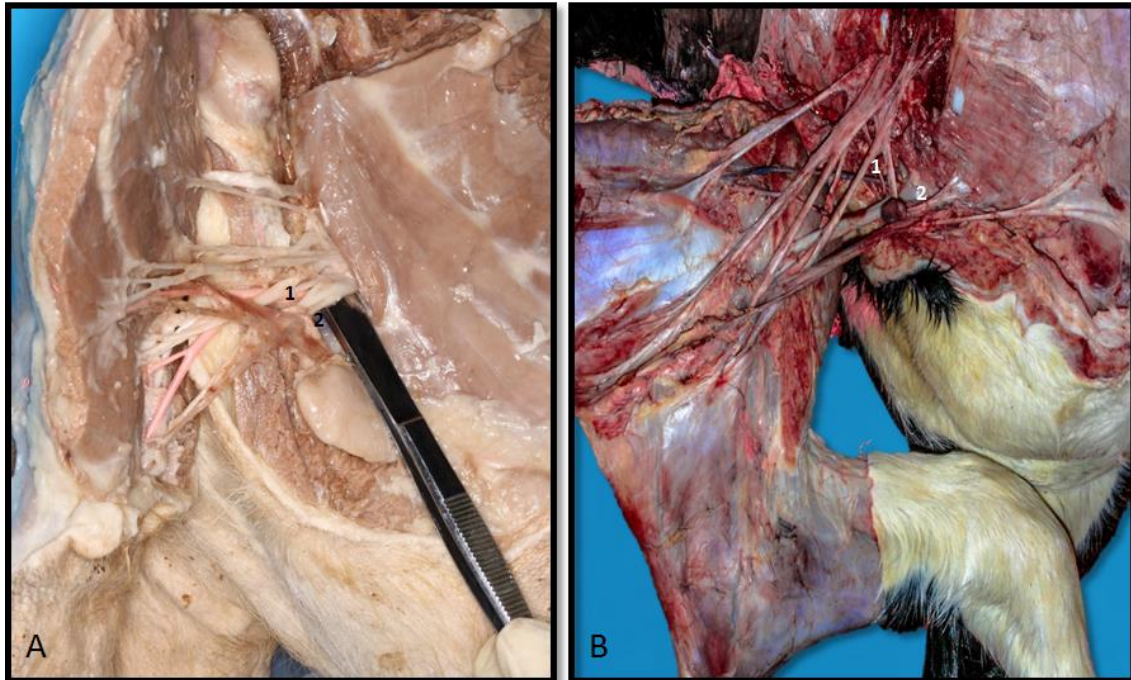
1401 Figura 6. Fotografia de peça de membro torácico direito, demonstrando nervo radial (1) de  
1402 canino (A) e bovino (B).



1403

1404 O nervo radial é o maior e mais caudal nervo do plexo braquial. Emerge a partir dos últimos  
1405 dois nervos cervicais e do primeiro nervo torácico (C7-T1). Acompanha os nervos mediano e  
1406 ulnar no espaço articular e na articulação do ombro está relacionado com a artéria axilar. Desce  
1407 caudalmente ao nervo ulnar, fornece ramos para músculos extensores do cotovelo, corre  
1408 distalmente o braço, caudal à artéria braquial, até emergir entre as cabeças longa e medial do  
1409 tríceps para acompanhar o sulco espiral do úmero, que o conduz à face cranio lateral do membro.  
1410 Posteriormente, o nervo radial emite seu ramo cutâneo, que supre a fáscia e a pele da face lateral  
1411 do antebraço. É o nervo mais longo do plexo braquial, inervando todos os músculos extensores  
1412 do membro torácico, com exceção daqueles da articulação do ombro (Sisson e Grossman, 1986;  
1413 König e Liebich, 2011) (Fig. 6).

1414 Figura 7. Fotografia de peça de membro torácico esquerdo, demonstrando os nervos  
 1415 musculocutâneo (1), ulnar e mediano (2) em canino (A) e bovino (B).



1416

1417 O bloqueio do plexo braquial produz anestesia e relaxamento do membro torácico na região  
 1418 distal (articulação do cotovelo). A analgesia do ombro pode ser obtido através do bloqueio do  
 1419 nervo supra-escapular, nervo mediano e do nervo axilar (Fig.7). Uma vez que todos estes nervos  
 1420 foram localizados usando um neuroeletroestimulador periférico, a técnica permite cirurgias de  
 1421 ombro. Em comparação com a analgesia intra-articular, o bloqueio do nervo permite a analgesia  
 1422 da própria articulação e do tecido periférico. Analgesia da pele, músculos e tecido conjuntivo  
 1423 podem ser obtidos pelo bloqueio do nervo musculocutâneo, o nervo radial e o nervo ulnar  
 1424 (Mahler e Adogwa, 2008). Em um estudo clínico, o bloqueio de nervo radial e mediano com o  
 1425 auxílio de um neuroeletroestimulador, permitiu a perda completa de sensibilidade de todas as  
 1426 áreas distais ao cotovelo em 76% dos pacientes (Sia *et al.*, 2001).

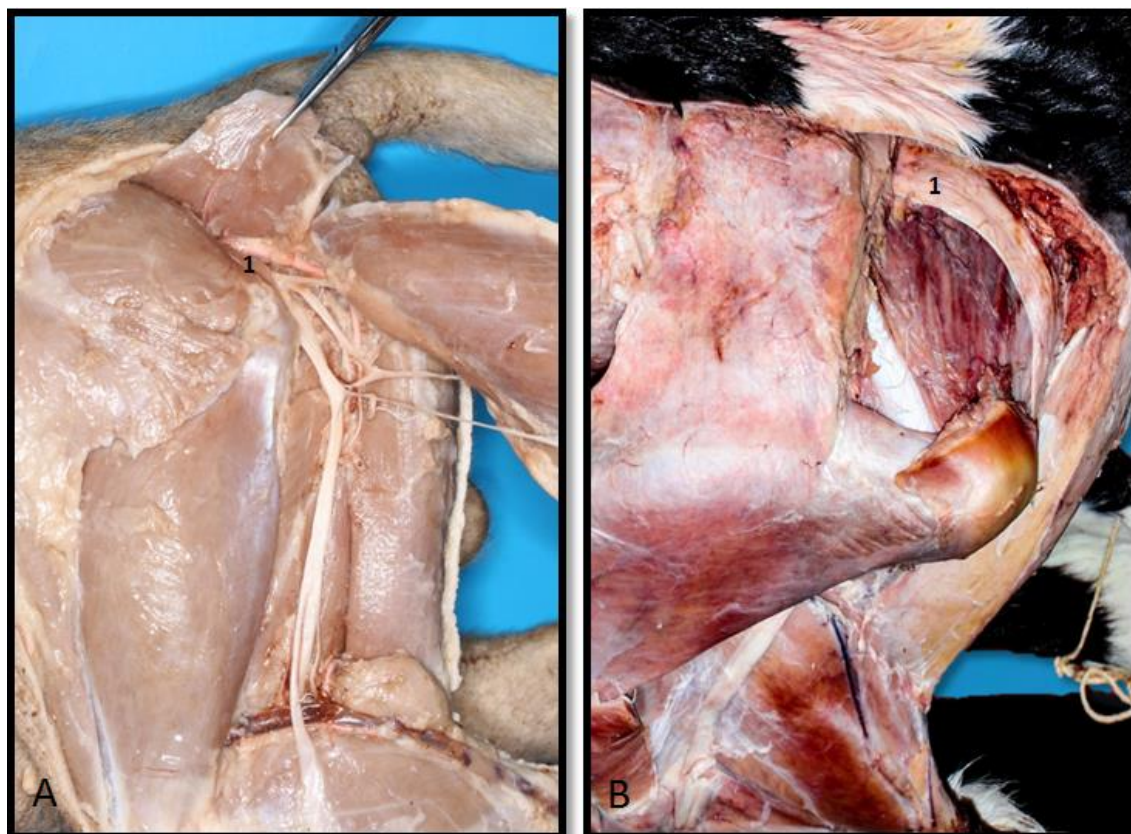
1427 Tabela 5. Descrição dos nervos que compõem o plexo braquial em cães com suas origens  
 1428 vertebrais, resposta motora fisiológica e consequência do seu bloqueio (Wakoff, 2009).

Nervo periférico	Origem	Resposta	Bloqueio
Musculocutâneo	C7	Flexão e supinação do cotovelo	Área medial do antebraço
Subescapular	C7	Adução do braço	Perda da adução
Radial	C7, C8, T1	Extensão do cotovelo, grupo extensor do carpo	Área cranio lateral do antebraço e mão (exceto 5 dedo)
Supraescapular	C6, C7	Extensão escapular	Perda da extensão escapular
Toracodorsal	C7, C8, T1	Sensibilidade troncocutânea	Anestesia troncocutânea
Ulnar	C8, T1, T2	Flexão dos carpos	Área caudal do

Mediano	C8,T1,T2	Flexão dos carpos e pronação do membro	antebraço, lateral dos metacarpos e dígitos Área caudal do antebraço e mão (juntamente com ulnar)
Axilar	C6, C8	Flexão escapular	Perda da flexão escapular

1429 Na dissecação do nervo isquiático incisões na pele foram feitas para rebater a região coxal, para  
1430 expor as estruturas da região glútea e da face lateral da pelve. O músculo glúteo superficial foi  
1431 seccionado nos seus pontos de fixação ao trocânter maior e rebatido de suas inserções. Depois  
1432 da remoção de gordura e de tecido conjuntivo, os nervos e vasos sanguíneos foram separados,  
1433 identificados, e fotografados (Mahler e Adogwa, 2008). O nervo isquiático emergiu da pelve  
1434 através da incisura isquiática maior e seguiu em direção caudal a articulação do quadril, caudal  
1435 ao trocânter maior. Coursou sobre o músculo glúteo profundo, onde estava coberto pelo glúteo  
1436 médio e glúteo superficial e seguiu distalmente entre o bíceps femoral e os músculos adutores  
1437 (Fig. 8).

1438 Figura 8. Fotografia de peça de membro pélvico esquerdo de cão (A) e bovino (B),  
1439 demonstrando o nervo isquiático (1).



1440

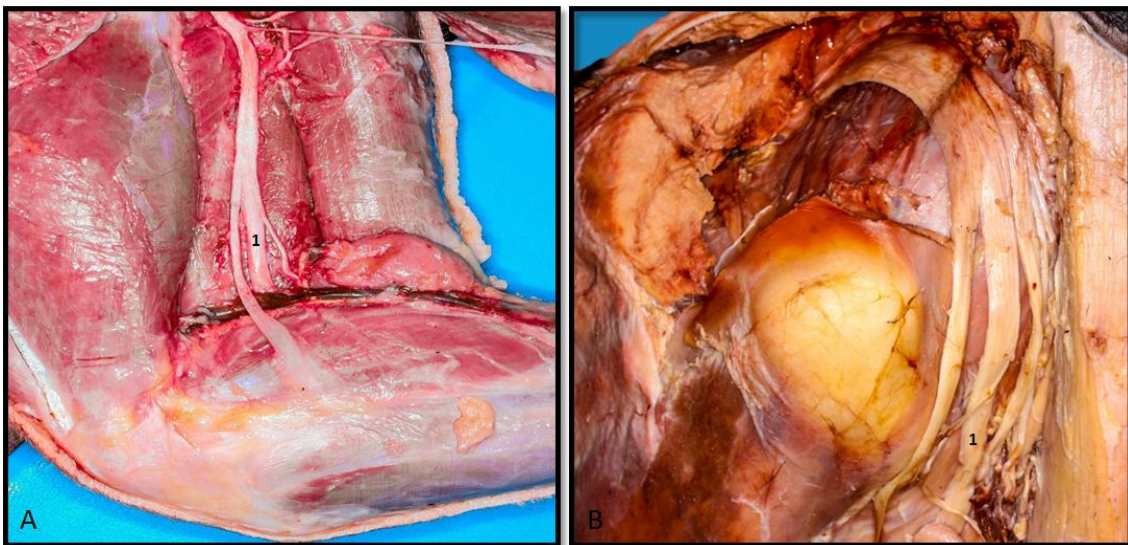
1441 O nervo isquiático é o maior nervo do corpo, continuando até a extremidade distal do membro.  
1442 Deriva suas fibras, basicamente dos ramos ventrais do último nervo lombar e do primeiro e  
1443 segundo componentes sacrais do tronco-sacral. Encontra-se distalmente ao tronco lombossacral,

1444 através do forame isquiático maior. Ele deixa a cavidade pélvica e cursa entre os músculos  
1445 glúteos médio e profundo, antes de dirigir-se para a coxa, caudal a articulação do quadril, onde  
1446 fica protegido pelo trocanter maior do fêmur; em seguida segue lateralmente ao bíceps femoral.  
1447 Ao nível do trocanter maior do fêmur, o nervo isquiático libera diversos ramos, de vários  
1448 tamanhos e espessuras que inervam os músculos semitendinoso, semimembranoso e  
1449 gluteobíceps. Inervam também o músculo obturador interno, gêmeos e quadrado da coxa, além  
1450 de inervar a área cutânea na superfície caudal da coxa (Sisson e Grossman, 1986; König e  
1451 Liebich, 2011).

1452 A dissecação do nervo isquiático em bovino revelou a distribuição do nervo nos músculos  
1453 glúteo médio e profundo e ao bíceps femoral da coxa. Segundo Campos e colaboradores (2003),  
1454 os nervos isquiáticos de bovinos azebuados, apresentaram simetria em relação à sua origem  
1455 (lado direito e lado esquerdo) e se originam principalmente dos ramos ventrais do sexto nervo  
1456 espinhal lombar e do primeiro e segundo nervos espinhais sacrais. Ainda sobre sua distribuição,  
1457 constaram que ao longo de seu trajeto os nervos isquiáticos cederam ramos para os músculos  
1458 glúteos médios direito (100%) e esquerdo (100%), glúteos profundos direito (90%) e esquerdo  
1459 (96,67%), gêmeos direito (86,67%) e esquerdo (93,33%), bíceps femorais direito (100%) e  
1460 esquerdo (100%), semitendíneos direito (100%) e esquerdo (100%), semimembranáceos direito  
1461 (100%) e esquerdo (100%) e adutores direito (86,67%) e esquerdo (80%).

1462 A analgesia e anestesia das articulações do joelho, tarso e metatarso podem ser obtidas por meio  
1463 do bloqueio do nervo isquiático e do nervo femoral, assim como, a analgesia da pele, tecidos  
1464 conjuntivo e músculos do membro pélvico (Kitchell e Evans, 1993). O aparelho de  
1465 neuroeletroestimulação é útil, pois permite uma informação correta sobre a localização do nervo  
1466 (Mahler e Adogwa, 2008) (Tab.7). Esse protocolo permite que os bloqueios com a sedação seja  
1467 uma alternativa para cirurgias ortopédica em cães como: cirurgias do joelho, ou estruturas  
1468 distais como reparação de fraturas de tíbia e metatarso nos cães, osteotomias dos mesmos,  
1469 reparação de ligamentos cruzados e meniscectomia (Campoy *et al.*, 2012).

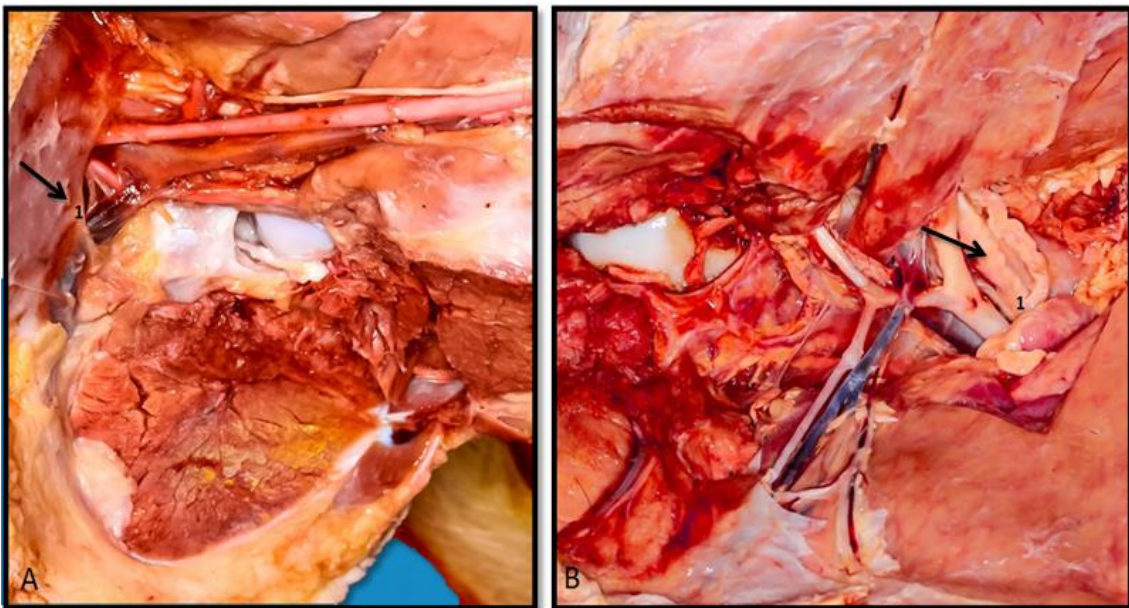
1470 Figura 9. Fotografia de peça do membro pélvico esquerdo de cão (A) e bovino (B),  
1471 demonstrando o nervo tibial (1).



1472

1473 O nervo tibial emerge das raízes sacrais do tronco lombossacral (Fig.9). Seguindo-se à sua  
1474 separação do nervo fibular, próximo ao meio da coxa, emite ramos musculares proximais  
1475 importantes para as cabeças pélvicas dos músculos caudais da coxa, atinge a perna e passa entre  
1476 as duas cabeças do músculo gastrocnêmio. Inerva o músculo gastrocnêmio, as três cabeças do  
1477 músculo flexor digital profundo e superficial e o músculo poplíteo. Ele desce ainda entre a  
1478 porção lateral do músculo gastrocnêmio e o músculo flexor superficial dos dedos e no terço  
1479 distal da perna, situa-se cranialmente ao tendão calcâneo comum (Sisson e Grossman, 1986;  
1480 König e Liebich, 2011). Nas duas espécies estudadas nota-se que esse nervo possui a mesma  
1481 distribuição ao longo do membro e se posicionam cranialmente aotendão calcâneo.

1482 Figura 10. Fotografia de peça do membro pélvico de cão (A) e bovino (B), demonstrando o  
1483 nervo femoral (1).



1484 Na dissecação do nervo femoral incisões na pele foram feitas para expor os músculos e as  
1485 estruturas na face medial da pelve. O músculo sartório foi seccionado no seu ponto de inserção  
1486 distal e rebatido. Após a remoção de gordura e o tecido conjuntivo, os nervos e  
1487 vasos sanguíneos foram separados, identificados e fotografados (Mahler e Adogwa, 2008). O  
1488 nervo femoral passa pelo músculo iliopsoas até o membro pélvico proximal onde localiza entre  
1489 o quadríceps femoral, o vasto medial e o reto femoral, dividindo-se em ramos que inervam o  
1490 quadríceps femoral. O nervo é completamente coberto pela extremidade proximal do músculo  
1491 sartório. A artéria e veia femoral têm ramos para os dois ventres do músculo sartório que  
1492 cursam ao lado e medio-craniano do nervo femoral, logo após o músculo iliopsoas. A artéria e  
1493 veia femoral cursam superficialmente entre a borda caudal dos músculos sartório e pectíneo ao  
1494 lado o nervo femoral (Fig. 10). O nervo femoral têm a mesma origem e distribuição nas espécies  
1495 canina e bovina, em ambas o nervo atinge o membro pélvico na região do triângulo femoral.  
1496

1497  
1498  
1499  
1500

1501 Tabela 6. Tabela demonstrando a origem e inervação dos nervos (Klaumann e Otero, 2013).  
 1502

<b>Nervo periférico</b>	<b>Nervo espinhal</b>	<b>Músculo inervado</b>
Subescapular plexo braquial	C6, C7	Supraespinhal Infraespinhal
Radial	C7, C8, T1	Tríceps braquial Extensor radial do carpo Ulnar lateral Extensor digital comum Extensor digital lateral
Musculocutâneo	C6, C7, C8	Bíceps braquial Braquial Coracobraquial
Mediano	C8, T1	Flexor radial do carpo Flexor digital superficial Flexor digital profundo
Ulnar	C8, T1	Flexor ulnar do carpo Flexor digital profundo
Femoral	L4, L5	Músculos iliopsoas, sartório e quadríceps
Paravertebral	L1, L2, L3	Músculos do flanco e Músculos retos abdominais
Isquiático	L6, L7, S1, S2	Músculos Glúteo Profundo Obturador interno Gêmeos e quadrado femoral
Tibial	L7, S1	Músculos extensores do tarso e flexores digitais (gastrocnêmio, flexor digital superficial e profundo e poplíteo)

1503

1504 Tabela 7. Tabela demonstrando a origem e resposta de cada nervo em bovinos (Borges; Feitosa,  
 1505 2004).

<b>Nervo periférico</b>	<b>Nervo espinhal</b>	<b>Resposta motora</b>
Radial	C7-T1	Extensão da articulação umerorradioulnar
Musculocutâneo	C7-C8	Flexão da articulação umerorradioulnar
Mediano	C8-T1	Contração e retirada do membro
Ulnar	C8-T2	Contração e retirada do membro
Isquiático	L6-S2	Retirada do membro e abdução
Tibial	Raízes sacrais	Contração do músculo gastrocnêmio e extensão do tarso

1506 Devido à aplicação de bloqueio em flanco ser realizada principalmente em bovinos, não foi  
 1507 realizado estudo comparativo dessa espécie com a canina.

1508

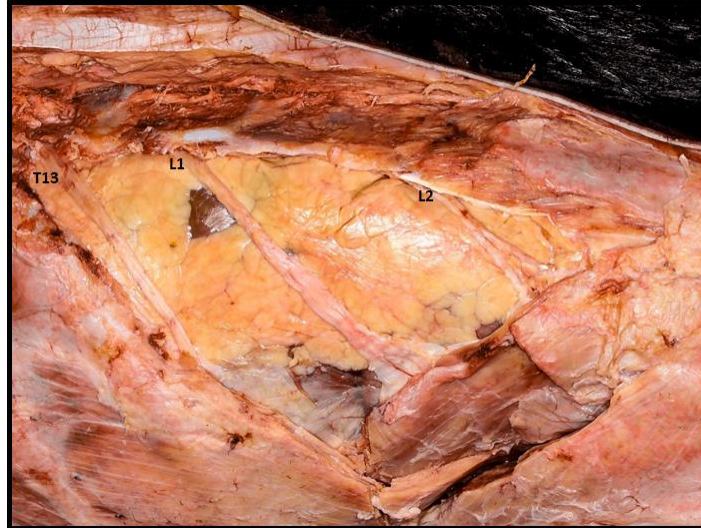
1509

1510

1511

1512

1513 Figura 11. Fotografia de peça anatômica, evidenciando a vista lateral da região do flanco de  
1514 bovino, onde foram localizados os nervos toracoabdominais T13, L1 e L2.



1515

1516 Na dissecação dos nervos toracoabdominais e lombares (Fig.11), incisões na pele foram feitas  
1517 da região da última costela até o flanco. A pele foi retirada e o músculo transverso do abdômen  
1518 foi seccionado na região dorsal. Os ramos ventrais do primeiro e do segundo nervos lombares  
1519 normalmente não se comunicam um com outro, exceto nos ruminantes. O ramo ventral do  
1520 último nervo torácico é denominado de nervo costoabdominal, esse nervo cursa atrás da última  
1521 costela e colabora com ramos lombares ventrais no suprimento do flanco. O nervo ílio-  
1522 hipogástrico é o ramo ventral do primeiro nervo lombar (L1), localizado subperitoneal entre as  
1523 extremidades dos dois primeiros processos transversos lombares. O nervo ílio-inguinal é o ramo  
1524 ventral do segundo nervo lombar (L2). Os nervos passam pelo músculo transverso, seguem  
1525 profundamente para o músculo oblíquo interno em direção ao assoalho abdominal. Inervam  
1526 músculos do flanco e músculos retos abdominais. (Sisson e Grossman, 1986; König e Liebich,  
1527 2011; Massone, 2011).

1528

### CONCLUSÕES

1529 A partir de reflexões a respeito da prática do Médico Veterinário faz-se necessário a construção  
1530 de um conhecimento sobre anatomia animal articulado com outras áreas como anestesia, clínica  
1531 e cirurgia. Tendo em vista que o profissional deve reconhecer e compreender as necessidades  
1532 animais e oferecer assistência adequada a cada espécie.

1533 A anatomia macroscópica é uma ferramenta de fundamental importância para a descrição de  
1534 uma espécie e/ou para a comparação entre espécies que apresentam semelhanças morfológicas.

1535 O método de dissecação é o mais direto para a observação das estruturas corpóreas, pois permite  
1536 o estudo da origem, distribuição e localização de nervos, vasos sanguíneos e músculos.

1537 Guardadas as proporções das espécies, a localização e ramificação são semelhantes.

1538

1539 **5.2. Experimento 2 – Anestesia locorregional com auxílio de neuroeletroestimulador em**  
1540 **cães**

1541 *[Locoregional anesthesia with the help of peripheral nerve locator in dogs]*

1542 **RESUMO**

1543 No presente estudo pretendeu-se a descrição de técnicas de anestesia locorregional em cães com  
1544 a utilização do neuroeletroestimulador no plexo braquial, nos nervos radial, mediano,  
1545 musculocutâneo, ulnar, isquiático, tibial e femoral e avaliar a dose dos anestésicos locais  
1546 utilizados. No estudo foram utilizados 48 cães de ASA I e II, machos e fêmeas, distribuídos  
1547 aleatoriamente em seis grupos com 8 animais: G-TP (plexo e tibial), G-T (radial e femoral) e  
1548 G-P (MMU e isquiático). Foi utilizado como anestésico local a lidocaína ou a bupivacaína.  
1549 Realizou-se um estudo neuroanatômico e através da técnica com a utilização do  
1550 neuroeletroestimulador, obteve a comprovação da aplicação do anestésico local na região  
1551 perineural do nervo, dessensibilizando os nervos alvos dos animais. Os parâmetros avaliados  
1552 permitiram o estudo da qualidade do bloqueio e a reação dos animais em determinado tempo.  
1553 Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os fatores  
1554 estudados (momento, bloqueio e fármaco). Também não foram verificados desvios de  
1555 normalidade e heterocedasticidade das variáveis frequência cardíaca, respiratória e temperatura  
1556 corporal. Porém houve um efeito significativo ( $P=0,02$ ) apenas entre os fármacos para a variável  
1557 FC, onde revelou que as médias com o uso da bupivacaína foram inferiores quando comparadas  
1558 com a lidocaína. No estudo permitiu concluir que a utilização do neuroeletroestimulador é  
1559 segura, permitindo a redução de anestésicos locais empregada.

1560 Palavras-chave: canino, anestesia regional, neuroestimulador

1561 **ABSTRACT**

1562 The objectives of this study were to describe the techniques of local regional anesthesia in dogs  
1563 using a peripheral nerve locator in the brachial plexus, radial, median, musculocutaneous, ulnar,  
1564 sciatic, tibial and femoral nerves and to evaluate the dose of local anesthetics. Forty-eight male  
1565 and female (ASA I and II) dogs were randomly assigned into six groups (eight animals per  
1566 group) as follows: G-TP (brachial plexus and tibial nerve), G-T (radial and femoral nerves) and  
1567 G-P (MMU and sciatic nerves). Lidocaine or bupivacaine was used as local anesthetic. A neural  
1568 anatomical study was conducted and with the aid of the neural stimulator it was possible to  
1569 confirm the application of the local anesthetic in the perineural region of the nerve, thus  
1570 desensitizing the target nerves of the animals. The analyzed parameters allowed the study of the  
1571 blocking quality and the reaction of the animals at a determined time. The results showed no  
1572 significant differences ( $P>0.05$ ) between the analyzed factors (moment, blocking and drug).  
1573 Also, no normality deviations and heterocedasticity of the variables (cardiac and respiratory  
1574 frequencies and body temperature) were observed. However, a significant effect ( $P=0.02$ ) was  
1575 seen only between the drugs for the CF variable, where the mean values for bupivacaine were  
1576 inferior to those of lidocaine. The present study made possible to conclude that the use of the  
1577 neural stimulator is safe, thus allowing a reduction in the amount of the local anesthetics to be  
1578 employed.

1579 Key words: Canine, regional anesthesia, peripheral nerve locator

1580

## INTRODUÇÃO

1581

1582 O uso de anestesia locorregional, isoladamente ou como adjuvante da anestesia geral, está em  
1583 foco. Os benefícios da técnica incluem efeitos adversos reduzidos como os efeitos depressivos  
1584 da anestesia geral e minimizar as alterações cardiorrespiratórias, além da melhoria do alívio da  
1585 dor pós-operatória. Novos avanços em equipamentos, técnicas e anestésicos foram incorporadas  
1586 nos últimos anos (Marzo *et al.*, 2012).

1587 A anestesia locorregional era exclusivamente utilizada como técnica única, mas os bloqueios  
1588 locorregionais vêm sendo difundidos e utilizados como um complemento na anestesia  
1589 balanceada de pequenos animais, na qual não se utilizam somente dois ou mais fármacos, mas  
1590 também duas ou mais técnicas. Ela é capaz de promover anestesia diretamente no local da  
1591 cirurgia, diminuir o requerimento de anestésicos gerais, podendo até mesmo não ser necessário  
1592 o uso destes. Além de apresentar inúmeras vantagens, como: redução do estresse cirúrgico,  
1593 menor índice de mortalidade quando comparado ao da anestesia geral, menor necessidade de  
1594 anestésico geral e analgesia pós-operatória (Pinto, 2013). Conseqüentemente, observa-se a  
1595 diminuição da sensibilização central à dor, minimização da reação tissular inflamatória e  
1596 diminuição da dose e frequência dos analgésicos empregados no pós-operatório (Hellyer e  
1597 Gaynor, 1998; Gross e Pope, 2002).

1598 As anestésias locorregionais bloqueiam a aferência nociceptiva ao SNC, a eferência do sistema  
1599 nervoso simpático e conseqüentemente são responsáveis pelo relaxamento da musculatura.  
1600 Essas técnicas minimamente invasivas têm tido seu uso ampliado nos últimos anos devido ao  
1601 baixo risco de complicações e por atuarem principalmente na melhoria da qualidade de vida do  
1602 paciente, com possibilidade de redução da dose de analgésicos sistêmicos utilizados no pós-  
1603 operatório (Minson e Fukushima, 2007). A anestesia locorregional periférica é uma opção  
1604 adequada para procedimentos operatórios de membros pélvicos e torácicos em regime  
1605 ambulatorial ou cirúrgico (Otero, 2005).

1606 A anestesia locorregional ou o chamado bloqueio de nervos é uma técnica anestésica no qual é  
1607 aplicado um agente anestésico em nervos de uma região, assim somente parte do corpo será  
1608 anestesiada. Pode ser dividida ainda em central ou perineural (Gebeyehua, 2014). O  
1609 anesthesiologista injeta o anestésico local próximo aos nervos para anestésiar somente a área do  
1610 corpo onde acontecerá a cirurgia. Quando comparadas com outras técnicas é considerada muito  
1611 segura, pouco tóxica devido à pequena quantidade de fármaco aplicada, principalmente com uso  
1612 de neuroestimuladores, produzindo uma analgesia uniforme e normalidade de parâmetros  
1613 sistêmicos do paciente (Gebeyehua, 2014).

1614 A utilização de agulhas específicas, fármacos adequados e procedimentos de localização de  
1615 nervos correto fazem parte de uma estratégia para minimizar a ocorrência de resultados  
1616 adversos. O estimulador de nervo periférico ajuda na eficácia da técnica. Além disso, seu  
1617 sucesso exige ainda um conhecimento da anatomia da região a ser bloqueado e inervação dos  
1618 grupos musculares envolvidos.

1619 A lesão do nervo após o bloqueio do nervo periférico é uma complicação rara, mas grave da  
1620 anestesia regional. A aplicação acidental de anestésicos locais diretamente em um nervo  
1621 (injeção intrafascicular) tem sido reconhecida como uma possível causa de lesão do nervo  
1622 (Hadzic *et al.*, 2004). O estudo avançado da localização do nervo e o uso de técnicas de  
1623 aplicação com a utilização de um neuroeletroestimulador evitam a injeção intraneural.

1624

## MATERIAIS E MÉTODOS

1625 Animais

1626 O projeto está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela  
1627 Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMG), tendo sido aprovado na reunião com  
1628 Protocolo 341/2013.

1629 Foram utilizados 48 cães de ASA I e II, sem raça definida, machos e fêmeas, com peso de 10,03  
1630  $\pm$  5,14kg, distribuídos aleatoriamente em seis grupos de oito animais cada: G-T (nervo radial e  
1631 femoral), G-P (nervos musculocutâneo, mediano, ulnar e nervo isquiático) e G-TP (plexo  
1632 braquial e nervo tibial). Foram utilizados como anestésicos locais a lidocaína ou a bupivacaína.  
1633 Os animais foram submetidos à avaliação do Risco Cirúrgico e os critérios de exclusão foram:  
1634 recusa do proprietário, animais obesos, infecção no local da injeção e coagulação anormal  
1635 significativa.

1636 O aparelho de neuroeletroestimulação da marca BGE, modelo E2107, fornece corrente em  
1637 forma de pulso retangular/exponencial assimétrica. Inicialmente foi utilizada uma voltagem de  
1638 1,0mA que foi diminuída até 0,4mA com a presença positiva de contração muscular. Os sítios  
1639 sobre ramos de nervos periféricos foram escolhidos por sorteio.

1640 Bloqueios realizados

1641 Bloqueio subescapular do plexo braquial: A agulha foi inserida em sentido craniocaudal paralela  
1642 ao eixo da coluna cervical, entre a escápula e a parede do tórax, a partir da extremidade cranial  
1643 da articulação do ombro, através do músculo braquiocefálico, medial ao músculo subescapular.  
1644 O neuroeletroestimulador é ligado, depois que a agulha penetra na pele. A corrente estimuladora  
1645 de 1mA foi utilizada enquanto a agulha era introduzida no sentido craniocaudal, seguindo a  
1646 direção do aspecto ventral do músculo escaleno até obter a contração do músculo bíceps  
1647 braquial, associada à flexão do cotovelo. A corrente estimuladora foi gradativamente reduzida  
1648 para 0,4mA. Na corrente de 0,2mA não foi observada estimulação.

1649 Bloqueio do nervo radial: O músculo braquial foi palpado e pressão craniomedial foi aplicada,  
1650 de modo que o polegar do operador descansasse sobre o eixo do úmero, após deslocamento  
1651 cranial do músculo braquial afastando-o da cabeça lateral do tríceps. A agulha foi inserida  
1652 caudal ao polegar, em ângulo 45°, perpendicular ao eixo maior do úmero, penetrou na cabeça  
1653 lateral do músculo braquial, até que a agulha toque a superfície caudolateral do úmero. A  
1654 corrente estimuladora foi iniciada com 1mA até obter a resposta e deve ser diminuída para  
1655 0,4mA. Na corrente de 0,2mA não foi observada estimulação.

1656 Bloqueio do nervo ulnar, musculocutâneo e mediano: Após localização dos nervos, a agulha foi  
1657 inserida em ângulo de 45° em direção cranial, perpendicular ao eixo do úmero, com o bisel  
1658 voltado para cima, até que tocou na face caudomedial do úmero. O dedo polegar do anestesista  
1659 aplicou pressão sobre o músculo bíceps braquial, afastando-o cranialmente do úmero. A  
1660 neurolocalização foi iniciada com corrente de 1mA, obtendo resposta neuromuscular desejada  
1661 dos nervos ulnar, mediano e musculocutâneo. A corrente estimuladora foi diminuída  
1662 gradativamente até que estivesse presente com 0,4mA, mas não com 0,2mA.

1663 Bloqueio de nervo femoral: Localização do triângulo femoral (limitado caudalmente pelo  
1664 músculo pectíneo, cranialmente pelo músculo sartório, medialmente pelo reto femoral e  
1665 proximal ao músculo iliopsoas). A agulha do estimulador de nervos periféricos foi inserida entre  
1666 a artéria femoral, cuja palpação do pulso permite evidenciá-la, e o músculo sartório sendo  
1667 avançada com angulação de 20° - 30° em direção ao músculo iliopsoas até que se obteve a  
1668 contração do músculo sartório. Posteriormente a agulha foi inserida mais profundamente na  
1669 direção do músculo quadríceps femoral até a obtenção de contrações do mesmo causando leve  
1670 extensão da articulação do joelho. A neurolocalização foi iniciada com corrente de 1mA,  
1671 obtendo resposta neuromuscular e é diminuída gradativamente até que esteja presente com  
1672 0,4mA, mas não com 0,2mA.

1673 Bloqueio lateral do nervo isquiático: A agulha foi introduzida entre a tuberosidade isquiática e o  
1674 trocânter maior do fêmur, a corrente estimuladora foi de 1 mA. A agulha foi introduzida de  
1675 forma perpendicular ao plano cutâneo ou com direção ventrodorsal, inclinada cerca de 45° em  
1676 relação ao plano cutâneo. Reduziu-se a corrente para 0,4mA, onde observou resposta de flexão  
1677 do tarso. Na corrente de 0,2mA observou-se ausência de contrações.

1678 Bloqueio do nervo tibial: Introduziu-se a agulha na depressão formada entre ambos os ventres  
1679 do músculo gastrocnêmio, caudal a articulação do joelho, em direção ao fêmur. Com corrente  
1680 estimuladora de 1mA, a agulha avançou até que as contrações do músculo gastrocnêmio, ou a  
1681 flexão do joelho e extensão do tarso. Então, a corrente foi reduzida para 0,4mA, mantendo a  
1682 mesma resposta muscular e a ausência dessa resposta com 0,2mA.

1683 Protocolo Anestésico

1684 Nos caninos, a medicação pré-anestésica utilizada foi a acepromazina na dose de 0,05mg/kg  
1685 aplicada por via intramuscular (IM). Decorridos 15 minutos da aplicação da MPA, o acesso  
1686 venoso foi realizado pela fixação de cateter na veia cefálica e iniciada a administração de  
1687 solução de Ringer com lactato na dose de 10mL/kg/h. A indução anestésica foi feita mediante a  
1688 aplicação de 5mg/kg de propofol pela via intravenosa (IV). No bloqueio foi utilizado lidocaína  
1689 2% na dose de 4mg/kg ou bupivacaína 0,5% na dose de 1mg/kg. Os pacientes foram  
1690 monitorados com estetoscópio e termômetro digital.

1691 Parâmetros Avaliados

1692 Avaliação paramétrica em cães:

1693 **Temperatura corpórea (T°C)** – Avaliada em graus Celsius, através de termômetro clínico,  
1694 pela via retal.

1695 **Frequência cardíaca (FC)** – Avaliada no período antes da MPA até o final do experimento  
1696 através de auscultação com estetoscópio clínico em batimentos por minuto (bpm).

1697 **Frequência respiratória (f)** – Avaliada através de auscultação com estetoscópio clínico em  
1698 movimentos por minuto (mpm).

1699 **Limiar nociceptivo elétrico** - Avaliado pelo uso de eletroestimulador com os eletrodos  
1700 acoplados a dois adesivos de eletrocardiograma em cada área. Foi aplicado um estímulo simples  
1701 em cada área, começando com intensidade de 10 volts, caso não ocorresse uma resposta positiva  
1702 por parte do animal a intensidade era aumentada para 20 volts e o estímulo aplicado novamente.  
1703 A voltagem de corte foi de 50 volts, momento em que se assumiu que havia anestesia cirúrgica.  
1704 As respostas consideradas como positivas foram: movimentação o corpo no tronco tentando

1705 fugir do estímulo e virar a cabeça em direção à região estimulada. Contrações musculares sem  
1706 manifestações de aversão não foram consideradas como respostas positivas. Avaliado em M3 e  
1707 M4.

1708 **Limiar nociceptivo pressórico** – Avaliado pelo uso da mesma pinça (hemostática de Kocher  
1709 número quinze), por um período dez segundos cada, com a pressão exercida até alcançar o  
1710 primeiro dente da cremalheira. Aplicada a uma distância de aproximadamente 10cm do ponto da  
1711 injeção. Para evitar a laceração da pele pela ação dos pinçamentos, um segmento de equipo de  
1712 fluidoterapia foi cortado e utilizado para recobrir a região denteada da pinça. Avaliado em M3 e  
1713 M4.

1714 A resposta dolorosa aos pinçamentos nos parâmetros tempo de latência sensitiva foi  
1715 comprovada pela atitude do animal utilizando-se os seguintes critérios: meneios de cabeça,  
1716 vocalização, tentativa de mordedura, movimentos de outras partes do corpo e reflexos de defesa  
1717 como flexão do membro, movimentar o corpo no tronco tentando fugir do estímulo e virar a  
1718 cabeça em direção à região estimulada. Contrações musculares sem manifestações de aversão  
1719 não foram consideradas como respostas aversivas. Foi utilizado o mesmo avaliador em todas as  
1720 amostras a fim de evitar a realização de diferentes estímulos.

1721 Momentos Avaliados

1722 Os parâmetros clínicos foram avaliados antes da realização de qualquer procedimento (M0),  
1723 cinco minutos após a MPA ou sedação (M1), cinco minutos após a realização do bloqueio (M2),  
1724 trinta minutos após a realização do bloqueio (M3) e 60 minutos após o bloqueio locorreional  
1725 (M4).

1726 M0 – avaliação basal

1727 M1 – 5 minutos após a Medicação Pré-anestésica

1728 M2 – 5 minutos após o bloqueio locorreional

1729 M3 – 30 minutos após o bloqueio locorreional

1730 M4 – 60 minutos após o bloqueio locorreional

## 1732 **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

1733 No presente estudo foram realizados 48 bloqueios locorreionais periféricos e nenhum dos  
1734 animais apresentou algum tipo de lesão neural. Segundo Hadzic *et al.*, (2004), a lesão do nervo  
1735 periférico após uma injeção intrafascicular pode ocorrer com a aplicação de vários fármacos.  
1736 Pode ser mínima ou resultar em uma degeneração axonal e da mielina, dependendo do agente  
1737 injetado e da dose empregada. A injeção intraneural aumenta o risco de lesão do nervo em cães.  
1738 Essas lesões podem ser mistas com ruptura mecânica dos fascículos, degeneração microscópica  
1739 de axônios e fibras mielinizadas e infiltração celular. Os cães têm capacidade regenerativa  
1740 inferior quando comparados a outros animais como coelho e rato.

1741 Essa afirmação corrobora com estudo realizado por Wakoff e colaboradores (2013), onde  
1742 discutem as vantagens na utilização do estimulador de nervos em detrimento da punção “às  
1743 cegas”, pois com o auxílio do estimulador é possível localizar o nervo antes que agulha toque no  
1744 mesmo, o que pode resultar em injúrias no tecido neural.

1745 Com a utilização do aparelho de neuroestimulação a redução da dose utilizada foi real. No  
1746 estudo foi utilizada a dose de 4mg/kg de lidocaína, 1,5% com vasoconstritor e 1mg/kg de

1747 bupivacaína. Com a utilização do neuroeletroestimulador foi possível uma redução de 46% da  
 1748 dose da lidocaína e 75% da dose de bupivacaína, quando comparamos com Massone (2002),  
 1749 Futema (1999) e Klaumann (2013), que padronizam a dose de 7,5mg/kg de lidocaína, 2% com  
 1750 vasoconstritor e 4mg/kg de bupivacaína a 0,5% com vasoconstritor. A utilização de 4mg/kg de  
 1751 bupivacaína a 0,5% com vasoconstritor, promoverá até 11 horas de bloqueio sensitivo, com  
 1752 latência de até 50 minutos. Com lidocaína o bloqueio sensorial pode durar 6 horas com período  
 1753 de latência de 15 a 20 minutos.

1754 A corrente utilizada no aparelho de neuroeletroestimulação variava de 1,0mA a 0,2mA, sendo  
 1755 sempre negativa em 0,2mA. Perris & Watt (2003) sugeriram que nenhuma injeção deve ser  
 1756 realizada com estimulação positiva na corrente de 0,2 mA, mas outros sugerem que uma  
 1757 corrente de estimulação de 0,1-0,2 mA devem ser utilizados em cada paciente (Benhamou  
 1758 2001). Essa relação entre a corrente ainda gera controvérsias entre alguns autores, mas a  
 1759 corrente de 0,2mA negativa permite uma injeção segura do anestésico, considerando a alta  
 1760 pressão no início da injeção, que pode levar a traumas nos nervos (Hadzic *et al.*, 2004).

1761 Não houve diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os fatores estudados, na análise de modelos  
 1762 de dor mecânico e elétrico (Tab. 8). Através desse teste comprovamos a eficácia do bloqueio  
 1763 com a utilização do neuroeletroestimulador e com a redução da dose de ambos os fármacos.

1764 Tabela 8. Teste de Kruskal Wallis para comparação entre os grupos avaliados considerando 5%  
 1765 de significância.

Grupos	Rank.médio	Índice
Femoral.M4.Bupivacaína	110.00	A
Isquiático.M3.Lidocaína	110.00	A
Isquiático.M4.Lidocaína	110.00	A
MMU.M4.Lidocaína	110.00	A
Plexo.M4.Lidocaína	110.00	A
Radial.M4.Bupivacaína	110.00	A
MMU.M3.Lidocaína	98.62	A
Plexo.M3.Lidocaína	98.62	A
Plexo.M4.Bupivacaína	98.62	A
Radial.M3.Bupivacaína	98.62	A
Radial.M3.Lidocaína	98.62	A
Radial.M4.Lidocaína	98.62	A
Tibial.M4.Bupivacaína	98.62	A
Tibial.M4.Lidocaína	98.62	A
Isquiático.M4.Bupivacaína	96.94	A
Plexo.M3.Bupivacaína	87.25	A
Femoral.M3.Bupivacaína	85.56	A
Femoral.M3.Lidocaína	85.56	A
Femoral.M4.Lidocaína	85.56	A
Isquiático.M3.Bupivacaína	85.56	A
MMU.M4.Bupivacaína	85.56	A
Tibial.M3.Bupivacaína	85.56	A
Tibial.M3.Lidocaína	85.56	A
MMU.M3.Bupivacaína	83.88	A

1766 Houve efeito significativo ( $P=0,02$ ) apenas entre os fármacos para a variável FC (Tab. 9). A  
 1767 Lidocaína é um estimulante do sistema cardiovascular, porém a toxicidade geralmente esta  
 1768 relacionada com a utilização de altas doses. A cardiotoxicidade da bupivacaína é observada em  
 1769

1770 pacientes com doença cardíaca crônica, o que não foi observada no estudo devido à utilização  
1771 de animais de ASA I e ASA II, bem como a redução de 46% da dose habitual.

1772 O bloqueio combinado de nervo isquiático e femoral em cães com bupivacaína produz analgesia  
1773 no trans e pós-operatória. Quando comparado com a anestesia epidural, produz menos efeitos  
1774 cardiorrespiratórios adversos e evita a retenção urinária (Campoy *et al.*, 2012b).

1775 Tabela 9. Análise de variância da variável frequência cardíaca

Fatores	Chisq	Df	P-valor	Fatores	Chisq	Df
<b>FÁRMACOS</b>	2261.98	2261.98	1	46.07	5.91	0.02
<b>MOMENTO</b>	815.73	203.93	4	184.00	0.53	0.71
<b>FÁRMACO:MOMENTO</b>	55.73	13.93	4	184.00	0.04	1.00

1776

1777 Quanto a variável FR, não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para nenhum dos fatores  
1778 estudados (Tab.10). Essa variável não apresenta diferença entre fármaco e tempo, muitas vezes  
1779 é um reflexo secundário a respostas da FC.

1780 Tabela 10. Análise de variância da variável frequência respiratória

Fatores	Chisq	Df	P-valor	Fatores	Chisq	Df
<b>FÁRMACO</b>	26.27	26.27	1	234.82	0.51	0.48
<b>MOMENTO</b>	160.52	40.13	4	184.00	0.78	0.54
<b>FÁRMACO:MOMENTO</b>	245.52	61.38	4	184.00	1.19	0.32

1781 Como era de se esperar, os fármacos administrados não apresentaram efeitos sistêmicos  
1782 significativos, uma vez que as doses totais empregadas não ultrapassaram as doses tóxicas.  
1783 Apesar de a FC apresentar um efeito significativo entre os fármacos as diferenças estatísticas  
1784 não refletem mudanças importantes sob o ponto de vista clínico, pois a maioria dos valores se  
1785 encontra dentro da faixa de normalidade para a espécie canina.

1786 Quanto à temperatura, houve efeito significativo ( $P=0,10$ ) da interação entre os fatores  
1787 FÁRMACO e MOMENTO (Tab. 11).

1788 Tabela 11. Análise de variância da variável temperatura

Fatores	Chisq	Df	P-valor	Fatores	Chisq	Df
<b>FÁRMACO</b>	0.0	0.00	1	15111.65	0.05	0.83
<b>MOMENTO</b>	1.0	0.25	4	180.00	2.81	0.03
<b>FÁRMACO:MOMENTO</b>	0.7	0.18	4	180.00	1.98	0.10

1789 Houve diferenças significativas ( $P<0,05$ ) entre os momentos apenas para o fármaco Lidocaína  
1790 (Tab. 12).

1791 Tabela 12. Desdobramento de momentos dentro de cada fármaco

Fármacos	Df	Chisq	P-valor
<b>BUPIVACAÍNA</b>	4	1.678755	0.794573
<b>LIDOCAÍNA</b>	4	17.820771	0.002675

1792 Não houve diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os fármacos para nenhum dos momentos  
1793 avaliados (Tab. 13). Comprovando a eficácia das duas drogas quando utilizadas em baixas  
1794 doses. O médico veterinário é responsável pela escolha do fármaco empregado em cada  
1795 procedimento cirúrgico proposto, de acordo com a sua duração, emergência (tempo de latência)  
1796 e acessibilidade.

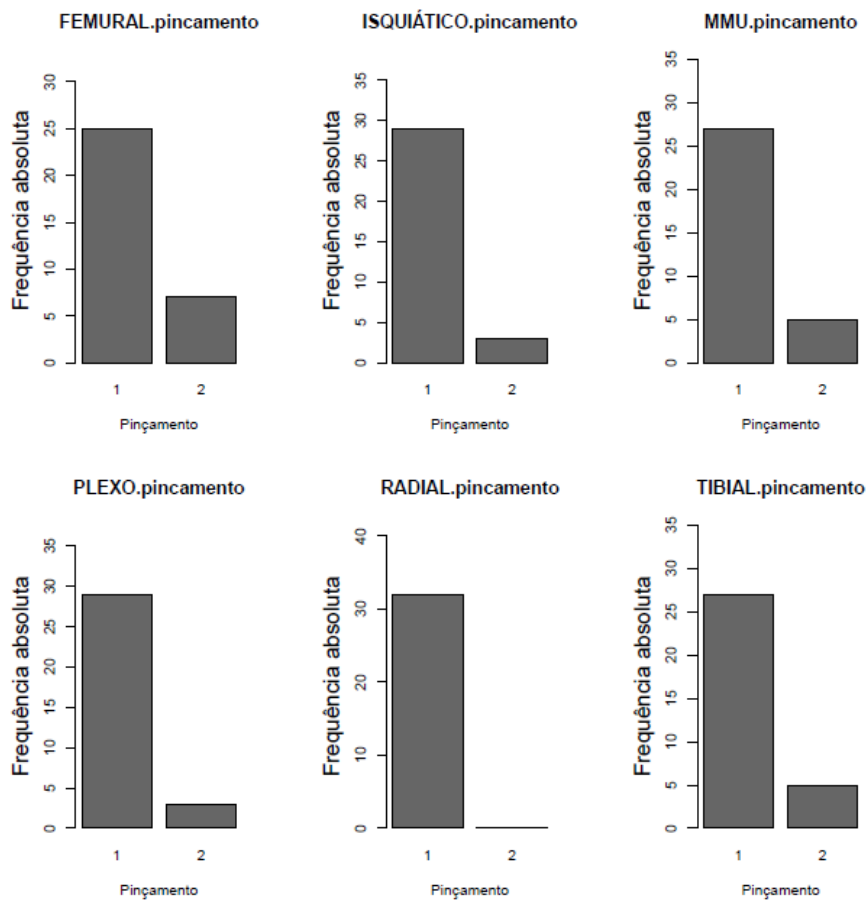
1797 Tabela 13. Desdobramento fármaco dentro de cada momento

Momentos	Df	Chisq	P-valor
M0	1	0.240076	1
M1	1	0.251258	1
M2	1	0.111233	1
M3	1	0.000262	1
M4	1	0.060863	1

1798 No presente estudo observou-se que a utilização dos métodos descritos com a utilização do  
 1799 neuroeletroestimulador proporcionou realização segura de bloqueios locorreionais. A eficácia  
 1800 dos bloqueios foi comprovada através de testes de nocicepção mecânica e elétrica.

1801 Em um estudo realizado por Campoy *et al.* (2012), o bloqueio de nervo isquiático e femoral  
 1802 com Bupivacaína permitiu a execução de cirurgias ortopédicas em membro pélvico de cães  
 1803 sedados com propofol (0,07-0,15mg/kg/min) e dexmedetomidina (1µg/kg/h). Sem a necessidade  
 1804 de administração de analgésicos 10 horas após o bloqueio, concluindo que a técnica  
 1805 locorreional é adequada e permite analgesia pós-operatória.

1806 Figura 12. Gráfico de barras da variável pinçamento considerando o fator bloqueio, onde 1 é  
 1807 resposta negativa ao estímulo e 2 é a resposta positiva ao estímulo.  
 1808

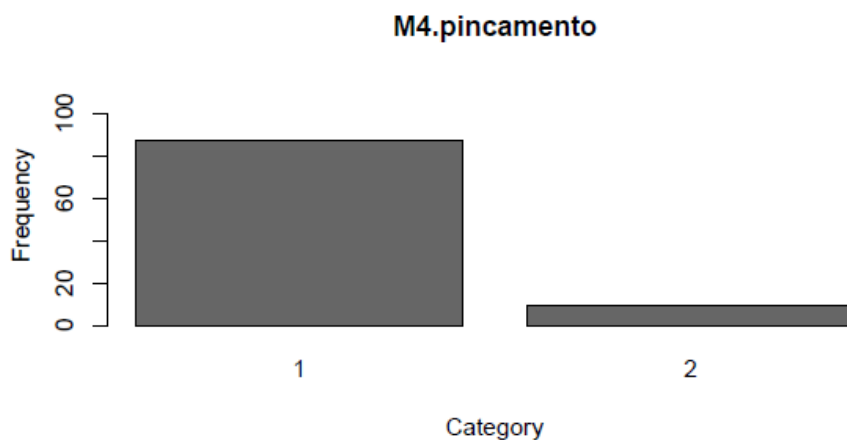
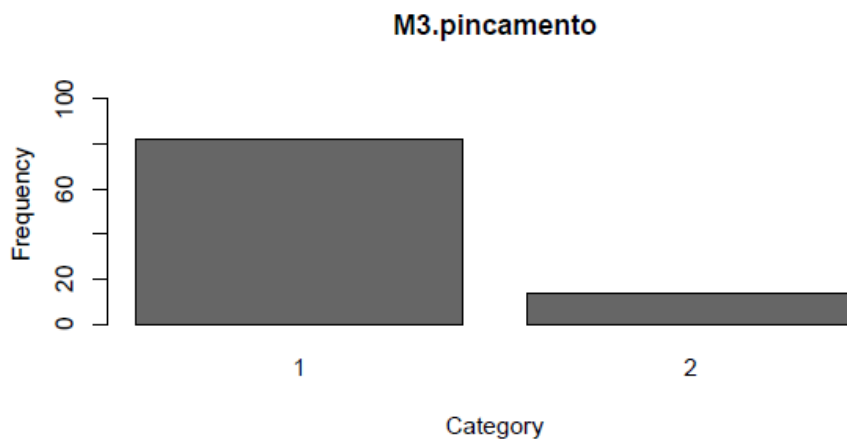


1809

1810 O resultado obtido contradiz Breen e Park (2002), que afirmaram que não há nenhuma  
1811 vantagem da anestesia regional, quando comparada à anestesia geral. As Figuras 12, 13 e 14  
1812 demonstram a eficácia dos bloqueios pelo teste de nocicepção mecânica e elétrica. Além disso,  
1813 podemos comprovar a eficácia do bloqueio com a redução da dose de fármacos utilizados. Com  
1814 a utilização desses anestésicos é possível o fornecimento de anestesia pós-operatória. No caso  
1815 da lidocaína, sua duração oscila entre 40-60 minutos e pode propagar-se até 90 ou 120 minutos  
1816 mediante a ação de vasoconstritores locais, como a epinefrina, a qual retarda a absorção do  
1817 anestésico, aumentando o tempo do bloqueio nervoso (Otero, 2005). Já a bupivacaína é o  
1818 anestésico local de efeito prolongado, pertence ao grupo das amins. É usado como solução a  
1819 0,5%, tem um início de ação mais lento do que a lidocaína (5-15 minutos) e o seu efeito dura 3 a  
1820 6 horas na maioria dos bloqueios locais. Devido a sua longa duração e a tendência de fornecer  
1821 um bloqueio mais sensitivo do que motor, permite um aumento no período de analgesia pós-  
1822 operatória, reduzindo a taquifilaxia por administração repetidas de outros fármacos, diminuindo  
1823 a necessidade de outros fármacos (Lee *et al.*, 2004).

1824 Figura 13. Gráfico de barras da variável pinçamento considerando o fator momento, onde 1 é  
1825 resposta negativa ao estímulo e 2 é a resposta positiva ao estímulo.

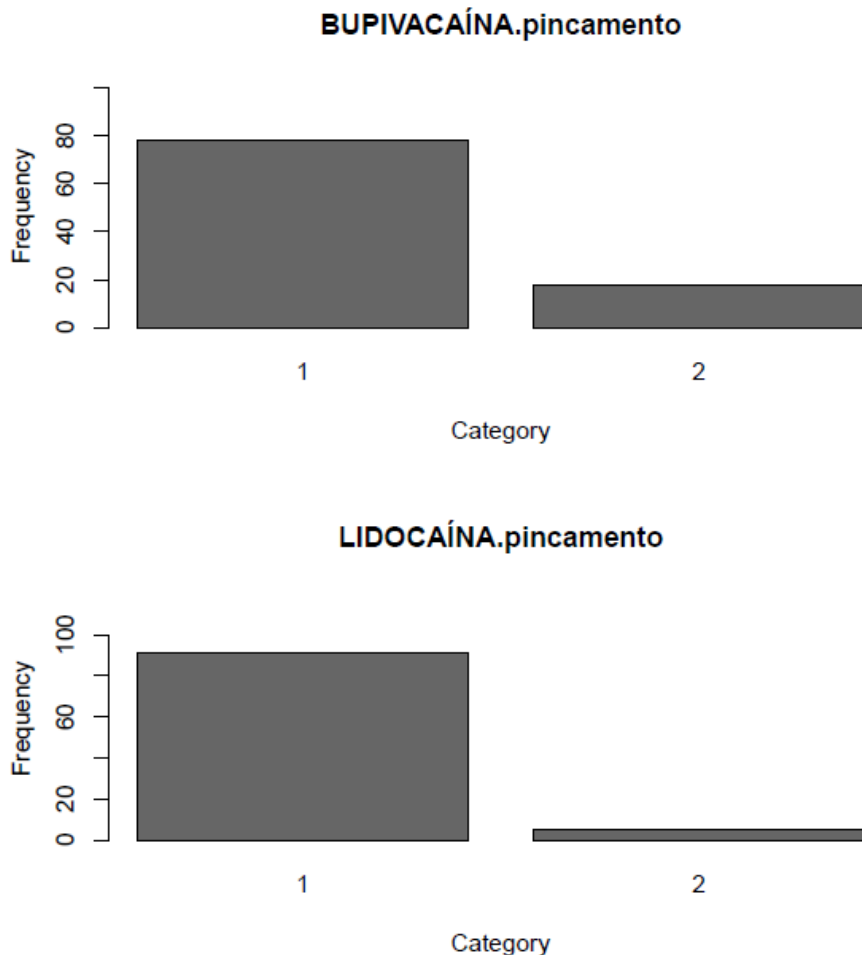
1826



1827

1828 Figura 14. Gráfico de barras da variável pinçamento considerando o fator fármacos, onde 1 é  
1829 resposta negativa ao estímulo e 2 é a resposta positiva ao estímulo.

1830



1831

1832

### CONCLUSÕES

1833 O estudo com a utilização do neuroeletroestimulador se mostrou seguro, demonstrado pela  
1834 ausência de sinais clínicos indicativos de lesão neural. Além da correta aplicação do anestésico,  
1835 esse aparelho permite ainda uma redução da dose de anestésicos locais utilizados, reduzindo  
1836 ainda mais a chance de lesão do nervo devido à neurotoxicidade desse tipo de fármaco.

1837 Os pontos de referência anatômica e o neuroeletroestimulador com corrente de 0,4mA pode ser  
1838 utilizada para localização de nervos periféricos em cães.

1839 A utilização de lidocaína na dose de 4mg/kg, 2% com vasoconstritor ou 1mg/kg de bupivacaína  
1840 a 0,5% na anestesia locorregional mostrou-se uma técnica segura e eficaz na promoção de  
1841 anestesia nos membros torácicos e pélvicos.

1842 **5.3. Experimento 3 – Anestesia locorreional com auxílio de neuroeletroestimulador em**  
1843 **bovinos**

1844 *[Locoregional anesthesia with the help of peripheral nerve locator in bovine]*

1845 **RESUMO**

1846 Intervenções cirúrgicas e alguns procedimentos diagnósticos em bovinos exigem anestesia e  
1847 analgesia adequadas, a fim de garantir a saúde e o bem-estar desses animais. O manejo  
1848 anestésico dessa espécie é simples, todavia, devem ser tomados os devidos cuidados para evitar  
1849 os riscos de regurgitação com aspiração pulmonar. Frequentemente, as técnicas utilizadas nesses  
1850 animais compreendem anestésias locais com ou sem medicação pré-anestésica, sendo a parte  
1851 mais importante do protocolo anestésico. É de extrema importância o estudo de protocolos  
1852 anestésicos que forneçam segurança ao animal e ao médico veterinário, boa analgesia,  
1853 contenção química adequada e, por fim, custo viável. No estudo foram utilizados 30 bovinos de  
1854 ASA I e II, da raça Holandês, machos e fêmeas, distribuídos aleatoriamente em três grupos de  
1855 10 animais cada: G-PP (costo-abdominal), G-T (membros torácicos) e G-P (membros pélvicos).  
1856 Na primeira semana os animais eram bloqueados com a lidocaína e após 15 dias, foram  
1857 bloqueados com bupivacaína. Os resultados mostraram que o uso da bupivacaína apresentaram  
1858 melhores resultados comparado com a lidocaína. No bloqueio foi utilizada um volume de 5mL  
1859 de lidocaína 2% ou bupivacaína no volume de 10mL. Em relação aos bloqueios realizados,  
1860 apenas os bloqueios do nervo tibial e do nervo isquiático não apresentaram resultados  
1861 satisfatórios, quando anestesiados com lidocaína, enquanto que os bloqueios de membro  
1862 torácico tiveram resposta satisfatória.

1863 Palavras-chave: bovino, nervos, bloqueio

1864 **ABSTRACT**

1865 *Surgical and some diagnostic procedures in bovine require proper anesthesia and analgesia in*  
1866 *order to assure the health and welfare of these animals. Anesthetic procedure is simple in*  
1867 *bovine as long as risks of regurgitation and pulmonary aspiration are avoided. In general, the*  
1868 *most frequent technique employed is local anesthesia with or without pre anesthetic medication*  
1869 *which is the most important part of the anesthetic protocol. Therefore, it is imperative that the*  
1870 *study of anesthetic protocols be safe for the animals and the veterinarian, provide good*  
1871 *analgesia, adequate chemical restraint, and viable cost. Thirty male and female Holstein*  
1872 *animals (ASA I and II) were randomly allocated into one of three groups , each consisting of 10*  
1873 *animals: G-PP (costo-abdominal), G-T (thoracic limbs) and G-P (pelvic limbs). During the*  
1874 *first week, the animals were injected with lidocaine, and after 15 days, bupivacaine. Animals*  
1875 *receiving bupivacaine showed better results than with lidocaine. Volumes of 5 mL and 10 mL*  
1876 *were used for nerve blocking with 2% lidocaine and bupivacaine, respectively. All nerve blocks*  
1877 *yielded satisfactory results except for the tibial and sciatic nerves when using lidocaine.*

1878 *Key words: Bovine, nerves, block*

1879

1880

1881

## INTRODUÇÃO

1882 A anestesia geral em ruminantes é considerada problemática, principalmente devido a grande  
1883 possibilidade de refluxo ruminal, o qual pode obstruir a faringe, a traquéia e brônquios,  
1884 causando pneumonia grave e pode levar ao óbito. Este evento se torna mais grave quanto maior  
1885 for o porte do animal.

1886 Bovinos posicionados em decúbito lateral ou dorsal podem ter dificuldade de ventilação, pois as  
1887 vísceras e os equipamentos de contenção comprimem o tórax. O peso das vísceras abdominais  
1888 podem comprimir as veias de maior calibre, diminuindo o retorno venoso e conseqüentemente,  
1889 o débito cardíaco. Também pode ocorrer compressão de nervos e grupos musculares, causando  
1890 paresias na recuperação anestésica. Em todos os decúbitos, é necessária a utilização de um  
1891 colchão ou cama bastante espessa, como forma de minimizar estes traumas (Thurmon *et al.*,  
1892 1996). O risco de miopatia/neuropatia pós-anestésica é comum nos bovinos (Riebold, 1996).

1893 Outro fator importante na anestesia de ruminantes é a sensibilidade desses animais à xilazina,  
1894 dificultando ainda mais a anestesia geral nessas espécies (Taylor, 1991).

1895 Na medicina de bovinos muitos fatores devem ser levados em conta no momento de se escolher  
1896 a técnica anestésica, como: o tipo de procedimento cirúrgico, o local de intervenção, as  
1897 instalações disponíveis, a experiência dos profissionais que realizarão a anestesia e cirurgia, a  
1898 condição física do animal e o custo total do procedimento (Souza *et al.*, 2013).

1899 Muitos procedimentos cirúrgicos em ruminantes podem ser realizados de forma segura e  
1900 humanitária quando associamos a contenção física, com ou sem uma sedação com a anestesia  
1901 regional (Gebeyehua, 2014). É um procedimento considerado simples, pouco custoso, além de  
1902 ter efeito reversível (Edmondson, 2008).

1903

## MATERIAIS E MÉTODOS

1904 Animais

1905 O projeto está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela  
1906 Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMG), tendo sido aprovado na reunião de  
1907 10/12/2013, Protocolo 341/2013.

1908 Foram utilizados 30 bovinos de ASA I e II, da raça Holandês, machos e fêmeas, com peso de  
1909  $263,73 \pm 29,58$ kg, distribuídos aleatoriamente em três grupos de 10 animais cada: G-PP (costo-  
1910 abdominal), G-T (membros torácicos) e G-P (membros pélvicos). Na primeira semana os  
1911 animais eram bloqueados com a lidocaína e após 15 dias, foram bloqueados com bupivacaína.  
1912 Os animais foram submetidos à avaliação do risco cirúrgico e os critérios de exclusão foram:  
1913 recusa do proprietário, animais obesos, infecção no local da injeção e coagulação anormal  
1914 significativa.

1915 O aparelho de neuroeletroestimulação da marca BGE, modelo E2107, fornece corrente alternada  
1916 e uma forma de pulso retangular/exponencial assimétrica. Inicialmente foi utilizada uma  
1917 voltagem de 1,0mA que foi diminuída até 0,4mA com a presença positiva de contração  
1918 muscular. Os sítios sobre ramos de nervos periféricos foram escolhidos de acordo com o tipo de  
1919 cirurgia realizada, onde foram estimulados até a visualização da contração muscular, fenômeno  
1920 que assegura a precisão do local do bloqueio.

- 1921 Bloqueios realizados
- 1922 Bloqueio subescapular do plexo braquial: A agulha foi inserida em sentido craniocaudal paralela  
1923 ao eixo da coluna cervical, entre a escápula e a parede do tórax, a partir da extremidade cranial  
1924 da articulação do ombro, através do músculo braquiocefálico, medial ao músculo subescapular.  
1925 O neuroeletroestimulador é ligado, depois que a agulha penetra na pele. A corrente estimuladora  
1926 de 1mA foi utilizada enquanto a agulha foi introduzida no sentido craniocaudal, seguindo a  
1927 direção do aspecto ventral do músculo escaleno até a obtenção da contração do músculo bíceps  
1928 braquial, associada à flexão do cotovelo. A corrente estimuladora foi gradativamente reduzida  
1929 para 0,4mA e a agulha foi movimentada suavemente. Na corrente de 0,2mA não foi observada  
1930 estimulação.
- 1931 Bloqueio do nervo radial: O músculo braquial foi palpado e pressão craniomedial foi aplicada,  
1932 de modo que o polegar do operador descansasse sobre o eixo do úmero, após deslocamento  
1933 cranial do músculo braquial afastando-o da cabeça lateral do tríceps. A agulha foi inserida  
1934 caudal ao polegar, em ângulo 45°, perpendicular ao eixo maior do úmero, penetrando na cabeça  
1935 lateral do músculo braquial, até que a agulha tocou a superfície caudolateral do úmero. A  
1936 corrente estimuladora foi iniciada com 1mA até a obtenção da resposta e foi diminuída para  
1937 0,4mA. Na corrente de 0,2mA não foi observada estimulação.
- 1938 Bloqueio do nervo ulnar, musculocutâneo e mediano: Após localização dos nervos, a agulha foi  
1939 inserida em ângulo de 45° em direção cranial, perpendicular ao eixo do úmero, com o bisel  
1940 voltado para cima, até tocar na face caudomedial do úmero. O dedo polegar do anestesta  
1941 aplicou pressão sobre o músculo bíceps braquial, afastando-o cranialmente do úmero. A  
1942 neurolocalização foi iniciada com corrente de 1mA, obtendo resposta neuromuscular desejada  
1943 dos nervos ulnar, mediano e musculocutâneo. A corrente estimuladora foi diminuída  
1944 gradativamente até que esteve presente com 0,4mA, mas não com 0,2mA.
- 1945 Bloqueio proximal paravertebral torácica: Os pontos de referência são os processos transversos  
1946 de T13, L1, L2 e L3. A agulha do neuroeletroestimulador foi inserida entre os espaços de T13-  
1947 L1, L1-L2, L2-L3 de forma perpendicular aos processos transversos. Iniciada com corrente de  
1948 1mA, obtendo resposta de contração até 0,4mA.
- 1949 Bloqueio lateral do nervo isquiático: A agulha foi introduzida entre a tuberosidade isquiática e o  
1950 trocânter maior do fêmur, a corrente estimuladora foi de 1mA. A agulha foi introduzida de  
1951 forma perpendicular ao plano cutâneo ou com direção ventrodorsal, inclinada cerca de 45° em  
1952 relação ao plano cutâneo. Reduziu-se a corrente para 0,4mA, onde observou-se resposta de  
1953 flexão do tarso. Na corrente de 0,2mA observou-se ausência de contrações.
- 1954 Bloqueio do nervo tibial: Introduziu-se a agulha na depressão formada entre ambos os ventres  
1955 do músculo gastrocnêmio, caudal a articulação do joelho, em direção ao fêmur. Com corrente  
1956 estimuladora de 1mA, a agulha avançou até que as contrações do músculo gastrocnêmio  
1957 apareceram, ou a flexão do joelho e extensão do tarso. Então, a corrente foi reduzida para  
1958 0,4mA, mantendo a mesma resposta muscular e a ausência dessa resposta com 0,2mA.
- 1959 Protocolo Anestésico
- 1960 Os bovinos foram imobilizados com ajuda de troncos de contenção. No bloqueio foi utilizada  
1961 um volume de 5,0 mL de lidocaína 2% ou bupivacaína 0,5% no volume de 10,0mL. Os

1962 pacientes foram monitorados com estetoscópio. Para a confirmação do bloqueio foi utilizado um  
1963 neuroeletroestimulador e um método de avaliação mecânica.

1964 Parâmetros Avaliados

1965 Avaliação paramétrica em bovinos:

1966 **Frequência cardíaca (FC)** – Avaliada através de auscultação com estetoscópio clínico em  
1967 batimentos por minuto (bpm).

1968 **Frequência respiratória (f)** – Avaliada através de auscultação com estetoscópio clínico em  
1969 movimentos por minuto (mpm).

1970 **Limiar nociceptivo elétrico** - Avaliado pelo uso de eletroestimulador com os eletrodos  
1971 acoplados em dois adesivos de eletrocardiograma em cada área. Foi aplicado um estímulo  
1972 simples em cada área, começando com intensidade de 10 volts, caso não ocorresse uma resposta  
1973 positiva por parte do animal a intensidade era aumentada para 20 volts e o estímulo aplicado  
1974 novamente. A voltagem de corte foi de 80 volts, momento em que se assumiu que havia  
1975 anestesia cirúrgica. As respostas consideradas como positivas foram a movimentação do corpo  
1976 no tronco tentando fugir do estímulo, escoicear e virar a cabeça em direção à região estimulada.  
1977 Contrações musculares sem manifestações de aversão não foram consideradas como respostas  
1978 positivas. Avaliado em M3 e M4.

1979 **Limiar nociceptivo pressórico** – Avaliado pelo uso da mesma pinça (hemostática de Kocher  
1980 número quinze), por um período dez segundos cada, com a pressão exercida até alcançar o  
1981 primeiro dente da cremalheira. Aplicada a uma distância de aproximadamente 10 cm do ponto  
1982 da injeção. Para evitar a laceração da pele pela ação dos pinçamentos, um segmento de equipo  
1983 de fluidoterapia foi cortado e utilizado para recobrir a região denteada da pinça. Avaliado em  
1984 M3 e M4.

1985 Momentos Avaliados

1986 Os parâmetros clínicos foram avaliados antes da realização de qualquer procedimento (M0),  
1987 cinco minutos após a contenção (M1), cinco minutos após a realização do bloqueio (M2), trinta  
1988 minutos após a realização do bloqueio (M3) e 60 minutos após o bloqueio locorregional (M4).  
1989

1990 M0 – avaliação basal

1991 M1 – 5 minutos após a contenção

1992 M2 – 5 minutos após o bloqueio locorregional

1993 M3 – 30 minutos após o bloqueio locorregional

1994 M4 – 60 minutos após o bloqueio locorregional

1995

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

1996 A anestesia é uma consideração importante na pecuária em relação aos  
1997 procedimentos cirúrgicos. Nestes animais, um equilíbrio deve ser alcançado  
1998 entre a necessidade de atenuar o desconforto e as limitações econômicas da produção. Além  
1999 disso, dilemas morais e éticos têm aumentado entre os consumidores e estas preocupações têm  
2000 estimulado o interesse de voltar examinar os métodos utilizados para alcançar os objetivos  
2001 comuns de produção humana de produtos de origem animal, acessíveis seguros para consumo  
2002 humano. A administração de fármacos para atenuar a dor é variável entre os veterinários.  
2003 Em uma pesquisa de práticas de veterinários canadenses em relação ao uso de analgésicos na

2004 pecuária, bezerros de corte receberam anestesia/analgesia em menos de 6,9% dos procedimentos  
 2005 cirurgicos em comparação com 18,7% de bezerros leiteiros com média de 6 meses (Hewson *et*  
 2006 *al.*, 2007).

2007 Na análise estatística, a voltagem mediana dos grupos de bovinos que receberam bupivacaína  
 2008 foram semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ), independentemente do bloqueio ou momento utilizado.  
 2009 Contudo, a voltagem mediana dos grupos que receberam Lidocaína nos bloqueios isquiático e  
 2010 tibial nos momentos 3 e 4 (M3 e M4) foram semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ), porém inferiores ( $P$   
 2011  $< 0,05$ ) a todos os demais grupos avaliados (Tab. 14).

2012 Tabela 14. Teste de Kruskal Wallis para comparação entre os grupos avaliados considerando  
 2013 5% de significância

<b>Grupos</b>	<b>Rank.médio</b>	<b>Índice</b>
<b>Isquiático.M4.Bupivacaína</b>	140.50	a
<b>MMU.M3.Bupivacaína</b>	140.50	a
<b>MMU.M3.Lidocaína</b>	140.50	a
<b>MMU.M4.Bupivacaína</b>	140.50	a
<b>MMU.M4.Lidocaína</b>	140.50	a
<b>Para.M4.Bupivacaína</b>	140.50	a
<b>Radial.M4.Bupivacaína</b>	140.50	a
<b>Radial.M4.Lidocaína</b>	140.50	a
<b>Plexo.M4.Bupivacaína</b>	130.85	a
<b>Para.M3.Bupivacaína</b>	128.40	ab
<b>Isquiático.M3.Bupivacaína</b>	126.56	ab
<b>Tibial.M3.Bupivacaína</b>	126.56	ab
<b>Tibial.M4.Bupivacaína</b>	126.56	ab
<b>Radial.M3.Bupivacaína</b>	124.57	ab
<b>Para.M4.Lidocaína</b>	120.20	ab
<b>Plexo.M4.Lidocaína</b>	120.20	ab
<b>Radial.M3.Lidocaína</b>	117.25	ab
<b>Plexo.M3.Lidocaína</b>	110.55	ab
<b>Plexo.M3.Bupivacaína</b>	99.45	b

<b>Para.M3.Lidocaína</b>	97.95	b
<b>Isquiático.M4.Lidocaína</b>	45.40	c
<b>Tibial.M4.Lidocaína</b>	37.05	c
<b>Isquiático.M3.Lidocaína</b>	32.40	c
<b>Tibial.M3.Lidocaína</b>	30.90	c

2014 Em todos os animais foi observada a contração muscular na região costoadominal, mais  
2015 intensa em 1,0mA e ausente em 0,2mA.

2016 Os níveis do bloqueio isquiático e do fármaco bupivacaína serão as bases para as comparações.

2017 Desse modo, a chance estimada de um animal ter um pinçamento positivo no bloqueio dos  
2018 nervos musculocutâneo, mediano e ulnar é aproximadamente zero vezes a chance estimada de  
2019 um animal ter o mesmo estímulo no bloqueio isquiático indiferentemente do fármaco que será  
2020 aplicado.

2021 A mesma interpretação pode ser inferida para os bloqueios paravertebral, plexo braquial e  
2022 radial, ou seja, a chance estimada de um animal ter um pinçamento positivo no bloqueio  
2023 paravertebral é aproximadamente zero vezes, quando comparado com a possibilidade de um  
2024 animal ter o mesmo estímulo no bloqueio isquiático indiferentemente do fármaco que será  
2025 aplicado.

2026 No entanto, quanto ao bloqueio tibial, a chance estimada de um animal ter um pinçamento  
2027 positivo é duas vezes a chance estimada de um animal ter o mesmo estímulo no bloqueio  
2028 isquiático indiferentemente do fármaco que será aplicado (Tab. 15).

2029 Tabela 15. Razão de chances (RC) e intervalos HPD considerando 95% de probabilidade para  
2030 os fatores Bloqueio e Fármaco

<b>Fatores</b>	<b>RC</b>	<b>Intervalos HPD Inferior</b>	<b>Intervalos HPD Superior</b>
<b>MMU vs ISQUIÁTICO</b>	0.00	0.00	0.00
<b>PARA vs ISQUIÁTICO</b>	0.00	0.00	0.00
<b>PLEXO vs ISQUIÁTICO</b>	0.01	0.00	0.08
<b>RADIAL vs ISQUIÁTICO</b>	0.00	0.00	0.00
<b>TIBIAL vs ISQUIÁTICO</b>	2.14	0.44	6.51

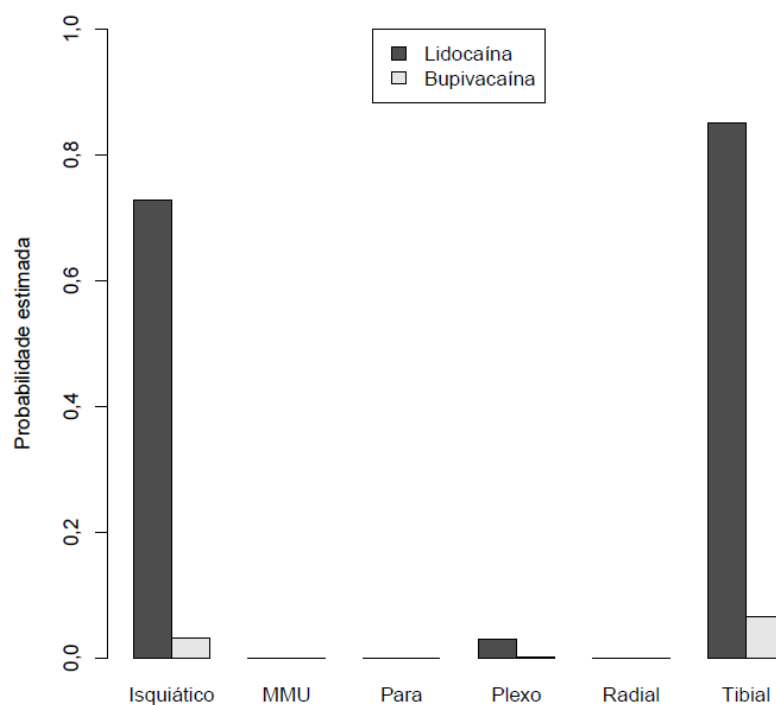
<b>LIDOCAÍNA vs BUPIVACAÍNA</b>	80.64	8.15	365.85
-------------------------------------	-------	------	--------

2031 No tocante ao fármaco, a chance de um animal ter um pinçamento positivo com a lidocaína é de  
2032 aproximadamente 81 vezes a chance estimada de um animal ter o mesmo estímulo recebendo  
2033 bupivacaína.

2034 A lidocaína é o fármaco de escolha para bloqueios regionais, principalmente em manipulações  
2035 reprodutivas, devido ao seu rápido início e curta duração da analgesia. No entanto, a duração da  
2036 analgesia após a administração da lidocaína pode ser inadequada para alguns procedimentos  
2037 cirúrgicos e para o alívio da dor pós-operatória. Segundo Versal e colaboradores (2013), a  
2038 utilização da bupivacaína produz melhores efeitos na anestesia regional.

2039 Para avaliar os dados segundo os bloqueios realizou-se termos de probabilidades individuais  
2040 (Fig. 15).

2041 Figura 15. Probabilidade estimada de um animal reagir positivamente ao pinçamento de acordo  
2042 com os bloqueios e fármacos utilizados

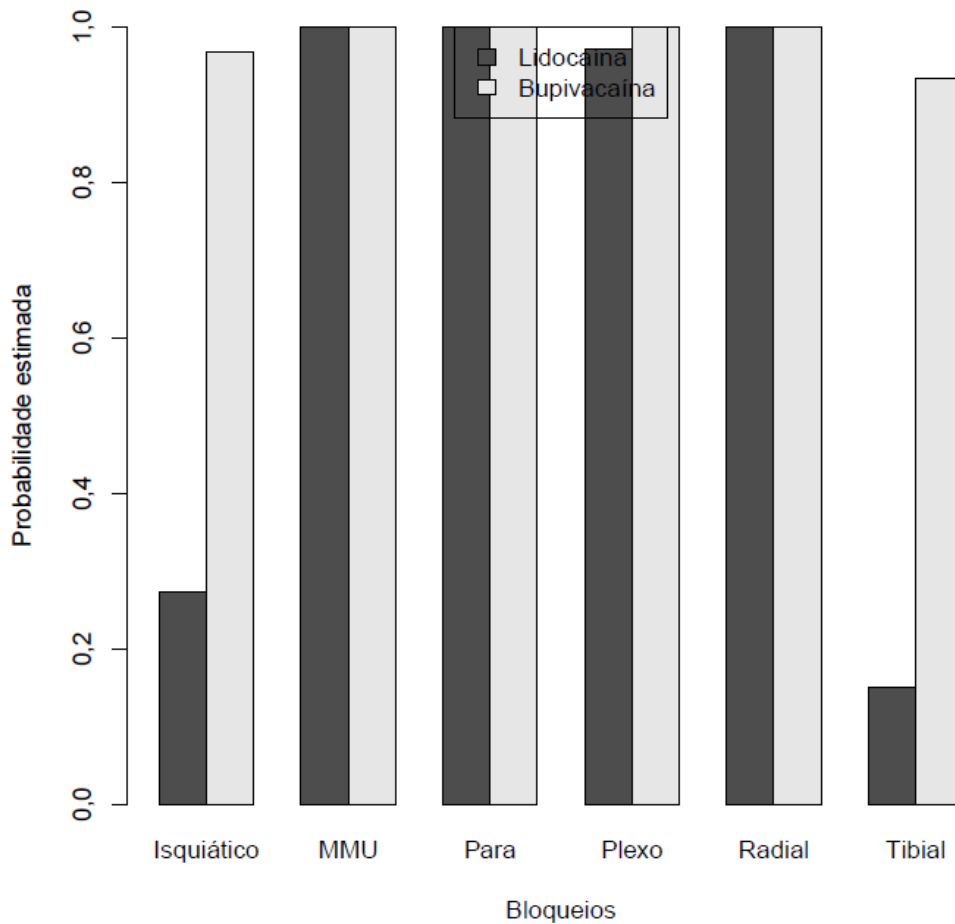


2043

2044 Segundo Baader e Herrmann (2003), o conjunto de nervos pélvicos em humanos é um sistema  
2045 difícil de ser localizado, precisamente devido a sua minúscula estrutura, profundidade e a pélvis  
2046 estreita. Porém em ruminantes o conjunto de nervos pélvicos utilizados em bloqueios  
2047 locorreionais podem ser bem visualizados, pois mesmo sendo muito profundo, sua estrutura é  
2048 significativamente grande. A dissecação e a utilização de um neuroeletroestimulador fornecem  
2049 informações necessárias para o sucesso do bloqueio. Infelizmente as estruturas bloqueadas

2050 (Nervo Tibial e Nervo Isquiático), com baixa dosagem não se mostraram eficazes no bloqueio,  
2051 principalmente devido ao tamanho das fibras do nervo (Fig. 15, 16, 17, 18 e 19).

2052 Figura 16. Probabilidade estimada de um animal reagir negativamente ao pinçamento de acordo  
2053 com os bloqueios e fármacos utilizados



2054

2055 Em humanos recomenda-se o bloqueio isquiático associado com o bloqueio do nervo femoral  
2056 (David *et al.*, 2004). Pois ambos são responsáveis pela inervação dos mesmos grupos  
2057 musculares e das mesmas articulações. No experimento realizado, foi utilizado apenas o  
2058 bloqueio do nervo isquiático.

2059 Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) entre os fatores para a variável FC (Tab. 16). Quanto à  
2060 variável FR, houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) apenas do fator fármaco (Tab. 17).

2061

2062

2063

2064 Tabela 16. Análise de variância da Frequência Cardíaca

Fatores	Df	Sum Sq	Mean Sq	Fvalue	Pr()
<b>FÁRMACO</b>	1	64.92	64.92	1.36	0.25
<b>MOMENTO</b>	4	142.47	35.62	0.74	0.56
<b>FÁRMACO:MOMENTO</b>	4	232.98	58.25	1.22	0.30
<b>Resíduo</b>	252	12061.60	47.86		

2065 Tabela 17. Análise de variância da Frequência Respiratória

Fatores	Df	Sum Sq	Mean Sq	Fvalue	Pr()
<b>FÁRMACO</b>	1	383.37	383.37	5.86	0.02
<b>MOMENTO</b>	4	265.34	66.34	1.01	0.40
<b>FÁRMACO:MOMENTO</b>	4	78.25	19.56	0.30	0.88
<b>Resíduo</b>	258	16884.45	65.44		

2066 Estatisticamente o resultado obtido conclui que a FR em animais que receberam lidocaína é  
 2067 significativamente maior quando comparado com os que receberam bupivacaína (Tab. 18).  
 2068 Porém a diferença entre os parâmetros de lidocaína e bupivacaína foi muito pequena e a maioria  
 2069 está dentro dos limites de normalidade fisiológica. Provavelmente essa alteração se deve a  
 2070 diferenças do perfil do animal e a fatores externos.

2071 Tabela 18. Média e Erro padrão (EP) da variável Frequência Respiratória

Fármacos	Média	EP	Índice
<b>Bupivacaína</b>	31	0.66	B
<b>Lidocaína</b>	34	0.66	A

2072

2073

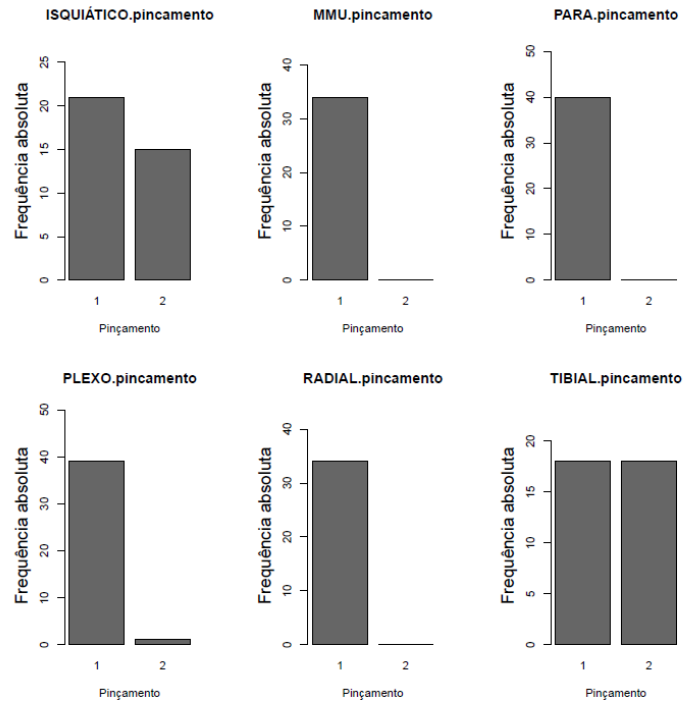
2074

2075

2076

2077

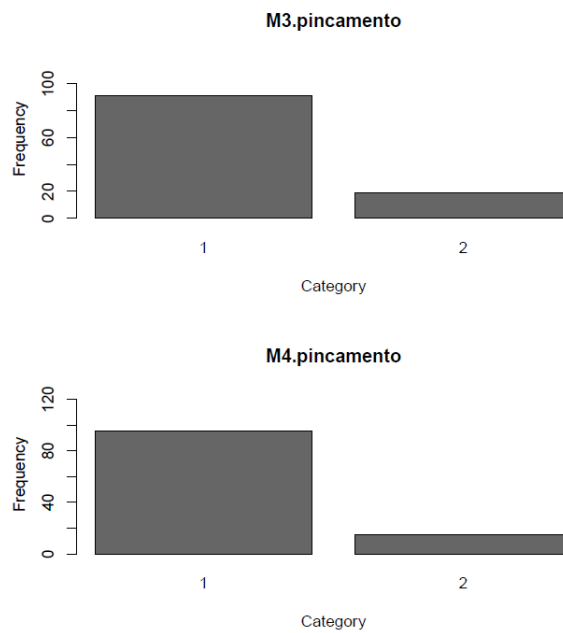
2078 Figura 17. Gráfico de barras da variável pinçamento considerando o fator bloqueio, onde 1 é  
 2079 resposta negativa ao estímulo e 2 é a resposta positiva ao estímulo.



2080

2081 Figura 18. Gráfico de barras da variável pinçamento considerando o fator momento, onde 1 é  
 2082 resposta negativa ao estímulo e 2 é a resposta positiva ao estímulo.

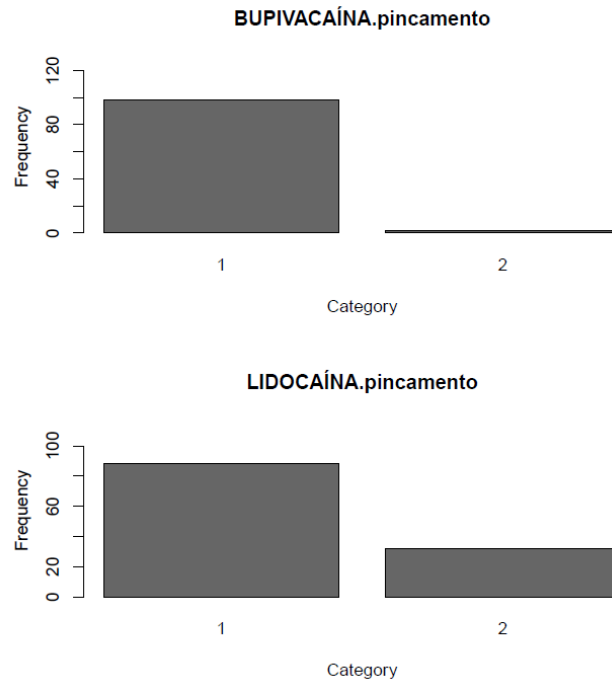
2083



2084

2085 Figura 19. Gráfico de barras da variável pinçamento considerando o fator fármaco, onde 1 é  
2086 resposta negativa ao estímulo e 2 é a resposta positiva ao estímulo.

2087



2088

2089

### CONCLUSÕES

2090 Do exposto, conclui-se que a escolha do procedimento anestésico a ser empregado deve ser  
2091 realizada de acordo com a espécie a ser anestesiada, o nervo a ser anestesiado e procedimento  
2092 cirúrgico. Já que existem diferenças marcantes entre ruminantes e outras espécies, quanto à  
2093 fisiologia e à susceptibilidade aos fármacos, que precisam ser considerados sempre.

2094 Conclui-se que usando os pontos de referência anatômico, associada ao neuroeletroestimulador  
2095 com uma corrente de estimulação de 0,4mA e a ausência de resposta muscular em 0,2mA, pode  
2096 ser usada para localização de nervos periféricos, bem como nervos espinhais torácicos em  
2097 bovinos.

2098 A utilização da bupivacaína apresentou melhores efeitos nos bloqueios, principalmente em  
2099 membros pélvicos, quando comparados com a lidocaína.

2100

2101

2102

2103

2104

2105 **5.4. Experimento 4 – Comparação de diferentes volumes de lidocaína em bloqueios**  
2106 **locorreionais de membro pélvico em bovinos**

2107 *[Comparison of different volumes of lidocaine in locoregional anesthesia in the bovine*  
2108 *hindlimb]*

2109 **RESUMO**

2110 Intervenções cirúrgicas e certos procedimentos diagnósticos em bovinos exigem anestesia e  
2111 analgesia adequadas, a fim de garantir a saúde e o bem-estar desses animais. Além disso, esses  
2112 animais não podem receber grandes volumes de anestésicos locais, devido à toxicidade desses  
2113 fármacos e também a proibição do consumo de carne e leite quando esse tipo de anestésico é  
2114 utilizado. Frequentemente as técnicas utilizadas nesses animais compreendem anestésias locais  
2115 com ou sem medicação pré-anestésica, sendo a parte mais importante do protocolo anestésico. É  
2116 de extrema importância o estudo de protocolos anestésicos que forneçam segurança ao animal,  
2117 ao médico veterinário, boa analgesia, contenção química adequada e, por fim, custo viável.  
2118 Além disso, qualidade e segurança alimentar dos produtos de origem animal para a população.  
2119 No estudo foram utilizados 10 bovinos de ASA I e II, da raça Holandês, machos e fêmeas.  
2120 Todos os animais receberam lidocaína no volume de 5 mL e 10 mL nos bloqueios de nervo  
2121 isquiático e tibial, o intervalo de cada bloqueio foi de 1 semana. Os resultados mostraram que o  
2122 uso da Lidocaína no volume de 10 mL apresentaram melhores resultados quando comparado  
2123 com a Lidocaína de 5 mL, principalmente na qualidade dos bloqueios. No entanto, os animais  
2124 que receberam um volume maior apresentaram valores de FC e FR significativamente menores.

2125 Palavras-chaves: Ruminantes, anestésico local e produtos de origem animal

2126 **ABSTRACT**

2127 *Surgical and some diagnostic procedures in bovine require proper anesthesia and analgesia in*  
2128 *order to assure the health and welfare of these animals. Furthermore, it is not suitable that*  
2129 *these animals receive great volumes of local anesthetics due to the toxicity of the drugs and to*  
2130 *the prohibition of meat and milk consumptions when this type of anesthetic is employed. . In*  
2131 *general, the most frequent technique employed is local anesthesia with or without pre anesthetic*  
2132 *medication which is the most important part of the anesthetic protocol. Therefore, it is*  
2133 *imperative that the study of anesthetic protocols be safe for the animals and the veterinarian,*  
2134 *provide good analgesia, adequate chemical restraint, viable cost, as well as to assure food*  
2135 *quality and safety of the animal products for the human population. A total of ten male and*  
2136 *female Holstein animals (ASA I and II) were injected with 5 mL and 10 mL of lidocaine for the*  
2137 *sciatic and tibial nerves; the interval of each block was one week. The results demonstrated*  
2138 *that the use of 10 mL lidocaine rendered better results when compared to 5 mL lidocaine,*  
2139 *especially as to the blocking quality. However, the animals injected with 10 mL showed*  
2140 *significant lower values for CF and RF.*

2141 *Key words: Ruminant, local anesthetic, animal products*

2142 **INTRODUÇÃO**

2143 Os anestésicos locais, principalmente a lidocaína, impedem a propagação dos potenciais de ação  
2144 ao longo dos axônios do nervo através do bloqueio reversível dos canais de Na<sup>+</sup>. Estes  
2145 anestésicos podem ser injetados na área perineural dos principais nervos para produzir anestesia  
2146 regional. Os anestésicos locais bloqueiam fibras nervosas na seguinte ordem: fibras beta (motor,

2147 toque) > fibras C não mielinizadas (dor, temperatura) > A fibras (motor, propriocepção) com a  
2148 intensidade da percepção de diminuição na ordem de dor > frio > calor > toque > pressão  
2149 profunda (Lin, 2014).

2150 Em ruminantes domésticos, muitos procedimentos cirúrgicos são realizados com segurança e de  
2151 forma indolor com a utilização da anestesia local ou regional. Todos anestésicos locais têm  
2152 estruturas moleculares com propriedades físicas semelhantes. A maioria destes medicamentos  
2153 são amins terciárias fracamente básicas, e que estão geralmente disponíveis como soluções  
2154 ácidas ou sais solúveis em água. O sal de ácido é neutralizado no tecido, dissociando a base em  
2155 forma de fármaco, que, em seguida, penetra na membrana celular e interrompe a propagação do  
2156 potencial de ação. Portanto, os anestésicos locais são menos eficazes no tecido inflamado com  
2157 pH inferior (Lin, 2014).

2158 A lidocaína em solução injetável de 2% é o único anestésico local aprovado pela Food and Drug  
2159 Administration (FDA) para usar em gado. Ele está aprovado para a administração epidural com  
2160 um volume máximo de 15,0 ml ou bloqueios de nervos com o volume de até 20,0 ml. No  
2161 entanto, os profissionais costumam usar volumes muito maiores de lidocaína para o bloqueio  
2162 paravertebral, L invertido, ou outras infiltrações locais em bovinos (Smith, 2013).

2163 Segundo Craigmill e colaboradores (1997) as concentrações de lidocaína no leite podem ser  
2164 medidas por até 48 horas após a administração no bloqueio L invertido. Das 9 vacas neste  
2165 estudo, 3 apresentaram concentrações de lidocaína mensuráveis no leite para até 36 horas e 3  
2166 tinham concentrações mensuráveis por 48 horas. Nenhuma das vacas tinham concentrações  
2167 detectáveis em 60 horas. Com base nestes dados, o consumo de carne bovina deve ser de quatro  
2168 dias e leite deve ser despejado três dias após a administração de lidocaína (particularmente com  
2169 grandes volumes). Quando o volume de lidocaína é inferior a 10 mL os intervalos para consumo  
2170 de carne e leite serão de 24 horas.

2171 Para alcançar o sucesso de um bloqueio locorreional, deve-se administrar a dose correta do  
2172 anestésico local correto no sítio perineural correto (Skarda e Tranquilli, 2007; Marhofer *et al.*,  
2173 2010).

2174 Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar dois protocolos anestésicos (5,0mL e 10,0mL  
2175 de lidocaína), considerando a segurança do animal, médico veterinário, custo viável e  
2176 principalmente a qualidade de alimentos de origem animal.

## 2177 **MATERIAIS E MÉTODOS**

2178 Animais

2179 O projeto está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela  
2180 Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMG), tendo sido aprovado na reunião com  
2181 Protocolo 341/2013.

2182 No experimento, foram utilizados 10 bovinos de ASA I e II, da raça Holandês, machos e  
2183 fêmeas. Os animais foram submetidos à avaliação do risco cirúrgico e os critérios de exclusão  
2184 foram: recusa do proprietário, animais obesos, infecção no local da injeção e coagulação  
2185 anormal significativa.

2186 O aparelho de neuroeletroestimulação da marca BGE, modelo E2107, fornece corrente alternada  
2187 e uma forma de pulso retangular/exponencial assimétrica. Inicialmente foi utilizada uma  
2188 voltagem de 1,0mA que foi diminuída até 0,4mA com a presença positiva de contração  
2189 muscular. Os sítios sobre ramos de nervos periféricos foram escolhidos de acordo com o tipo de  
2190 cirurgia realizada, onde foram estimulados até a visualização da contração muscular, fenômeno  
2191 que assegura a precisão do local do bloqueio.

2192 Bloqueios realizados

2193 Bloqueio lateral do nervo isquiático: A agulha foi introduzida entre a tuberosidade isquiática e o  
2194 trocânter maior do fêmur, a corrente estimuladora foi de 1 mA. A agulha foi introduzida de  
2195 forma perpendicular ao plano cutâneo ou com direção ventrodorsal, inclinada cerca de 45° em  
2196 relação ao plano cutâneo. Reduziu a corrente para 0,4mA, onde observou-se resposta de flexão  
2197 do tarso. Na corrente de 0,2mA observou-se ausência de contrações.

2198 Bloqueio do nervo tibial: Introduzir a agulha na depressão formada entre ambos os ventres do  
2199 músculo gastrocnêmio, caudal a articulação do joelho, em direção ao fêmur. Com corrente  
2200 estimuladora de 1mA, a agulha deve avançar até que as contrações do músculo gastrocnêmio  
2201 apareçam, ou a flexão do joelho e extensão do tarso. Então, a corrente foi reduzida para 0,4mA,  
2202 mantendo a mesma resposta muscular e a ausência dessa resposta com 0,2mA.

2203 Protocolo Anestésico

2204 Os bovinos foram imobilizados com ajuda de troncos de contenção. No bloqueio foi utilizada  
2205 um volume de 5,0 mL de lidocaína 2% e após uma semana 10,0 mL de lidocaína 2%, ambas  
2206 com vasoconstritor. Os pacientes foram monitorados com estetoscópio. Para a confirmação do  
2207 bloqueio foram utilizadas avaliações nociceptiva elétrica e pressórica.

2208 Parâmetros Avaliados

2209

2210 Avaliação paramétrica em bovinos:

2211 **Frequência cardíaca (FC)** – Avaliada através de auscultação com estetoscópio clínico em  
2212 batimentos por minuto (bpm).

2213 **Frequência respiratória (f)** – Avaliada através de auscultação com estetoscópio clínico em  
2214 movimentos por minuto (mpm).

2215 **Limiar nociceptivo elétrico** - Avaliado pelo uso de eletroestimulador com os eletrodos  
2216 acoplados às duas agulhas em cada área. Foi aplicado um estímulo simples em cada área,  
2217 começando com intensidade de 10 volts, caso não ocorresse uma resposta positiva por parte do  
2218 animal a intensidade era aumentada para 20 volts e o estímulo aplicado novamente. A voltagem  
2219 de corte foi de 80 volts, momento em que se assumiu que havia anestesia cirúrgica. As respostas  
2220 consideradas como positivas foram o movimentar o corpo no tronco tentando fugir do estímulo,  
2221 escoicear em bovinos e virar a cabeça em direção à região estimulada. Contrações musculares  
2222 sem manifestações de aversão não foram consideradas como respostas positivas. Avaliado em  
2223 M3 e M4.

2224 **Limiar nociceptivo pressórico** – Avaliado pelo uso da mesma pinça (hemostática de Kocher  
2225 número quinze), por um período dez segundos cada, com a pressão exercida até alcançar o  
2226 primeiro dente da cremalheira. Aplicada a uma distancia de aproximadamente 10 cm do ponto  
2227 da injeção. Para evitar a laceração da pele pela ação dos pinçamentos, um segmento de equipo

2228 de fluidoterapia foi cortado e utilizado para recobrir a região denteada da pinça. Avaliado em  
2229 M3 e M4.

2230 Momentos Avaliados

2231 Os parâmetros clínicos foram avaliados antes da realização de qualquer procedimento (M0),  
2232 cinco minutos após a contenção (M1), cinco minutos após a realização do bloqueio (M2), trinta  
2233 minutos após a realização do bloqueio (M3) e 60 minutos após o bloqueio locorregional (M4).

2234

2235 M0 – avaliação basal

2236 M1 – 5 minutos após a contenção

2237 M2 – 5 minutos após o bloqueio locorregional

2238 M3 – 30 minutos após o bloqueio locorregional

2239 M4 – 60 minutos após o bloqueio locorregional

## 2240 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2241 Não foram verificados desvios de normalidade e heterocedasticidade das variáveis FC e FR.

2242 Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) entre os fármacos para a variável FC e FR (Tab. 19 e 20  
2243 respectivamente).

2244 Tabela 19. Análise de variância da variável FC (frequência cardíaca) – base Lidocaína 5 mL vs  
2245 10 mL

Fatores	Df	Sum Sq	Mean Sq	Fvalue	Pr()
<b>FÁRMACO</b>	1	211,40	211,40	4,32	0,04
<b>MOMENTO</b>	4	86,29	21,57	0,44	0,78
<b>FÁRMACO:MOMENTO</b>	4	101,29	25,32	0,52	0,72
<b>Resíduo</b>	86	4208,36	48,93		

2246 Tabela 20. Análise de variância da variável FR (frequência respiratória) – base Lidocaína 5 mL  
2247 vs 10 mL

Fatores	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr()
<b>FÁRMACO</b>	1	1411,58	1411,58	28,76	0,00
<b>MOMENTO</b>	4	102,27	25,57	0,52	0,72
<b>FÁRMACO:MOMENTO</b>	4	412,51	103,13	2,10	0,09
<b>Resíduo</b>	80	3926,80	49,09		

2248 Através da análise de Média e Erro padrão da média (EP) das variáveis FC e FR, conclui-se que  
2249 essas variáveis nos bovinos que receberam lidocaína no volume de 5,0 mL é significativamente  
2250 maior quando comparado aqueles que receberam 10,0 mL de Lidocaína (Tab. 21 e 22).

2251 Tabela 21. Média e Erro padrão da média (EP) da variável Frequência Cardíaca – base  
2252 Lidocaína 5mL vs 10 mL

Fármacos	Média	EP	Índice
<b>Lidocaína 5 mL</b>	70	1,03	A
<b>Lidocaína 10 mL</b>	67	1,03	B

2253

2254 Tabela 22. Média e Erro padrão da média (EP) da variável Frequência Respiratória – base  
 2255 Lidocaína 5 mL vs 10 mL

Fármacos	Média	EP	Índice
Lidocaína 5 mL	39	1,11	A
Lidocaína 10 mL	31	1,11	B

2256 Segundo Lemke (2007), após a administração da lidocaína é necessário permanecer atento aos  
 2257 seus efeitos secundários, principalmente a depressão respiratória e a bradicardia. Foi observado  
 2258 no estudo quanto maior a dose empregada (10,0 mL) obtiveram menores valores de frequência  
 2259 respiratória, bem como frequência cardíaca.

2260 Na análise de deviance da variável pinçamento, houve efeito significativo ( $P < 0.05$ ) apenas no  
 2261 fator fármaco (Tab. 23).

2262 Tabela 23. Análise de deviance da variável pinçamento

FATORES	LR Chisq	Df	P-valor
Bloqueio	0.102	1	0.749
Momento	0.864	1	0.353
Fármaco	26.713	1	0.000
Bloqueio:Momento	0.168	1	0.682
Bloqueio:Fármaco	0.077	1	0.781
Momento:Fármaco	0.511	1	0.475
Bloqueio:Momento:Fármaco	0.093	1	0.761

2263 A chance de um animal ter um pinçamento positivo com a lidocaína 5,0 mL é de  
 2264 aproximadamente 65,2 vezes a chance estimada de um animal ter o mesmo estímulo recebendo  
 2265 lidocaína 10,0 mL (Tab. 24 e Fig.20).

2266 Tabela 24. Razão de chances (RC) e intervalos de confiança considerando 95% de probabilidade  
 2267 para Lidocaína 5,0 mL vs 10,0 mL

FATORES	RC	Intervalos HPD Inferior	Intervalos HPD Superior
Lidocaína 5 mL vs 10 mL	65.2	13.6774787529559	310.768903029629

2268 A voltagem mediana dos grupos de bovinos que receberam Lidocaína no volume de 10,0 mL,  
 2269 foram semelhantes entre si, independente do bloqueio ou momento utilizado. Contudo, a  
 2270 voltagem mediana dos grupos que receberam Lidocaína no volume de 5,0 mL foram  
 2271 semelhantes entre si, porém inferiores ao outro grupo observado (Tab. 25).

2272 Tabela 25. Teste de Kruskal Wallis para comparação entre os grupos avaliados considerando  
 2273 5% de significância, considerando lidocaína 5,0 mL e 10,0 mL

GRUPOS	Rank.médio	Índice
Tibial.M4.Lido10	57.35	A
Tibial.M3.Lido10	55.30	A
Isquiático.M3.Lido10	53.85	A
Isquiático.M4.Lido10	53.85	A
Tibial.M4.Lido5	29.75	B

<b>Isquiático.M4.Lido5</b>	27.10	B
<b>Tibial.M3.Lido5</b>	25.10	B
<b>Isquiático.M3.Lido5</b>	21.70	B

2274

2275 O nervo isquiático é o maior nervo do corpo, continuando até a extremidade distal do membro.  
 2276 Deriva suas fibras basicamente dos ramos ventrais do último nervo lombar e do primeiro e  
 2277 segundo componentes sacrais do tronco-sacral (Sisson e Grossman, 1986; König e Liebich,  
 2278 2011).

2279 Este nervo encontra-se distalmente ao tronco lombossacral, através do forame isquiático maior,  
 2280 ele sai da cavidade pélvica e passa entre os músculos glúteos médio e profundo, antes de dirigir-  
 2281 se para a coxa, caudal a articulação do quadril, onde fica protegido pelo trocanter maior do  
 2282 fêmur; em seguida corre lateralmente ao bíceps femoral da coxa. Ao nível do trocanter maior do  
 2283 fêmur o nervo isquiático libera diversos ramos de vários tamanhos e espessuras que inervam os  
 2284 músculos semitendinoso, semimembranoso e gluteobíceps. Inervam também o músculo  
 2285 obturador interno, gêmeos e quadrado da coxa, além de inervar a área cutânea na superfície  
 2286 caudal da coxa (Sisson e Grossman, 1986; König e Liebich, 2011).

2287 Já o nervo tibial emerge das raízes sacrais do tronco lombossacral. Seguindo-se à sua separação  
 2288 do nervo fibular, próximo ao meio da coxa, emite ramos musculares proximais importantes para  
 2289 as cabeças pélvicas dos músculos caudais da coxa, atinge a perna e passa entre as duas cabeças  
 2290 do músculo gastrocnêmio. Inerva o músculo gastrocnêmio, as três cabeças do músculo flexor  
 2291 digital profundo e superficial e o músculo poplíteo. Ele desce ainda entre a porção lateral do  
 2292 músculo gastrocnêmio e o músculo flexor superficial dos dedos e no terço distal da perna, situa-  
 2293 se cranialmente ao tendão calcânhar comum (Sisson e Grossman, 1986; König e Liebich, 2011).

2294 Esses dois nervos são considerados os mais calibrosos em bovinos. De acordo com o  
 2295 experimento realizado, eles necessitam de um volume maior de lidocaína para que o bloqueio  
 2296 seja eficaz.

2297 Em humanos recomenda-se o bloqueio isquiático associado com o bloqueio do nervo femoral  
 2298 (David *et al.*, 2004). Pois ambos são responsáveis pela inervação dos mesmos grupos  
 2299 musculares e das mesmas articulações. No experimento realizado utilizamos apenas o bloqueio  
 2300 do nervo isquiático, pois em bovinos a origem do nervo femoral é L4-L5, enquanto que o nervo  
 2301 isquiático é L5-S2 e a área dos dermatomos de ambos os nervos são diferentes, apenas a área da  
 2302 articulação femuro-tibial é a mesma para ambos os nervos.  
 2303

2304

2305

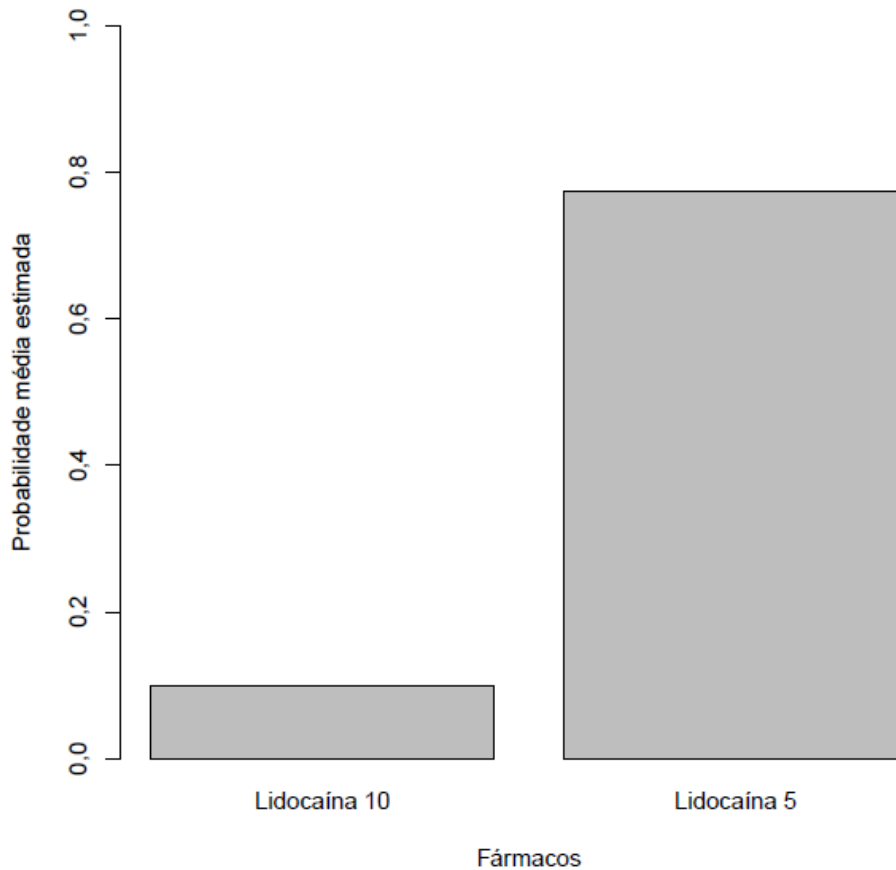
2306

2307

2308

2309

2310 Figura 20. Probabilidade estimada de um animal reagir positivamente ao pinçamento de acordo  
2311 com as doses utilizadas



2312

2313

## CONCLUSÕES

2314 Foi possível constatar que na espécie bovina, o bloqueio anestésico de nervos isquiático e tibial  
2315 com a utilização de um neuroeletroestimulador, necessitam de um volume maior de Lidocaína  
2316 (10,0 mL), oferecendo uma melhor analgesia da região que os nervos inervam, devido ao calibre  
2317 de ambos os nervos.

2318

## 6. CONCLUSÕES GERAIS

2320 Com o mapeamento comparativo de nervos periféricos em caninos e bovinos, foi permitida a  
2321 facilidade na localização anatômica para deposição de anestésicos.

2322 A utilização do neuroeletroestimulador permite a localização de forma segura e próxima dos  
2323 nervos, reduzindo a dose dos anestésicos locais empregados.

2324 Esta contribuição é de muita importância na eficácia dos bloqueios bem como na economia e  
2325 segurança da anestesia locorregional.

2326 **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 2327 AZZE, R. J. ; MATTAR JR, R. Doença reumatóide - Visão do ortopedista cirurgião da mão.  
2328 *Atualização em Traumatologia do Aparelho Locomotor*, São Paulo, n. 7, p. 27, 2000.
- 2329 BAADER, B.; HERRMANN, M. Topography of the pelvic autonomic nervous system and its  
2330 potential impact on surgical intervention in the pelvis. *Clinical anatomy*, v. 16, n. 2, p. 119-130,  
2331 2003.
- 2332 BEECHER, H. K. The measurement of pain: prototype for the quantitative study of subjective  
2333 responses. *Pharmacology Reviews*. v.9, p.59–209, 1957.
- 2334 BENHAMOU, D. Axillary plexus block using multiple nerve stimulation: a European view.  
2335 *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, v. 26, n. 6, p.495–498, 2001.
- 2336 BORGES, A. S.; FEITOSA, F. L. F. *Semiologia do sistema nervoso de grandes animais*.  
2337 FEITOSA, FLF *Semiologia veterinária—A arte do diagnóstico*. São Paulo: Roca, p. 506-526,  
2338 2004.
- 2339 BRAGA, E. Q. *Estimulação da resposta evocada a estimulação somatossensorial elétrica*  
2340 *senoidal de 5Hz e 2kHz, utilizando wavelets e análise em componentes independentes*,  
2341 Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade  
2342 Federal de Minas Gerais, 2007.
- 2343 BREEN, P.; PARK, K. W. General anesthesia versus regional anesthesia. *International*  
2344 *anesthesiology clinics*, v. 40, n. 1, p. 61-71, 2002.
- 2345 BUDRAS, K. D.; McCARTHY, P. H.; FRICKE, W.; RICHTER, R. *Anatomy of the dog*.  
2346 Schütersche, Berlin 5 ed. 2007.
- 2347 CAMPBELL, I. G.; CARSTEN, E.; WATKINS, L. R. Comparison of human pain sensation and  
2348 flexion withdrawal evoked by noxious radiant heat. *Pain*.v.45, p.259–268, 1991.
- 2349 CAMPOS, D. B.; SILVA, F. O. C.; SEVERINO, R. S.; DRUMMOND, S. S.; LIMA, E. M. M.;  
2350 BOMBONATO, P. P.; SANTANA, M. I. S.. Origem e distribuição dos nervos isquiáticos em  
2351 fetos de bovinos azebulados. *Ars Veterinaria*, v. 19, n. 3, p. 219-223, 2003.
- 2352 CAMPOY, L. *Small animal regional anesthesia and analgesia*. John Wiley & Sons, 2008.
- 2353 CAMPOY, L.; MARTIN-FLORES, M.; LUDDERS, J. W.; ERB, H. N.; GLEED, R. D.  
2354 Comparison of bupivacaine femoral and sciatic nerve block versus bupivacaine and morphine  
2355 epidural for stifle surgery in dogs. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v. 39, n. 1, p. 91-98,  
2356 2012a.
- 2357 CAMPOY, L.; MARTIN-FLORES, M.; LUDDERS, J. W.; GLEED, R. D. Procedural sedation  
2358 combined with locoregional anesthesia for orthopedic surgery of the pelvic limb in 10 dogs:  
2359 case series. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v. 39, n. 4, p. 436-440, 2012b.

- 2360 CRAIGMILL, A. L.; RANGEL-LUGO, M.; DAMIAN, P. Extralabel use of tranquilizers and  
2361 general anesthetics. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.211, p.302–304,  
2362 1997.
- 2363 CUNHA, F. G. A. *Anestesia em pequenos ruminantes – Revisão de Literatura*. Monografia  
2364 apresentada para a conclusão do Curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Agronomia e  
2365 Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2011.
- 2366 DAVID, B.; BRUCE M, D.; SCHMALENBERGER, K. M. D.; CHELLY, J. E. Analgesia After  
2367 Total Knee Arthroplasty: Is Continuous Sciatic Blockade Needed in Addition to Continuous  
2368 Femoral Blockade? *Anesthesia and Analgesia*. v. 98, n.3, p.747-749, 2004.
- 2369 DE MARZO, C.; CROVACE, A.; DE MONTE, V.; GRIMALDI, D.; IARUSSI, F.;  
2370 STAFFIERI, F. Comparison of intra-operative analgesia provided by intravenous regional  
2371 anesthesia or brachial plexus block for pancarpal arthrodesis in dogs. *Research in veterinary  
2372 science*, v. 93, n. 3, p. 1493-1497, 2012.
- 2373 DOBROMYLSKYJ, P.; FLECKNELL, P. A.; LACELLES, B. D.; PASCOE, P. J.; TAYLOR,  
2374 P.; WATERMAN-PEARSON, A. (2000) *Management of postoperative and other acute pain*.  
2375 In: Pain Management in Animals. (P.A. Flecknell and A. Waterman-Pearson), pp.81-145,  
2376 Saunders, London.
- 2377 DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. *Tratado de anatomia veterinária*. 4. ed. Rio de  
2378 Janeiro: Elsevier, 2010
- 2379 EDMONDSON, M. A. Local and regional anesthesia in cattle. *Veterinary Clinics Food Animal  
2380 Practice*. v. 24, p.211-226, 2008.
- 2381 EVANS, H. E.; LAHUNTA, A. *Guide to the Dissection of the dog*. Saunders, USA. 7 ed, 2010.
- 2382 FEITOSA, MARY MARCONDES. *Semiologia do Sistema Nervoso de Pequenos Animais*.  
2383 *Semiologia Veterinária. A arte do diagnóstico: cães, gatos, eqüinos, ruminantes e silvestres*. São  
2384 Paulo: Roca, p. 451-505, 2004.
- 2385 FONSECA, N.M.; MANDIM, B.L.; RUZI, R.A.; TAVARES, F.R. Bloqueio do Nervo  
2386 Isquiático por Abordagem Posterior Simplificada no Ponto Médio do Sulco Glúteo-Femoral:  
2387 Estudo com Diferentes Volumes de Lidocaína a 1%, *Revista Brasileira de Anestesiologia*, v.3,  
2388 p. 230-238, 2006.
- 2389 FREITAS, P. M. C.; EURIDES, D.; MOTA, F. C. D.; REZENDE, R. J.; NAVES, E. A.;  
2390 MELO, M. S.; MOTA, F. D. Utilização de prilocaína para bloqueio do plexo braquial de gatos,  
2391 *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.41, n. supl., p.31-32, 2004.
- 2392 FUTEMA, F.; FANTONI, D. T.; AULLER, J. O. C. Nova técnica de bloqueio do plexo braquial  
2393 em cães. *Ciência Rural*. v.29, p.63-69, 1999.
- 2394 GEBEYEHUA, E. Regiona Anesthesia in cattle. *Seminar on Animal Health*. 2014.
- 2395 GLEED, R. D.; LUDDERS, J. W. Recent Advances in Veterinary Anesthesia and Analgesia:  
2396 Companion Animals. *International Veterinary Information Service*, Ithaca, New York, 2008.

- 2397 GOMES, S; ORMONDE, L. Neuroestimulação em Bloqueios Periféricos: Electrofisiologia,  
2398 Execução Técnica e Material. *Revista de Anestesia Regional e Terapia da Dor*, 2005.
- 2399 GROSS, M. E.; POPE, E. R. Regional Anesthesia of the infraorbital and inferior alveolar nerves  
2400 during noninvasive tooth pulp stimulation in halothane-anesthetized dogs. *Journal of the*  
2401 *American Veterinary Medical Association*, v. 211, p.1403-1405, 2002.
- 2402 GUYTON, A. C. *Neurociência básica: anatomia e fisiologia*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara  
2403 Koogan
- 2404 HADFIELD, J.D. Mcmc methods for multi-response generalized linear mixed models: The  
2405 MCMCglmm R package. *Journal of Statistical Software*, v.33, n.2, p.1–22, 2010. URL  
2406 <http://www.jstatsoft.org/v33/i02/>.
- 2407 HADZIC, A.; DILBEROVIC, F.; SHAH, S.; KULENOVIC, A.; KAPUR, E.; ZACIRAGIC, A.;  
2408 COSOVIC, E.; VUCKOVIC, I.; DIVANOVIC, K.; MORNJAKOVIC, Z.; THYS, D.;  
2409 SANTOS, A. C. Combination of Intra-neural Injection and High Injection Pressure Leads to  
2410 Fascicular Injury and Neurologic Deficits in Dogs. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, v.  
2411 29, n. 5, p. 417–423, 2004.
- 2412 HELLYER, P. W.; GAYNOR, J. S. Acute Postsurgical Pain in Dogs and Cats. *Compendium on*  
2413 *Continuing Education for the Practising Veterinarian*, v. 20, p.140-153, 1998.
- 2414 HEWSON, C. J.; DOHOO, I. R.; LEMKE, K. A. Canadian veterinarians' use of analgesics in  
2415 cattle, pigs, and horses in 2004 and 2005. *Canadian Veterinary Journal*, v. 48, n.2, p. 155–64,  
2416 2007.
- 2417 HORNEY, F. D. Anesthesia in the bovine. *Canadian Veterinary Journal*. v.7, n.10,  
2418 1966.
- 2419 IMBELLIONI, L. E. Bloqueos periféricos para cirurgia de extremidade inferior. *Revista*  
2420 *Mexicana de Anestesiologia*. v. 30, p. 265-268, 2007.
- 2421 INTELIZANO, R.T.; SANTOS, P. R.; FUTEMA, F.; OTSUKI, D.A.; ALMEIDA, T.I. Técnicas  
2422 de anestesia local. In: FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S.R.G. *Anestesia em cães e gatos*. 1.  
2423 Ed. São Paulo. Rocca, p.199-205, 2002.
- 2424 KAMERLING, S. G.; WECKMAN, T. J.; DEQUICK, D. J.; TOBIN, T. A method for studying  
2425 cutaneous pain perception and analgesia in horse. *Journal of Pharmacological Methods*.  
2426 Elsevier Science Publishing. v.13, p. 267-274. 1985.
- 2427 KITCHELL, R. I.; EVANS, H. E. (1993) The spinal nerves. In: Miller's Anatomy of the Dog.  
2428 (3rd edn). Evans HE (ed.). WB Saunders, Philadelphia, p. 829–893.
- 2429 KLAUMANN, P.R.; OTERO, P.E. *Anestesia locorregional em pequenos animais*. Roca, São  
2430 Paulo, 2013.
- 2431 KONIG, H. E.; LIEBCH, H.G. Anatomia dos Animais Domésticos: Aparelho locomotor.  
2432 Editora Artmed, 2002.

- 2433 KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H.G. *Anatomia dos animais domésticos – texto e atlas colorido*. 4 ed.  
2434 Artmed, 2011.
- 2435 LE BARS, D.; GOZARIU, M.; CADDES, S. W. Animal Models of Noceiception.  
2436 *Pharmacological Reviews*, v.53, p.597-652, 2001.
- 2437 LEE, B.B. Epidural infusions of ropivacaine and bupivacaina for labor analgesia: a randomized,  
2438 double-blind study. *Anesthesia and Analgesia*, v. 98, n.4, p.1145-1152, 2004.
- 2439 LEE, L. *Local Anaesthesia & Analgesia*. In: *Veterinary Surgery*. v.1, p.12-18, 2006.
- 2440 LELIC, D.; MORCH, C. D.; HENNINGS, K.; ANDERSEN, O. K.; DREWES, A. M.  
2441 Differences in perception and brain activation following stimulation by large versus small area  
2442 cutaneous surfasse electrodes. *European Journal of Pain*, v. 16, p. 827-837, 2011.
- 2443 LEMKE, K. A. *Anticholinergics and Sedatives*. In: *Lumb & Jones' Veterinary Anesthesia and*  
2444 *Analgesia* 4th edition. Tranquilli, W. J., Thurmon, J. C., Grimm, K. A., Blackwell Publishing, p.  
2445 210-217, 2007.
- 2446 LEMKE, K.A.; CREIGHTON, C.M. Paravertebral blockade of the Brachial plexus in dogs.  
2447 *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, Philadelphia, v.38, n.6, p.1231-  
2448 1241, 2008.
- 2449 LIN, H.; WALZ, P. *Farm Animal Anesthesia: Cattle, Small Ruminants, Camelids, and Pigs*.  
2450 John Wiley & Sons, 2014.
- 2451 LIN, H.C.; PUGH, D.G. *Procedimentos anestésicos*. In: PUGH, D.G. *Clínica de ovinos e*  
2452 *caprinos*. São Paulo; Roca, 2004.
- 2453 LINEBERRY, C. G. Laboratory animals in pain research, *Methods in Animal Experimentation*.  
2454 Academic Press, New York v. 6, p.237–311, 1981.
- 2455 LIZARDO, F. B.; CARNEIRO, F. O.; DA CUNHA SOUSA, G.; GUIMARÃES, E. C.;  
2456 MENEZES, L. T.; DOS SANTOS, L. A.; CABRAL, L. G. Origens e distribuições dos nervos  
2457 subescapulares em fetos de bovinos azebuados. *Veterinária Notícias*, v. 18, n. 1, 2013.
- 2458 LUNA, S.P.; TEIXEIRA NETO, Dor em equinos, *Reconhecimento da dor em Grandes*  
2459 *Animais*, 2006.
- 2460 MAHLER, S. P.; ADOGWA, A. O. Anatomical and experimental studies of brachial plexus,  
2461 sciatic, and femoral nerve-location using peripheral nerve stimulation in the dog. *Veterinary*  
2462 *anaesthesia and analgesia*, v. 35, n. 1, p. 80-89, 2008.
- 2463 MARHOFER, P.; HARROP-GRIFFITHS, W.; KETTNER, S. C.; KIRCHMAIR, L. Fifteen  
2464 years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: part 1. *British Journal of Anaesthesia*,  
2465 v.104, n.5, p.538–546, 2010.
- 2466 MARONGIU, M. L. *Local anesthesia for husbandry procedures and experimental purposes in*  
2467 *farm animals*. A bird's eye view of veterinary medicine, Intech. 2012.

- 2468 MASSONE, F. *Anestesiologia Veterinária. Farmacologia e Técnicas*. 6 ed. Editora Guanabara,  
2469 2011.
- 2470 MATHEWS, N.S. A review of equine pain models. In: SHORT, C.E.; VAN POZNAK, A.  
2471 *Animal Pain*. New York: Churchill Livingstone, p. 403-407, 1992.
- 2472 MATTAR JR., R; AZZE, R. *Lesão dos nervos periféricos*. Atualização em traumatologia do  
2473 aparelho locomotor, São Paulo, 2014.
- 2474 MCCULLAGH, P.; NELDER, J. A. *Generalized Linear Models*. 1989.
- 2475 MINSON, F. P.; FUKUSHIMA, F.B. Bloqueios-Testes X Bloqueios Terapêuticos, Simbidor -  
2476 *Arquivos do 8º Simpósio Brasileiro e Encontro Internacional sobre Dor*. 2007.
- 2477 MUIR, W. W. *Manual de anestesia veterinária*. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- 2478 MUIR, W.W.; HUBBELL, J.A.E.; BEDNARSKI, R.M.; SKARDA, R.T. *Patient evaluation  
2479 and preparation*. Handbook of Veterinary Anesthesia. ed. 4, Mosby Elsevier, Missouri, p. 51-  
2480 71, 2008.
- 2481 NÓBREGA NETO, P. I. O que diferencia os pequenos ruminantes dos grandes ruminantes na  
2482 anestesia? *Ciência Veterinária Tropical*, Recife, v.11, p.56-60, 2008.
- 2483 OTERO, P. *Bloqueos loco-regionales. Uso del estimulador de nervios periférico*.  
2484 CONGRESSO LAVECCS, 2012.
- 2485 OTERO, P. Papel dos anestésicos na terapêutica da dor. In: OTERO, P., *Dor Avaliação e  
2486 tratamento em pequenos animais*, ed. Interbook, São Caetano do Sul: São Paulo, p. 186-187,  
2487 2005.
- 2488 PERRIS T. M.; WATT, J. M. The road to success: a review of 1000 axillary brachial plexus  
2489 blocks. *Anaesthesia*, v.58, p. 1220–1224, 2003.
- 2490 PINTO, G. A. *Bloqueio de plexo braquial*. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso  
2491 de medicina veterinária, Universidade Tuiuti Do Paraná, Curitiba, 2013.
- 2492 POLSON, N. G.; SCOTT, J. G.; WINDLE, J. *Bayesian inference for logistic models using  
2493 poly-gamma latent variables*, 2013. URL <http://arxiv.org/abs/1205.0310>.
- 2494 POLYDORO, A.S. *Estudo “in vitro” e “in vivo” da administração subaracnóide de opióides  
2495 hiperbáricos em cavalos*. Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-  
2496 Graduação em Medicina Veterinária na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS) 2006.
- 2497 R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for  
2498 Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014. URL <http://www.R-project.org/>.
- 2499 RIEBOLD, T.W. Anesthesia e immobilization of specific species – ruminants. In: THURMON,  
2500 J.C.; TRANQUILLI, W.J.; BENSON, G.J. *Lumb & Jones Veterinary Anesthesia*. 3.ed.  
2501 Baltimore : Lea & Febiger, 1996. Cap. 20c, p. 610-626.

- 2502 ROBINSON, E.P. Preferential dermatomal analgesic effects of epidurally administered morphine  
2503 in horses. *Animal Pain and Its Control*. University of Sydney, p. 417-421, 1994.
- 2504 ROBINSON, E.P.; NATALINI, C.C. Epidural anesthesia and analgesia in horses. *Veterinary  
2505 Clinics of North America. Equine Practice*, v. 18, n. 1, p. 61-82, 2002.
- 2506 SARDESAI, A. M.; IYER. U. Nerve stimulation for peripheral nerve blockade. Anaesthesia  
2507 tutorial of the week 149. *World Federation of Societies of Anaesthesiologists*, 2009.
- 2508 SHIPTON, E.; LIN, A. Anaesthesia and analgesia: Contribution to surgery, present and future.  
2509 *ANZ journal of surgery*, v. 78, n. 7, p. 540-547, 2008.
- 2510 SIA, S.; LEPRI, A.; PONZECCHI, P. Axillary brachial plexus block using peripheral nerve  
2511 stimulator: a comparison between double- and triple-injection techniques. *Regional Anesthesia  
2512 and Pain Medicine*. v.26, p.499–503, 2001.
- 2513 SILVA, R. A. J. *Métodos de avaliação clínica da dor aguda em cães*. Seminário apresentado à  
2514 disciplina de Seminários do Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade  
2515 Federal de Goiás. 2013.
- 2516 SISSON e GROSSMAN. *Anatomia dos animais domésticos*, v.1. 5 ed. Editora Guanabara,  
2517 1986.
- 2518 SISSON; GROSSMAN. *Anatomia dos animais domésticos*. 5ª ed. volume 2, p.1495-1497,  
2519 editor Guanabara Koogan.
- 2520 SMITH, G. Extralabel use of anesthetic and analgesic compounds in cattle. *Veterinary Clinics  
2521 of North America. Food Animal Practice*, v. 29, p. 29–45, 2013.
- 2522 SOUZA, M.H.T.; DUQUE, J.C.D.; MOURO R.S.; NORONHA FILHO, A.D.F.; CUNHA, P.H.  
2523 *Anestesia para laparotomia pelo flanco em bovinos pela técnica paravertebral e infiltrativa  
2524 incisional: efeitos comportamentais, cardiorrespiratórios e na saúde ruminal*. Trabalho  
2525 apresentado na Universidade Federal de Goiás, 2013.
- 2526 SPINOSA, H.S.; GORNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. *Farmacologia Aplicada à Medicina  
2527 Veterinária*. 4ª ed. ed. Io de Janeiro; Guanabara Koogan, 2006.
- 2528 STTEEFFY, E. J. *A history of veterinary anesthesia*. The wondrous story of anesthesia,  
2529 Springer. New York, 2014.
- 2530 SUSAN, B. *Anesthesia for Veterinary Technicians*, Wiley-Blackwell, 2004.
- 2531 TAYLOR, P.M. Anaesthesia in sheep and goats. *In Practice*, v.13, n.1, p.31-36, 1991.
- 2532 THURMON, J.C.; TRANQUILLI, W.J.; BENSON, G.J. Injectable anesthetics. In: *Lumb &  
2533 Jones veterinary anesthesia*. 3 ed. Philadelphia: Lea & Feabiger, 1996. p. 231-233.
- 2534 TORRES, M. L. A. Toxicidade dos Anestésicos Locais: O Debate Continua. *Revista Brasileira  
2535 de Anestesiologia*, v. 56, n. 4, p.339-341, 2006.

- 2536 TRANQUILLI, W. J.; SKARDA, R. T. In: LUMB e JONES, *Veterinary Anesthesia and*  
2537 *Analgesia*, ed. Blackwell Publishing, Iowa, USA, 4<sup>o</sup> ed, p. 395-418, 2007.
- 2538 TURNER, A.S., McILWAITH, C.W. *Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte*. Editora  
2539 Roca, São Paulo, 2002.
- 2540 UNDERWOOD, W.J. Welfare on the farm: Treating pain and distress in food animals. *JAVMA*  
2541 *News: Animal Health*, 2001.
- 2542 VALVERDE, A.; DOHERTY, T.J. *Anesthesia and analgesia in ruminants*. In: FISH, R.;  
2543 DANNEMAN, P.J.; BROWN, M. *Anesthesia and analgesia in laboratory animals*. 2. Ed.  
2544 Londres: Academic Press; 2008.
- 2545 VERSAL, N.; AHMADI, M.; FOROUD, M.; IMANI, H. Caudal epidural anti-nociception  
2546 using lidocaine, bupivacaine or their combination in cows undergoing reproductive procedures.  
2547 *Veterinary anaesthesia and analgesia*, v.40, n.3, p. 328-332, 2013.
- 2548 VIÑUELA-FERNANDEZ, I.; JONES, E.; WELSH, E. M.; FLEETWOOD-WALKER, S. M.  
2549 Pain mechanisms and their implication for the management of pain in farm and companion  
2550 animals. *The Veterinary Journal*, London, v. 174, n. 2, p. 227-239, 2007.
- 2551 WAKOFF, T. I. *Estudo comparativo na utilização de ropivacaína 0,25% e bupivacaína 0,25%*  
2552 *sem vasoconstrictor no bloqueio de plexo braquial em cães (Canis familiares, Linnaeus, 1758)*  
2553 *da raça Beagle*. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso  
2554 de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, 2009.
- 2555 WAKOFF, T. I.; MANCALHA, R.; SOUZA, N.S. SOUSA, C.A.S.; SOUSA, M. D. I.  
2556 CCHEARER, P.O. Bupivacaína 0,25% versus ropivacaína 0,25% no bloqueio de plexo braquial  
2557 em cães da raça beagle. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.34, p.1259-1272, 2013.