RAFAEL CARDOSO CARVALHO

**Topografia vértebro-medular e anestesia espinhal em jabuti das
“patas vermelhas” *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824)**

São Paulo

2004

RAFAEL CARDOSO CARVALHO

**Topografia vértebro-medular e anestesia espinhal em jabuti das “patas
vermelhas” *Geochelone Carbonaria* (SPIX, 1824)**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Anatomia dos Animais
Domésticos e Silvestres da Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Ciências

Departamento:

Cirurgia

Área de Concentração:

Anatomia dos Animais Domésticos e
Silvestres

Orientadora:

Profa. Dra. Silvia Renata Gaido Cortopassi

São Paulo

2004

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 1425 Carvalho, Rafael Cardoso
FMV Topografia vértebro-medular e anestesia espinhal em jabuti
das "patas vermelhas" *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824) /
Rafael Cardoso Carvalho. – São Paulo : R. C. Carvalho, 2004.
126 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo.
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de
Cirurgia, 2004.

Programa de Pós-graduação: Anatomia dos Animais
Domésticos e Silvestres.

Área de concentração: Anatomia dos Animais Domésticos e
Silvestres.

Orientador: Profa. Dra. Silvia Renata Gaido Cortopassi.

1. Anatomia. 2. Medula espinhal. 3. Anestesia. 4. Répteis.
I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"
Comissão Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Topografia vétebro-medular e anestesia epidural do jabuti das "patas vermelhas" *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824)", protocolo nº351/2003, utilizando 18 jabutis, sob a responsabilidade da Profª Drª Silvia Renata Gaido Cortopassi, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado "ad referendun".

(We certify that the Research "Topographic anatomy of the spinal cord and epidural anesthesia in red foot-tortoise *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824)". protocol number 351/2003, utilizing 18 tortoises, under the responsibility of Prof. Dr. Silvia Renata Gaido Cortopassi, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechny of University of São Paulo and was approved "ad referendun").

São Paulo, 28 de agosto de 2003

Profª Drª Júlia Maria Matêra
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA
DIRETORIA DE FAUNA E RECURSOS PESQUEIROS - DIFAP
CENTRO DE CONSERVAÇÃO E MANEJO DE RÉPTEIS E ANFÍBIOS - RAN
LICENÇA PARA CAPTURA / COLETA / TRANSPORTE / EXPOSIÇÃO / FILMAGEM

NÚMERO DA LICENÇA 035/04- IBAMA/RAN	Nº DE REGISTRO NO IBAMA _____	PERÍODO DE VALIDADE 05/05/04 a 05/05/05	PROCESSO IBAMA 02027.021070/03-80
---	----------------------------------	---	---

OBJETO:

- ☒ CAPTURA E SOLTURA DE ANIMAIS SILVESTRES/MATERIAL ZOOLOGICO
☒ TRANSPORTE DE ANIMAIS SILVESTRES/MATERIAL ZOOLOGICO
☒ FOTOGRAFIA / FILMAGEM / GRAVAÇÃO DE VOCALIZAÇÃO
☐ TRANSPORTE DE PRODUTOS E SUBPRODUTOS DA FAUNA
☐ EXPOSIÇÃO E/OU CONCURSO DE ANIMAIS SILVESTRES
☐ MANUTENÇÃO TEMPORÁRIA DE ANIMAIS EM CATIVEIRO
☐ OUTROS: projeto: Topografia vértebro-medular e anestesia epidural em jabuti das patas vermelhas *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824)

FAVORECIDO:

- ☐ ZOOLOGICO
☒ INSTITUIÇÃO CIENTÍFICA
☒ PESQUISADOR
☐ EXPOSITOR/CONCURSO
☐ CRIADOURO COMERCIAL
☐ CRIADOURO CIENTÍFICO
☐ OUTROS:

FAVORECIDO:

NOME: RAFAEL CARDOSO CARVALHO e SILVA RENATA GAIADO CORTOPASSI

INSTITUIÇÃO: Universidade de São Paulo - USP

ENDEREÇO : USP- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Dep. de Cirurgia. Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87, Cid. Universitária, "Armando de Salles Oliveira", CEP: 05508-900

FONE : e fax: (11) 30 91 12 33 email: faelvet@aol.com ou silcorto@usp.br

RESPONSÁVEL PELA EXPEDIÇÃO: RAFAEL CARDOSO CARVALHO

TRANSPORTADOR: : OS MESMOS

MEIO DE TRANSPORTE: Terrestre

PROCEDÊNCIA / LOCAL DA CAPTURA / LOCAL DA PESQUISA: Orquidário Municipal de Santos/SP, registro no Ibama nº. 01/35/96/2738-0

DESTINO: Laboratório de Anatomia Veterinária da USP/SP e posterior retorno para o Orquidário Municipal de Santos/SP

LISTA DAS ESPÉCIES QUANTIDADE / TIPO	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM
- capturar e transportar, do Orquidário Municipal de Santos para USP e da USP para o Orquidário, 02 (duas) fêmeas – nºs. 335 e 336- e 04(quatro) machos – nºs. 331,332,333 e 334, vivos de.....	<i>Geochelone carbonaria</i>	jabuti
- captura e soltura, no Orquidário Municipal de Santos, de 02 (duas) fêmeas e 04(quatro) machos de.....	<i>Geochelone carbonaria</i>	jabuti

OBSERVAÇÕES/CONDICIONANTES:

1. Esta licença autoriza o transporte de animais silvestres ou material biológico para fins de pesquisa científica.
2. Esta licença não exime o pesquisador de cumprir o disposto na MP 2186-16/01 que versa sobre acesso ao patrimônio genético. No caso de acesso a amostra de componente do patrimônio genético, este se dará mediante autorização expressa do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), nos termos da Medida Provisória 2.186-16/01 e Decreto 3.945/01.
3. O Responsável pela Expedição deverá apresentar relatório final ao término da validade desta Licença, além de encaminhar cópia das publicações resultantes dos trabalhos objeto da presente licença.

LOCAL E DATA DE EMISSÃO Goiânia (GO), 05/05/2004.	AUTORIDADE EXPEDIDORA (ASSINATURA E CARIMBO)
---	---

Antônio Pacayo Thuaraki
Chefe do RAN / IBAMA
Port. Nº 953 / 02 - P

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome do autor: CARVALHO, Rafael Cardoso

Título: Topografia vértebro-medular e anestesia espinhal em jabuti das
“patas vermelhas” *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824)

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Anatomia dos Animais
Domésticos e Silvestres da Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Dedicalória

*À minha mãe, **Tânia Brasil Cardoso**, minha maior fonte de incentivo, meu maior exemplo de vida, de caráter, competência, honestidade. O grande orgulho que eu tenho em minha vida!!*

“Mãe, teus braços sempre se abrem quando preciso um abraço. Teu coração sabe compreender quando preciso uma amiga. Teus olhos sensíveis se endurecem quando preciso uma lição. Tua força e teu amor me dirigiram pela vida e me deram as asas que precisava para voar”.

*Aos meus irmãos **Renato, Camila Carvalho e Bernardo Augusto**, antes de tudo, grandes amigos, que a cada dia deixam minha vida melhor e mais bonita, só por existirem, por fazerem parte dela. O carinho, incentivo e apoio de vocês foi de importância fundamental para a concretização desta etapa da minha vida. Vocês são especiais!*

*Ao meu Avô **José Paulino Cardoso** (in memorian), Grande exemplo de caráter, dignidade e força. O incentivo que o senhor me deu durante essa caminhada foi muito importante. A alegria e o carinho que eram transmitidos todas as vezes que eu retornava a São Luís, me fizeram um ser humano mais forte e mais determinado. A você vovô, dedico esta vitória tão almejada em minha vida.*

*À **Elissa Baía**, grande responsável por esta vitória!*

*Namorada, noiva, amiga, mulher, que tem sido minha grande
companheira em todos os momentos. O teu amor e carinho, paciência e
sabedoria têm me tornado a cada dia uma pessoa melhor, e tua companhia
um grande vitorioso. Amo você!*

“Você transforma tudo em um doce começo”.

Faz um dia de trabalho parecer feriado....

Constrói um sonho num lugar que não existe..., mas existe!

Inventa uma festa pra festejar,

Aplauda a dança, canta alto a emoção,

Faz brotar um coração, rega um novo sentimento,

Nivela o chão para florescer o colorido

De um lugar que não existe..., mas existe!

Inventa uma viagem para viajar....

E viaja, e voa,

E vasculha um lugar que não existe..., mas existe!

A profa **Sílvia Renata Gaido Cortopassi**, exemplo de competência, inteligência e caráter, que pacientemente e carinhosamente me deu a honra e a oportunidade de convívio e aprendizado, não só no que foi proposto, mas também no meu crescimento como profissional e ser humano. Nunca esquecerei daqueles “lanchinhos” vespertinos, que representavam almoços (depois de muito trabalho – diga-se de passagem), e conversas que muitas vezes nos levavam as lágrimas e indagações como “será que vale mesmo a pena?”. E com todo cuidado, me colocava debaixo de suas “asas”, protegendo-me, orientando-me, como uma mãe sempre faz com um filho. E Hoje “**Sil**”, posso afirmar com toda a certeza: realmente valeu!! Muito Obrigado por tudo!!

A profa **Alana Lislea de Sousa**, hoje além de tudo uma grande amiga, que em momento algum mediu esforços para me ajudar. No mundo da ciência, fostes a primeira pessoa a apostar em mim, depositando confiança que até hoje, não sei se sou merecedor. Sou inicialmente resultado do teu trabalho!!! Muito que aprendi e cresci como pesquisador e aspirante a anatomista, é consequência tua. E que os nossos planos e sonhos (que não são poucos) sejam concretizados.... E que venham os frutos...

“Ser mestre não é apenas lecionar. Ensinar não é só transmitir conhecimentos. Ser mestre é ser instrutor e amigo, guia e companheiro. É transmitir os segredos da caminhada. Meu carinho as mestras que souberam, além de transmitir seus conhecimentos, transmitir-me a sua experiência e apoiar-me em todas as dificuldades. E hoje, com certeza, minha gratidão é destinada a vocês duas que não se limitaram em ser apenas mestras”.

Se cheguei onde cheguei e consegui fazer tudo o que fiz, foi porque tive a oportunidade de crescer bem, num bom ambiente familiar, de viver bem e de ser orientado no caminho certo nos momentos decisivos de minha vida."

À **minha família**, que realmente é o meu sustentáculo, em especial a **Venusa Brasil, Anita Brasil, José Adelmam, Ada Lauande, Bernado de Aquino, Núbia, Neize Leódido e Nivaldo Carvalho**, pelo grande incentivo e ajuda que me foram dados durante este período. O apoio de vocês foi fundamental! Muito Obrigado!

"Os amigos: uma família cujos integrantes são escolhidos"

Alfonse Karr

A **Ana Fabíola Fontenele, Patrícia Jansen, Luciano de Castro, Dilermando Alencar e Hoendel Falcão Júnior**, grandes amigos, que embora estivesse distante de vocês, em momento algum me deixaram sozinho. Realmente, "o encanto da vida depende muito das amizades que cultivamos".

Agradecimentos Especiais

A **Deus**, por toda sua misericórdia e bondade. Sem a Sua presença, nada disso seria possível e muito menos permitido. Sempre em todos os momentos de dificuldades, de angústias e de sofrimentos, foram as Tuas mãos que me conduziram aos caminhos corretos e à bonança.

Ao **meu pai, Francisco Miranda Carvalho**, ser humano fantástico e de humor inigualável, esperto como poucos e de um coração... Imenso!!!! Pai sei que apesar da distância, sempre estivestes aí torcendo e se orgulhando das nossas vitórias. Seu apoio foi fundamental.

A profa. **Irvênia Prada**, “minha rainha”, não só porque me apresentastes a Ana Paula Arósio (Aninha, já que fiquei íntimo!!!), mas principalmente pela magnitude dos seus atos. A concretização deste sonho de mestrado, tem um dedinho seu (na verdade, uma mão). Não só porque a “papa” da Neuroanatomia Veterinária contribuiu de forma intensa no direcionamento desta pesquisa, mas também porque não se cansas de ensinar e ajudar, e fazes valer o verdadeiro sentido do mestre.

Ao Prof. **Carlos Eduardo Bezerra de Moura** “Cadu”, minha primeira grande amizade em São Paulo, que após grandes vitórias seguiu seu caminho, que certamente continuará sendo de muitas glórias. “Pequeno-Grande” homem que nos primeiros momentos teve toda a paciência e sapiência, que lhe é peculiar, que realmente me auxiliou, em todos os aspectos, quer seja na ciência, como na vida pessoal, se preocupando e torcendo pelo meu sucesso, como um irmão. O direcionamento que tu destes a este trabalho e sua participação nele foram essenciais.

Ao Prof. **José Fontenelle**, e a Profa. **Ana Carolina Fonseca Pinto** “Carol” que foram os responsáveis pelo sucesso na realização da última parte da experimentação desta dissertação. Sem o auxílio, competência, disponibilidade e prestabilidade, de vocês, este trabalho não teria a mesma beleza. A participação de vocês foi crucial no êxito deste trabalho.

A profa **Lúcia Maria Coelho** “Lulu”, mulher de grande caráter que sempre tem algo de bom para dizer, demonstrando carinho, cuidado e preocupação incansáveis. Além disso possui uma disposição em ajudar, sendo sempre prestativa. Os seus sorrisos, conselhos, paciência e auxílio foram de extrema importância para o “desenrolar” deste trabalho.

Ao prof. **Francisco Javier Blasquez**, que embora sempre atarefado, disponibilizou parte do seu tempo, orientando-me na leitura das lâminas, o que elucidou uma série de dúvidas. Além disso, disponibilizou seu laboratório, com toda paciência e boa vontade para que essa parte da pesquisa fosse realizada. Sua contribuição foi muito importante nesta dissertação.

Aos amigos **Edson Benetti** e **Maria Zilah**, que além de serem amigos verdadeiros conquistados nesta pós-graduação, me ajudaram muitíssimo na segunda etapa da experimentação e que com toda a competência e paciência não mediram esforços e sacrificaram parte do seu tempo para ensinar e auxiliar nesta etapa da pesquisa.

A **André Luis da Silva Casas (Decão)**, e **Alexandre Schmaedecke (Alex)** que representam uma parte da minha “nova família” em São Paulo. Estiveram sempre presentes em todos os momentos, sendo efetivamente verdadeiros irmãos. Com a amizade de vocês, essa cidade gigantesca acabou por caber na palma da nossa mão! “Manos”, obrigado por tudo.

Tia **Clarice Casas** e Sr **Dário Casas**, por toda a atenção e carinho dedicados, pela acolhida extremamente familiar em seu lar aos fins de semana, que realmente se tornou meu refúgio (verdadeiramente meu lar) onde me sentia perto da “minha família”, e além disso, por todo o cuidado que devotaram a mim, como se eu fosse um membro da família, um filho de vocês!

À **Cristiane Macedo, Carolina do Prado e Flávio de Moraes**, pela amizade de vocês que é muito importante, pela companhia e apoio. Realmente, de todas as coisas que a sabedoria nos dá para nos fazer felizes, a maior delas é a posse da amizade.

Aos amigos **Rodrigo Ciboto, Júlia Maria Baldrighi** e **Tatiana Intelizanno**, que estiveram presentes em grande parte do desenvolvimento desta pesquisa e em momento algum negaram apoio e ajuda. Depois daquelas “anestesias” vocês diziam sempre: obrigado pela ajuda! Onde na verdade quem deve sempre agradecer sou eu, não somente pelos “lanchinhos” maravilhosos, mas principalmente pelo aprendizado que aqueles árduos dias de trabalho trouxeram a minha vida. Fica aqui o meu muito obrigado!

Aos amigos de Pós-Graduação, **Katia Viegas, Vanessa Marques, Rose, Giselle, Ryan, Lilian, Robson, Janaína, Mariana, Karina, Naianne, Ana Rita, Procássia Flávio Alves** e **Raimundo Barreto Júnior** pelos bons momentos vividos que ficarão sempre guardados.

Aos profs **Maria Angélica Miglino, Pedro Primo Bombonato, Arani Nanci Bonfim Mariana, Paula de Carvalho Papa, José Roberto Kfourí Júnior, Julia Maria Matera e Denise Fantoni**, por todos os ensinamentos transmitidos.

Aos funcionários e companheiros **Índio, Diogo, Jaqueline, Maicon** (anatomia), **Patrícia, Belarmino Ney, Jesus, Otávio, Miron, Lelis** (cirurgia), **Solange, Helena, Claudia, Cristiane, Margarete** (biblioteca), **Deyse, Cláudia e Sandra Domênica** (Pós-graduação), pela paciência, convívio, e por toda a ajuda que realmente fizeram a diferença durante a minha estadia em São Paulo e na execução deste trabalho.

Aos amigos da “República Nordeste-Minas”, **Henrique Resende, Wirton Costa, Luciano Alonso e Helder Pereira**, pela amizade, companheirismo e convívio. Que o caminho de vocês seja repleto de vitórias e conquistas!

Ao IBAMA, na pessoa da Dra **Yeda Bataus**, que com toda a sua prestabilidade e educação, ofereceu ajuda ímpar no desenrolar dos trâmites burocráticos desta dissertação, e com sua boa vontade, que lhe é salutar, resolveu uma série de “probleminhas”, que literalmente aterrorizavam esta pesquisa.

Ao Orquidário Municipal de Santos, na pessoa da Dra **Greycilene R. Pedro**, pela disponibilização das suas instalações, da boa vontade em ajudar, além de todo o apoio dado a este trabalho.

À UEMA, primeiramente pela minha formação. Em segundo pela disponibilização de materiais e do Laboratório de Anatomia Veterinária, no qual a primeira fase deste projeto foi executada.

À FAPESP, pela concessão da bolsa de mestrado.

"Uma regra de conduta: buscar vencer a mim mesmo e mudar os meus desejos, e não a ordem do mundo"

Decartes

RESUMO

CARVALHO, R. C. **Topografia vértebro-medular e anestesia espinal em jabuti das patas vermelhas *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824)**. [Topographic anatomy of spinal cord and spinal anesthesia in red footed tortoise *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824)]. 2004. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

Objetivou-se com esta pesquisa descrever a topografia vértebro-medular do jabuti de patas vermelhas, com o intuito de assentar bases morfológicas que possam ser utilizadas em pesquisas aplicadas como a anestesiologia, assim como, desenvolver técnica de anestesia espinal que possa ser utilizada na rotina clínico-cirúrgica veterinária. Para tanto, este trabalho foi dividido em duas etapas. A primeira etapa, correspondeu aos estudos morfológicos (anatomia), e a segunda, ao desenvolvimento/avaliação da técnica de anestesia espinal. Para os estudos morfológicos utilizaram-se seis animais adultos provenientes do estado do Maranhão, os quais vieram a óbito por causas naturais. Canulou-se a artéria carótida comum, fazendo-se a perfusão do sistema arterial com solução salina aquecida a 37°C, procedendo-se então com a fixação do material com solução de formaldeído a 20%. As peças então foram submetidas à ação de solução descalcificadora modificada, por um período de 72 horas, e em seguida, iniciou-se a dissecação com a abertura dorsal da carapaça mediante auxílio de cizel e martelo ortopédico, e posteriormente a musculatura dorsal era dissecada e os arcos vertebrais seccionados, para acesso à medula espinal. A segunda etapa que consistiu no desenvolvimento/avaliação da técnica de anestesia espinal, foi realizada no Orquidário Municipal de Santos - São Paulo, onde foram utilizados oito animais, os quais foram submetidos ao emprego da técnica de anestesia espinal, que consistiu na administração de lidocaína (2%) no volume de 0,2mL/10cm de carapaça, em um dos espaços articulares compreendidos entre a 15ª a 22ª vértebras coccígeas. Os

parâmetros avaliados foram o período de latência, o relaxamento muscular e analgesia das regiões de membro pélvico, cauda e cloaca. Os resultados evidenciam que a medula espinhal do *G.carbonaria*, apresentou-se como uma massa alongada, de coloração esbranquiçada, situada dentro do canal vertebral, preenchendo-o até a articulação entre a penúltima e a última vértebra caudal. A intumescência cérvico-torácica apresentou-se localizada entre os segmentos medulares de C5-T1, enquanto a intumescência tóraco-sacral pelos segmentos medulares de T6-Ca1. A técnica de anestesia espinhal, apresentou-se como técnica segura e eficaz, promovendo relaxamento muscular e analgesia satisfatória para as regiões de membro pélvico e cauda/cloaca, podendo ser utilizada como alternativa anestésica bastante eficiente para procedimentos cirúrgicos nestas regiões.

Palavras-chave: Anatomia. Medula espinhal. Anestesia. Répteis.

ABSTRACT

CARVALHO, R. C. **Topographic anatomy of spinal cord and spinal anesthesia in red footed tortoise *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824)** [Topografia vértebro-medular e anestesia espinhal em jabuti das patas vermelhas *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824)]. 2004. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

The objective of this study was to describe the topographic anatomy of spinal cord of the Red Footed Tortoise in order to obtain morphologic bases that can be used in an applied researches as anesthesiology as well as to develop spinal anesthesia techniques that can be used in a clinic and surgery veterinary routine. The first part was the anatomy morphologic study and the second was the evaluation development of the technique spinal anesthesia. It was used six adult animals that died for natural causes, for the morphologic studies from Maranhão State. It was dissected the common carotid artery and the arterial system was perfusion with warm saline solution at 37°C. The material was fixed with formaldehyde solution at 20%. Then the pieces were submitted by modify decalcified solution action, for 72 hours. The dissection started by the dorsal shell opening with help of a chisel and an orthopedic hammer. The dorsal muscle was dissected and the vertebral arch was sectioned for the spinal cord access. The second part, consisting in a development / valuation of the spinal anesthetic technique, was realized at Orquidário Municipal in Santos – SP where it was used eight animals submitted at this technique. The evaluation parameters were the latent period, the muscle relaxation and the analgesia of the pelvic member region, tail and cloaca. The results proved that the *G. carbonaria* spinal cord showed as an elongated mass with whitish color, situated in the vertebral duct, between the penultimate and the last caudal vertebrae. The cervical swelling was localized between the medular segment (C5 to T1) while the sacral swelling was placed between the T6 to Ca1 medular segments. The spinal anesthetic

technique showed to be a safe and effective technique, promoting muscular relaxation and satisfactory analgesia for the pelvic member, tail and cloaca regions, being suitable to use as an anesthetic alternative quite efficient for the surgical procedures in this regions.

Key words: Anatomy. Spinal cord. Anesthesia. Reptiles.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Representação esquemática do jabuti das “patas vermelhas” evidenciando processo de dissecação para acesso a coluna vertebral por vista dorsal. Áreas destacadas em azul representam os locais onde a carapaça foi retirada para tal acesso.59
- Figura 2 – Dissecação da medula espinhal do *G. carbonaria* em vista dorsal59
- Figura 3 – Administração do fármaco no terço médio da cauda do *G. carbonaria*. Local indicado para a realização da anestesia espinhal.64
- Figura 4 - *G. carbonaria*, em vista lateral, evidenciando a coluna vertebral cervical, assim como a estrutura das vértebras cervicais e a sua angulação na entrada da cavidade celomática.....72
- Figura 5 - *G. carbonaria*, - em vista ventral. Evidenciando a coluna vertebral torácica e sua articulação com a clavícula (→). Observa-se o aspecto alongado e achatado da vértebra torácica(→)72
- Figura 6 - *G. carbonaria*, - em vista dorsal, evidenciando a coluna vertebral caudal, onde se pode observar a estrutura das vértebras caudais (6A) e diminuição gradual do tamanho das vértebras (6B).....72
- Figura 7 - *G. carbonaria*, em vista dorsal, evidenciando o início da medula espinhal, caudalmente ao 4º ventrículo (→). Destacam-se os colículos rostrais (→), e os hemisférios cerebrais esquerdo (E) e direito (D), e a dura-máter, seccionada (*)74
- Figura 8 - *G. carbonaria*, em vista dorsal, evidenciando o término da medula espinhal, entre a articulação da última com a penúltima vértebra caudal. Destacam-se a medula espinhal (→), e o canal vertebral na extremidade final da cauda (→)74
- Figura 9 - Corte histológico da medula espinhal do *G. carbonaria*, em secção longitudinal do terço final da cauda, onde se pode observar corpos de neurônios (→) e células da neuroglia (→), o que caracteriza esta estrutura como medula espinhal. Coloração HE: 40X.....76
- Figura 10 - Corte histológico da medula espinhal do *G. carbonaria*, em secção transversal da intumescência cérvico-dorsal, onde se pode observar na área central a substância cinzenta (→) e na área periférica a substância branca (→). Observar o “centro do H” da medula e parte dos seus braços, e na (→), o canal central da medula.Coloração HE, 20X....76
- Figura 11 - *G. carbonaria* em vista dorsal, evidenciando a intumescência cérvico-dorsal (segmentos medulares de C5-T1) e os nervos constituintes do plexo braquial (→).....77

Figura 12 - <i>G. carbonaria</i> em vista dorsal, evidenciando a intumescência tóraco-sacral (segmentos medulares de T6-Ca1). (Padrão evidenciado para machos). Observa-se o sulco mediano dorsal (→)	78
Figura 13 - <i>G. carbonaria</i> em vista dorsal, evidenciando a intumescência tóraco-sacral ((→) segmentos medulares de T6-S5). (Padrão evidenciado para fêmeas)	79
Figura 14 – Representação gráfica comparativa dos valores médios do período de latência da anestesia espinal na anestesia de região pélvica e caudal em <i>G.carbonaria</i> machos e fêmeas. Santos - SP, 2004	83
Figura 15 – Representação gráfica comparativa dos valores médios do período de relaxamento muscular da região pélvica e caudal em <i>G.carbonaria</i> machos e fêmeas, promovidos pela anestesia espinal. Santos - SP, 2004	85
Figura 16 – <i>G. carbonaria</i> em vista ventral, evidenciando o relaxamento muscular de membro pélvico e pênis após administração do fármaco por via espinal.....	85
Figura 17 – Representação gráfica comparativa dos valores médios do período de analgesia na anestesia da região pélvica e caudal de <i>G.carbonaria</i> machos e fêmeas, promovida pela anestesia espinal. Santos - SP, 2004	87
Figura 18 – Tomografia computadorizada em cortes sagitais da coluna vertebral, de jabuti das “patas vermelhas” macho, após administração de contraste não-iônico no espaço espinal (na cauda), onde se pode evidenciar a distribuição do contraste no canal medular. A – (→) Observa-se o contraste alcançando o espaço de T6. B - (→) Neste momento nota-se o contraste alcançando o espaço de T4-T5. São Paulo, 2004	88
Figura 19 – Tomografia computadorizada em cortes sagitais da coluna vertebral, de jabuti das “patas vermelhas” fêmea, após administração de contraste não-iônico no espaço espinal (na cauda), onde se pode evidenciar a distribuição do contraste no canal medular. A – (→) Observa-se o contraste alcançando o espaço de S3. B - (→) Neste momento nota-se o contraste alcançando o espaço de T6-S1.. São Paulo, 2004.....	88

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Origem, localização da intumescência cérvico-torácica, e distribuição do plexo braquial em *G. carbonaria*. São Paulo –SP, 200479
- Tabela 2 – Origem, localização da intumescência tóraco-sacral, e distribuição do plexo lombossacral em *G. carbonaria*. São Paulo – SP, 2004.....80
- Tabela 3 – Valores individuais, média e desvio padrão do período de latência da anestesia espinal na região pélvica e caudal no *G. carbonaria* macho. Santos - SP, 200483
- Tabela 4 – Valores individuais, média e desvio padrão do período de latência da anestesia espinal na região pélvica e caudal em jabuti das “patas vermelhas” fêmea. Santos - SP, 200483
- Tabela 5 – Valores médios, mediana e desvio padrão do período do relaxamento muscular apresentado na região pélvica e caudal em *G.carbonaria* macho após a utilização da técnica de anestesia espinal. Santos - SP, 200484
- Tabela 6 – Valores médios, mediana e desvio padrão período do relaxamento muscular apresentado na região pélvica e caudal em jabuti das “patas vermelhas” fêmea após a utilização da técnica de anestesia espinal. Santos - SP, 200486
- Tabela 7 – Valores médios, mediana e desvio padrão do período de analgesia apresentado na região pélvica e caudal em *G.carbonaria* macho após a utilização da técnica de anestesia espinal. Santos - SP, 200486
- Tabela 8 – Valores médios, mediana e desvio padrão do período de analgesia apresentado na região pélvica e caudal *G.carbonaria* fêmea após a utilização da técnica de anestesia espinal. Santos - SP, 200487

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	29
2.1	Sistema nervoso e topografia vértebro-medular	30
2.1.1	A coluna vertebral e canal vertebral.....	31
2.1.2	Sistema nervoso central – cérebro, medula espinhal e envoltórios meníngeos.....	33
2.2	Anestesia Espinhal	38
2.2.1	Anestésicos locais	42
2.3	Anestesia em quelônios	43
2.3.1	Anestesia regional	46
2.3.2	Anestesia injetável e inalatória	47
3	OBJETIVOS	53
4	MATERIAL E MÉTODO	55
4.1	Amostragem (estudo morfológico)	56
4.2	Dissecção e preparo das peças	57
4.2.1	Lavagem sistêmica e fixação do material	57
4.2.2	Descalcificação da carapaça	57
4.2.3	Acesso dorsal a coluna vertebral e medula espinhal	58
4.2.4	Acesso ventral a coluna vertebral e medula espinhal.....	60
4.2.5	Abertura do canal vertebral	60
4.2.6	Técnica de coloração substância branca e cinzenta	61
4.2.7	Maceração.....	61
4.3	Desenvolvimento de técnica de anestesia espinhal com base na anatomia macro/microscópica e imagem	62
4.3.1	Procedimento anestésico.....	62

4.3.1.1	Técnica da anestesia espinhal.....	62
4.3.1.2	Avaliação da anestesia	64
4.3.1.3	Delineamento experimental	65
4.3.1.4	Análise estatística dos resultados.....	65
4.3.2	Análise dos resultados através de imagem – tomografia computadorizada	66
4.3.2.1	Exame tomográfico	66
4.3.2.2	Análise do exame tomográfico	68
5	RESULTADOS	69
5.1	Morfologia da coluna vertebral e medula espinhal	70
5.1.1	Coluna vertebral	70
5.1.2	Medula Espinhal	73
5.1.2.1	Caracterização da medula espinhal (Anatomia e Histologia).....	75
5.1.2.2	Intumescência cérvico-torácica e intumescência tóraco-sacral	75
5.1.2.3	Meninges medulares.....	80
5.1.3	Relação com o canal vertebral	81
5.1.3.1	Segmentação medular.....	81
5.2	Anestesia espinhal	82
5.2.1	Período de Latência.....	82
5.2.2	Período hábil.....	84
5.2.2.1	Relaxamento muscular	84
5.2.2.2	Analgesia	86
5.2.3	Tomografia computadorizada	87
6	DISCUSSÃO	89
6.1	Aspectos morfológicos	90
6.1.1	Sistema nervoso - medula espinhal.....	90

6.1.2	Morfologia da medula espinhal	94
6.1.2.1	Intumescências cérvico-torácica e tóraco-sacral	96
6.1.3	Coluna vertebral	103
6.2	Anestesia espinhal	105
7	CONCLUSÕES	115
	REFERÊNCIAS	117
	APÊNDICES	123

Introdução

1 INTRODUÇÃO

Os répteis são vertebrados ágeis e ativos, com hábitos e comportamentos diversos e bem peculiares (FERNANDES, 1981; VILLEE et al., 1988). Seu esqueleto é totalmente ósseo e bem desenvolvido; a respiração é pulmonar (exceto nas tartarugas aquáticas que também é cloacal); a excreção é feita por meio de rins metanéfricos; em geral são carnívoros; possuem dimorfismo sexual externo, com fecundação interna, realizada por órgãos copuladores (BAROUDI, 1970; ORR, 1986; STORER et al., 2000).

Geograficamente, os répteis são animais de zonas tropicais e subtropicais e nas proximidades dos pólos, são cada vez mais raros (BAROUDI, 1970). Isto acontece em decorrência da ausência de mecanismos termorreguladores internos. Sendo ectotérmicos, dependem do ambiente externo e de adaptações ambientais para manutenção da temperatura em níveis adequados às suas atividades (ORR, 1986).

Na classe *Reptilia* há 16 ordens, sendo a grande maioria com representantes fósseis (FERNANDES, 1981). Atualmente são quatro as principais: *Squamata*, que inclui lagartos e cobras; *Crocodylia*, onde os crocodilos e jacarés a representam; *Rhynchocephalea*, da tuatara da Nova Zelândia; e *Chelonia*, das tartarugas e jabutis (STORER et al., 2000).

Desta forma, os quelônios constituem uma ordem de répteis, que têm o corpo encaixado num casco (placa óssea), formado por uma parte dorsal, arredondada e convexa – a carapaça, e uma ventral e plana – o plastrão, ambas cobertas de escamas córneas. Não possuem dentes, mas nas mandíbulas aparecem bainhas córneas; a língua não é distensível; pálpebras estão presentes; o pescoço é

geralmente retrátil com oito vértebras cervicais; a cloaca é oval, alongada e em forma de fenda (BARROS, 1971; FERNANDES, 1981; ORR, 1986). Na fauna brasileira destacam-se: as tartarugas-do-mar, as tartarugas da Amazônia, os jabutis, os tracajás e as muçuãs.

Muitas espécies de quelônios apresentam taxas de crescimento baixas e requerem períodos longos para atingir a maturidade. Essas são características que predispõem uma espécie ao risco de extinção quando condições variáveis aumentam a mortalidade dos adultos ou reduzem drasticamente o recrutamento de jovens para a população. A situação dos jabutis e das tartarugas marinhas é extremamente séria em todo o mundo, em parte porque estas espécies estão entre as maiores e de crescimento mais lento, e também porque outros aspectos de sua biologia as expõem a riscos adicionais. A conservação dos jabutis e das tartarugas marinhas é um assunto de preocupação internacional (BURKE et al., 1993; GIBBONS, 1994; SWINGLAND; KLEMENS, 1989). Ressalta-se ainda que esforços conservacionistas tenham sido realizados e a utilização de informações a respeito de aspectos básicos da Biologia (anatomia, por exemplo), é uma parte crucial dos esforços de manutenção das populações existentes e do restabelecimento de populações ameaçadas (POUGHT, 1999).

No Brasil há duas espécies de jabuti, a saber: *Geochelone carbonaria*, também conhecido como “jabuti das patas vermelhas” e *Geochelone denticulata*, o “jabuti das patas amarelas”. Estes animais são protegidos pelo IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e como todos os animais silvestres, requerem autorização especial para serem criados em cativeiro.

O jabuti (*Geochelone carbonaria*) é um réptil terrestre originário de regiões secas e quentes, sendo encontrado principalmente em zonas tropicais da América

do Sul, tendo distribuição abrangente desde: Guianas, Venezuela, Equador, Paraguai e algumas ilhas do Caribe (PRITCHARD, 1979). No território brasileiro, sua localização é freqüente nas regiões nordeste, sudeste e sul, onde apresentam variação de tamanho e coloração. Este animal vive em diversos ambientes, desde florestas atlânticas, cerrado e caatinga. Mesmo tendo ampla distribuição geográfica, pesquisas básicas e aplicadas sobre esta espécie são escassas, sendo este um dos motivos que incentivaram neste estudo.

Como características gerais, o *Geochelone carbonaria* ou “jabuti-piranga” (como é chamado na região sudeste brasileira), apresenta um corpo inteiramente coberto por um casco alto, também denominado carapaça, e o plastrão na porção inferior, que são fortes, onde somente a cabeça, membros, patas e cauda emergem. A cabeça, as patas e a cauda possuem manchas vermelhas, o que lhes confere o nome de “jabuti das patas vermelhas”. São animais onívoros e possuem dimorfismo sexual externo, onde o macho tem plastrão côncavo e cauda alongada e as fêmeas plastrão reto e cauda curta (FARIA, 2000; POUG, 1997; PRITCHARD, 1979).

Embora seja animal silvestre, o jabuti já é tido por muitos como animal de estimação, sendo um dos preferidos nos lares paulistas. Quando abordado desta forma, nota-se o grande apego que os proprietários apresentam em relação aos seus animais. Algumas pessoas o preferem por ser diferente; outras pelo custo baixo de cuidados veterinários (já que necessitam com menor freqüência tais serviços), associados com a falta de tempo para devotar-se a cães e gatos, uma vez que o jabuti não é tão “dependente” como esses animais. Os herpetologistas afirmam o quão prazeroso é a criação de jabutis.

Essa “independência” que os proprietários atribuem aos répteis é amplamente contestada. Por serem animais de vida livre, quando mantidos em cativeiro,

apresentam uma série de alterações que não seriam comuns se estivessem em seu habitat natural, em decorrência principalmente de um manejo inadequado e estresse. Em decorrência disso, desenvolvem doenças como: hipovitaminoses, doenças respiratórias, deformidades nos cascos, abscessos, anorexias, pseudo-hibernação, parasitismo, entre outras doenças metabólicas. Além destas, ocorrem outras complicações como obstruções gastrintestinais, os prolapsos de reto, vagina e pênis, que são bastante corriqueiros na clínica veterinária e necessitam de reparo cirúrgico (MESSONIER, 1996).

Para estes casos, o procedimento cirúrgico deve ser realizado de forma rápida e estar associado a uma técnica anestésica segura, eficaz e que deprime em menor grau o animal, já que este se encontra em condições adversas à vida selvagem. Então, quanto menor a manipulação, bem como a utilização de fármacos que deprimam acentuadamente o sistema nervoso, maior será a probabilidade de um prognóstico bom e/ou excelente, que é o esperado pelo veterinário e principalmente pelo proprietário.

A literatura especializada em cirurgia e anestesia de répteis afirma essa necessidade. Embora relatem que a anestesia geral seja a de eleição, sabe-se a mesma promove depressão acentuada do sistema nervoso central, o que acaba sendo desaconselhável para estes animais, uma vez que seus efeitos adversos podem ser desfavoráveis a estes quelônios.

Embora a literatura consultada relate técnicas anestésicas para os quelônios, a anestesia espinal não é citada de forma específica. Sabe-se que a anestesia espinal é uma técnica anestésica amplamente empregada no homem e em mamíferos de modo geral, apresentando-se como uma opção segura, e uma vez

empregada adequadamente, proporciona menor grau de reações indesejáveis e adversas.

Procura-se com esta pesquisa descrever a topografia vértebro-medular do jabuti de patas vermelhas, pois é sabido que o conhecimento morfológico das relações entre a medula e a coluna vertebral é de extrema importância para o emprego da técnica de anestesia epidural e/ou espinhal, ou seja, assentar bases morfológicas para aplicá-las no desenvolvimento de técnica de anestesia espinhal, que conseqüentemente venham favorecer a clínica, anestesia e cirurgia veterinária de répteis, e deste modo, gerar benefícios que acrescentem na qualidade do atendimento prestado a esses animais.

Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para melhor compreensão deste capítulo, resolveu-se dividir a revisão de literatura em subcapítulos, os quais abordam respectivamente os estudos referentes aos aspectos morfológicos da coluna vertebral e da medula espinhal (anatomia), a anestesia espinhal e anestesia em quelônios de forma generalizada.

2.1 Sistema nervoso e topografia vértebro-medular

A descrição anatômica do sistema nervoso dos animais silvestres é de fundamental importância para o conhecimento dos aspectos morfológicos dessas espécies, quer no sentido evolutivo, quer no sentido de fornecer embasamento para abordagens clínico-cirúrgica e comportamental. O conhecimento morfológico das relações entre a medula e a coluna vertebral é de relevante importância para os médicos veterinários e biólogos, permitindo o conhecimento comparado a outras espécies silvestres e domésticas, principalmente no emprego de técnicas anestésicas e dentre elas a anestesia espinhal (SILVA et al., 2002).

Quando se refere a “topografia vértebro-medular”, é de extrema importância rever estruturas como a coluna vertebral e o canal vertebral (local por onde a medula se estende), o sistema nervoso central (encéfalo e medula espinhal), e os envoltórios da própria medula - para que se possam relacionar estas estruturas, o que torna o enfoque topográfico mais claro e aplicado.

2.1.1 A coluna vertebral e canal vertebral

Guibé (1970) relata a coluna vertebral dos répteis dividida em várias regiões. A região do pescoço é denominada região cervical; as vértebras que formam uma série de arcos constituem a região dorsal; aquelas que suportam as costelas conectadas com o íleo são as sacrais, terminando a coluna na região caudal. As vértebras cervicais e dorsais são freqüentemente chamadas de pré-sacrais. As duas primeiras vértebras através das quais a cabeça é articulada com a coluna vertebral, são estruturas especializadas, chamadas de Atlas e Áxis. As outras vértebras cervicais desenvolvem-se na região do pescoço, sendo estas as responsáveis pela livre movimentação da cabeça na coluna vertebral. Estas vértebras apresentam construção bastante diferenciada das vértebras da região dorsal. As vértebras dorsais podem ser bastante modificadas em virtude do desenvolvimento do casco, entretanto estas estruturas se fixam precocemente ao casco e em número quase não variam. A primeira e a última vértebra dorsal apresentam modificações de caráter especial, onde estas diferenciações ocorrem para as articulações com a última vértebra cervical e a primeira sacral.

Romer (1997) relata que as vértebras sacrais apresentam aspectos estruturais transicionais entre as vértebras dorsais e as caudais. Os quelônios apresentam estas vértebras bem desenvolvidas e com elementos bem formados. Elas são anquilosadas uma nas outras, mas não estão fusionadas a carapaça. Ocasionalmente, na última vértebra sacral, podem ocorrer modificações para a articulação com a primeira caudal, e excepcionalmente a vértebra caudal seguinte pode desenvolver-se como uma sacral, onde então, este animal terá um total de quatro vértebras. As vértebras caudais correspondem em seu desenvolvimento à

cauda como um todo. Embora possam existir diferenças na estrutura, as vértebras caudais proximais são geralmente maiores, e distalmente diminuem em tamanho, e os processos transversos dessas vértebras são bastante curtos. A cauda é essencialmente funcional, podendo ser reduzida, consistindo em uma série de vértebras curtas, cônicas que diminuem gradualmente em espessura. Em machos, é relativamente maior, apresentando formas variadas. O arco neural e o centro vertebral (corpo) se fusionam lentamente e podem permanecer separados por cartilagem.

Cada vértebra constituinte da coluna vertebral apresenta como partes principais – um corpo, um arco neural com uma apófise neural ou espinhosa, duas apófises transversais ou laterais, e superfícies articulares, devendo-se assinalar que as vértebras têm origem em oito placas cartilaginosas ou arcuálias – quatro de cada lado, sendo duas basidorsais, duas basiventrais, duas internodais e duas interventrais. Nos répteis as regiões da coluna são bem delimitadas (BARROS, 1971). Todos os répteis (exceto serpentes e lagartos ápodos) possuem cinco a sete vértebras cervicais, uma série de 15 a 18 vértebras dorsais, duas a cinco vértebras sacrais, e numerosas vértebras caudais (GUIBÉ, 1970; TROIANO, 1991).

A posição da coluna vertebral nos quelônios não é contínua horizontalmente na linha ântero-posterior, mas possui curvatura dorsoventral de significado funcional. Geralmente o tronco vertebral vai do ombro até a região pélvica – característica básica importante para o transporte do peso do tronco entre as pontes formadas entre os membros torácicos e pélvicos sem oferecer perigo à coluna dorsal. Posterior a região pélvica, a coluna está inclinada para baixo, curvando-se com a concavidade dorsal, contornando-a, mantendo a cauda suspensa do solo (ROMER, 1997).

Já o canal vertebral, de acordo com Molenaar et al. (1997) tem sua largura máxima no Atlas e se afunila rapidamente no sacro; ao longo do seu comprimento o canal apresenta sua maior expansão, onde acomoda as intumescências, de onde surgem os nervos que formam os plexos dos membros.

2.1.2 Sistema nervoso central – cérebro, medula espinhal e envoltórios meníngeos

Troiano (1991) retrata o sistema nervoso dos répteis composto de um cérebro, e uma medula espinhal. O cérebro é pequeno quando comparado ao dos mamíferos, não estando completamente na cavidade cranial. Divide-se em três partes principais: anterior, média e posterior, as quais estão unidas a elas um ou mais pares de nervos cranianos. Uma grande parte do cérebro anterior está formada pelos hemisférios cerebrais, com duas cavidades chamadas ventrículos laterais. A sua superfície é lisa, onde podem existir de dois a três pequenos e tênues sulcos. Cada hemisfério está alargado em sua parte anterior formando o bulbo olfatório. Uma pequena área da superfície superior é considerada equivalente a do córtex dos mamíferos. Também formam parte do cérebro anterior a pineal e o hipotálamo. O cérebro médio é o centro controlador e realiza as funções do córtex dos mamíferos. O cérebro posterior está composto por um pequeno cerebelo desprovido de lóbulos e a medula oblonga, de importância na regulação e controle da atividade do nervo vago.

É na classe dos répteis que se acentua o crescimento dos hemisférios cerebrais. Barros (1971), afirma que o cerebelo é desenvolvido, mas só apresenta a parte mediana.

A medula espinhal tem duas funções principais, comuns a todos os vertebrados: a integração do comportamento reflexo, que ocorre no tronco e nas extremidades, e a condução de impulsos nervosos, para o encéfalo e a partir dele. A integração do comportamento reflexo é uma resposta estereotipada, isto é padronizada, a um estímulo sensorial. Ele é inato e ocorre do mesmo modo em todos os indivíduos de uma espécie. Um grande número de reflexos de diferentes graus de complexidade participa da regulação do meio interno, bem como da realização de movimentos padronizados, por exemplo o de locomoção. Já a condução de impulsos para o encéfalo a partir da medula espinhal, pode ser obtida uma vez que os mecanismos integradores básicos estão contidos na própria medula espinhal. No entanto, sob a influência do encéfalo, os reflexos espinhais podem ser modificados ou inibidos, o que resulta em maior complexidade comportamental. O grau de controle do encéfalo sobre a medula depende do tipo de ambiente que o animal ocupa e de sua história evolutiva. Em geral a medula espinhal atua sobre o domínio do encéfalo (ROMERO, 2000).

A medula espinhal dos répteis origina-se caudal ao cérebro, estando contida no canal vertebral. Externamente, possui áreas extensas de substância branca que é rica em fibras as quais levam impulsos do cérebro para o corpo e do corpo para o cérebro. Tem diâmetro relativamente expressivo, do cérebro até a região sacral, que diminui ao longo da cauda, pois a partir desta região, necessita de número relativamente menor de células para carrear os reflexos locais. Normalmente, a medula espinhal distribui-se em uma curta distância da cauda, onde existem feixes de fibras que suprem esta região. Seu diâmetro não é uniforme em toda sua extensão, existindo uma dilatação na região cervical e lombar devido maior

expansão da substância cinzenta da medula, por possuir maior número de neurônios destinados à inervação da musculatura dos membros (ROMER, 1997).

Em descrição anatômica da medula espinhal de répteis, Anthony (1970), Kuhlenbeck (1975), Mader (1996) e Troiano (1991) afirmam que a medula espinhal se prolonga até o extremo da cauda, notando-se a ausência de estruturas como o filamento terminal e a cauda eqüina. Nestes animais, a medula forma dois engrossamentos clássicos: o cérvico-dorsal e o lombar, de onde surgem os plexos nervosos que irão inervar a musculatura dos membros torácicos e pélvicos.

Segundo Molenaar et al. (1997), a medula espinhal apresenta-se como uma estrutura alongada, mais ou menos cilíndrica, porém com alguns achatamentos dorsoventrais e algumas variações regionais de forma e tamanho. As variações mais importantes são espessamentos (intumescências) das partes que originam os nervos que suprem os membros torácicos e pélvico, e o filamento final caudal (o cone medular). Para eles, a medula está dividida em segmentos que correspondem aos somitos, pelas origens em série das raízes de nervos espinhais pares.

Dellmann e McClure (1986) descrevem a medula espinhal dividida em partes: cervical, torácica, lombar, sacral e caudal ou coccigeana. As partes mencionadas correspondem às áreas da medula espinhal nas quais os nervos espinhais cervicais, torácicos, lombares, sacrais e caudais estão conectados. Para eles, a medula espinhal pode ser dividida em segmentos. O segmento da medula espinhal é aquela parte onde um par de raízes do nervo espinhal entra e sai, sendo denominado de acordo com o par de nervos espinhais conectados a ele.

A superfície na medula espinhal apresenta um sulco mediano dorsal que, juntamente com a fissura mediana ventral, dividem a medula espinhal em uma metade esquerda e uma direita. O sulco mediano dorsal se continua com o septo

mediano dorsal na substância cinzenta, separando os funículos dorsais esquerdo e direito. Dos lados do sulco mediano dorsal, localizam-se os sulcos intermédios dorsais, que marcam o limite entre os fascículos cuneiforme e grácil, ambos inclusos no funículo dorsal. Lateralmente, os sulcos dorsolaterais marcam o ângulo dorsal que formam as raízes dorsais dos nervos espinais com a medula espinhal. Ventralmente, os sulcos ventrolaterais correspondem ao ângulo formado pelas raízes ventrais com a superfície ventral da medula espinhal (GIL, 1998).

De acordo com Hildebrand (1995), a medula espinhal é mais bem simplificada pela secção transversal. A substância cinzenta é interna e possui uma forma irregular, assemelhando-se a letra “H”. Os braços superiores do H constituem as colunas (ou cornos) cinzentas dorsais, e os braços inferiores, mais curtos e mais largos, as colunas (ou cornos) cinzentos ventrais. Os corpos celulares dos neurônios de associação que estabelecem sinapse com as fibras sensoriais somáticas encontram-se na face medial da coluna dorsal. Os corpos celulares dos neurônios de associação que estabelecem sinapse com as fibras sensoriais viscerais estão em uma parte menor, lateral e um pouco mais ventral da coluna dorsal. Os corpos celulares dos neurônios motores somáticos preenchem as colunas ventrais. Os corpos celulares dos neurônios motores viscerais encontram-se em uma região pequena, intermediária e lateral. As comissuras cinzentas, bem abaixo do canal central, formam o travessão dos “H” e transmitem fibras de um lado para outro da medula.

Anthony (1970) afirma que a substância branca externa está dividida em lados direito e esquerdo pelo sulco mediano dorsal e pela fissura ventral da medula. Cada metade encontra-se ainda dividida pelas colunas cinzentas em três funículos. O funículo dorsal encontra-se entre a coluna dorsal e o sulco mediano dorsal e

encaminha os axônios em direção ao encéfalo. O funículo ventral encontra-se entre a fissura ventral e a coluna ventral, e leva os axônios para longe do encéfalo. O funículo lateral está entre as colunas dorsal e ventral, encaminha as fibras em ambos os sentidos; as que vão em direção ao encéfalo, tendem a ser superficiais.

O sistema nervoso central (encéfalo e medula espinhal) encontra-se envolvido por três membranas que são denominadas meninges (gr. *Ménix*, Oíngos, membrana) (BARROS, 1971), classificadas em paquimeninge, e leptomeninges. A paquimeninge é representada pela dura-máter e as leptomeninges pela aracnóide e a pia-máter (GIL, 1998). A dura-máter é a meninge mais superficial e forma uma envoltura fibrosa separada do periósteo e das vértebras, do canal vertebral, pelo espaço epidural. Entre a dura-máter e a parede do canal vertebral se localiza o plexo venoso vertebral interno, responsável pela drenagem da medula espinhal. Após a dura-máter, e unida a ela, encontra-se a aracnóide. O espaço virtual limitado entre estas duas membranas recebe o nome de espaço ou cavidade subdural. Esta membrana envolve a medula espinhal e as raízes dos nervos espinais. O término da aracnóide se referencia pelo aspecto de “teia de aranha”, e de uma estrutura trabecular que une a aracnóide com a meninge mais interna, a pia-máter. Esta, por sua vez, adere-se intimamente ao parênquima da medula espinhal e às raízes nervosas. A aracnóide e a pia-máter limitam o espaço subaracnóideo, que é ocupado pelo líquido cefalorraquidiano (LCR), que banha a medula espinhal e o encéfalo (DELLMANN; GIL, 1998; MCCLURE, 1986; MOLENAAR, 1997). O LCR protege o sistema nervoso central contra danos quando há impacto sobre a cabeça ou dorso. Esse líquido também é responsável pela nutrição das células endoteliais (HILDEBRAND, 1995). No espaço subaracnóideo localizam-se as artérias que vascularizam a medula espinhal, que emitem ramos que se introduzem

no parênquima nervoso, acompanhadas da pia-máter no seu trajeto inicial (DELLMANN; GIL, 1998; MCCLURE, 1986; MOLENAAR, 1997).

2.2 Anestesia Espinhal

A anestesia é uma das áreas que mais tem se desenvolvido nos últimos anos na Medicina Veterinária. Diversos profissionais têm-se preocupado com a qualidade da anestesia oferecida a seus pacientes, o tipo de procedimento realizado e as possíveis repercussões sistêmicas (FANTONI; CORTOPASSI, 2002).

Com a evolução da anestesia geral injetável e da anestesia geral inalatória, a utilização da anestesia regional se tornou menos freqüente na anestesia veterinária de pequenos animais - animais domésticos. Embora a freqüência deste tipo de anestesia esteja diminuída, podem-se ainda enumerar várias vantagens da anestesia regional: o índice de mortalidade e morbidade menor quando comparado ao da anestesia geral (CHRISTOPHERSON et al., 1993); a necessidade de intubação endotraqueal é praticamente inexistente (URBAN; URQUHART, 1994); há analgesia pós-operatória (QUANDT; RAWLINGS, 1996); redução do estresse cirúrgico através da eliminação dos estímulos dolorosos aferentes do local da operação, além do bloqueio dos nervos simpáticos eferentes até as glândulas endócrinas e metabólicas que são vistas após atos cirúrgicos (BROWN, 1985; SCOTT, 1991).

A anestesia espinhal pode ser realizada mediante dois tipos de bloqueio, tais sejam: o bloqueio epidural e subaracnóideo. Estes bloqueios quando bem indicados, oferecem uma anestesia de boa qualidade, com poucos efeitos adversos ao paciente. Os níveis de bloqueio necessários são de extrema importância para a

escolha do tipo de técnica que deve ser empregada, uma vez que o bloqueio subaracnóideo e epidural levam os pacientes a diferentes alterações fisiológicas (GREENE, 1982).

Quando se decidir entre uma técnica e outra, deve-se levar em conta o tempo de cirurgia e o uso de técnica contínua ou não. Se o procedimento é curto, e se deseja início mais rápido, é mais prático o bloqueio subaracnóideo. Se o procedimento requer maior analgesia pós-operatória a epidural estaria bem indicada, além disso, vários fatores devem ser avaliados para se concluir sobre a melhor indicação (ORTENZI; TARDELLI, 1996).

A anestesia epidural ou peridural é obtida por injeção de anestésico local no espaço epidural, espaço compreendido entre a dura-máter e o canal vertebral, e é técnica de anestesia regional utilizada com bastante frequência em animais domésticos, devido à sua facilidade e relativa segurança (INTELIZANO et al., 2002).

A anestesia epidural se estabelece da seguinte maneira: inicialmente, através do espaço epidural, são atingidos os nervos espinhais que passarão pelos forames intervertebrais, obtendo-se um bloqueio paravertebral múltiplo (KLIDE, 1992; MASSONE, 1999); segue-se dentro do espaço epidural o bloqueio dos ramos nervosos e gânglios; difusão na dura-máter; difusão e absorção seletiva nos ramos ventrais e dorsais, região de drenagem linfática ativa. Seletivamente, os anestésicos locais bloqueiam as fibras nervosas na seguinte seqüência: fibras pré-ganglionares autônomas ocorrendo bloqueio simpático; fibras térmicas, fibras sensoriais, fibras do tato, fibras de alta pressão, fibras motoras e fibras de sensibilidade vibratória e impulsos propioceptivos (MASSONE, 1999). Klide (1992) e Versal, Cribb e Frketic (1996) afirmam que a via epidural é utilizada não apenas para fins de anestesia, mas também para analgesia.

Pode-se afirmar que a anestesia epidural é uma alternativa efetiva e prática em muitas situações, principalmente em casos de animais que apresentam algum fator de risco aos anestésicos inalatórios ou intravenosos (SKARDA et al., 1995). A anestesia epidural reduz as doses da medicação pré-anestésica ou, dependendo do procedimento, diminui as doses dos fármacos no período trans-cirúrgico, evitando assim, a ocorrência de efeitos depressores desencadeados pela anestesia intravenosa ou inalatória, além de proporcionar recuperação mais rápida com analgesia residual (INTELIZANO et al., 2002).

Quandt et al. (1996) e Skarda (1996) descrevem como indicações para a anestesia epidural nos animais domésticos, cirurgias nos membros pélvicos, coxal, região anal, perianal e caudal. Massone (1999) também relata como indicações as cirurgias obstétricas, em intervenções sobre o reto, assim como serventia em cirurgias ortopédicas em pacientes de alto risco, nos quais a anestesia geral possa ser desaconselhável.

A anestesia subaracnóidea é induzida com a finalidade precípua de interromper as fibras aferentes nociceptivas A delta e C (raízes dorsais) que servem a modalidade da dor. Ao mesmo tempo as fibras aferentes proprioceptivas e simpáticas (raízes dorsais) e fibras motoras e simpáticas são bloqueadas. O bloqueio das fibras motoras e proprioceptivas é desejável pois melhora as condições operatórias e conforto ao paciente. Os impulsos nociceptivos víceros-sensitivos nas fibras simpáticas aferentes viajando pelo tronco simpático devem ser interrompidas a fim de que o paciente permaneça em conforto durante o procedimento cirúrgico. Desde que estas fibras entram na medula subaracnóidea pela raiz dorsal, são bloqueadas juntamente com as demais fibras desta estrutura (COVINO; LAMBERT, 1993).

A anestesia subaracnóidea (ou raquidiana) é uma anestesia produzida pela injeção do anestésico local no espaço subaracnóideo. A colocação do anestésico diretamente no líquido propicia o contato entre tais agentes e a medula espinhal, determinando uma curta latência. A concentração de anestésico local diminui em função da distância, fato esse que pode explicar a diferença entre os níveis de bloqueio: o simpático, dois dermatômos acima do sensitivo, e este, dois acima do motor, lembrando que as fibras mais sensíveis podem ser bloqueadas com menor quantidade de anestésico. Dependendo do nível segmentar do bloqueio simpático, pode haver hipotensão. O fenômeno principal não é uma vasodilatação arteriolar, pois o decréscimo observado na resistência vascular sistêmica é da ordem de 15%. A alteração cardiovascular mais importante é a perda do tônus venoso com aumento de sua capacidade e conseqüentemente a diminuição do retorno venoso. Bradicardia também pode ocorrer se houver bloqueio das fibras pré-ganglionares simpáticas cardioaceleradas. Também pode haver dificuldade respiratória por bloqueio dos músculos intercostais, mas a falência respiratória só ocorre com níveis excessivamente altos, e se deve principalmente a uma paralisia isquêmica dos centros respiratórios medulares, após hipotensão e redução do fluxo sanguíneo cerebral (ORTENZI; TARDELLI, 1996).

Para Massone (1999) a anestesia subaracnóidea é uma anestesia espinhal, segmentar, na qual se deposita o anestésico na região subaracnóidea, entrando em contato direto com o líquido cefalorraquidiano. Esse tipo de anestesia é recomendado, apesar de ser uma técnica delicada, em pacientes que requeiram manipulações obstétricas, de alto risco, animais que devam ser submetidos a cirurgias abdominais, retro-umbilicais e que estejam de estômago repleto ou em animais que devam permanecer acordados. Está contra-indicada em casos de

hipotensão arterial ou estados de choque, convulsões, septicemias, choques hemorrágicos ou meningites, anemias ou hipovolemias, alterações anatômicas da coluna ou animais idosos. Esta técnica possui vantagem maior sobre a anestesia epidural, pois o seu relaxamento é superior, por agir diretamente em nível das raízes espinhais, entretanto seu período hábil é mais curto, pois é injetado na corrente liquórica.

2.2.1 Anestésicos locais

Os anestésicos locais são amplamente empregados uma vez que promovem adequado bloqueio da condução nervosa, ocasionando assim, analgesia e bloqueio motor. As características ideais de um anestésico local seriam: resistir às esterilizações, ter ação reversível sem seqüelas, oferecer período hábil anestésico (cirúrgico) conhecido, não ser irritante nem tóxico, ter preço razoável, ser estável e solúvel em água, e ser compatível com vasopressores (INTELIZANO et al., 2002).

Os anestésicos locais causam bloqueio reversível da condução dos impulsos através dos nervos que promovem mudança na membrana nervosa que impede a despolarização e, por conseguinte bloqueiam a propagação nervosa pelo processo denominado estabilização de membrana. Isto é conseguido através do impedimento da abertura dos canais de sódio, mantendo a membrana em estado completamente polarizado. A proporção entre as formas ionizadas/não ionizadas depende do pKa, de cada fármaco acima de 7.4 e quanto maior for o valor de pKa, menor será a quantidade presente da forma não ionizada. Desta forma, os anestésicos com pKa mais baixos tem latência menor porque uma grande fração das moléculas está na forma não-ionizada e, assim, difundem –se mais facilmente através das membranas,

constituídas de uma bi-camada lipídica. No entanto, para que os anestésicos locais possam atingir os canais de sódio é necessário dissociarem-se novamente na forma carregada, e assim, impedir o influxo desse íon (SCOTT, 1991).

As diferenças no tempo de instalação do bloqueio em relação ao tipo de nervo são tão importantes na prática clínica que se estabeleceu uma sequência de anestesia clínica. O bloqueio dos nervos periféricos, em geral, instala-se na seguinte ordem: bloqueio simpático com vasodilatação periférica e aumento da temperatura cutânea; perda da sensibilidade dolorosa térmica; perda da propriocepção; perda da sensibilidade ao tato e à pressão; paralisia motora (BOYES, 1975).

Há diversos agentes anestésicos locais disponíveis que variam em relação à potência, duração da ação e toxicidade. Os fármacos mais comumente utilizados são a lidocaína e a bupivacaína. A lidocaína possui potência moderada e promove efeito por 60 a 180 minutos. Já a bupivacaína, promove efeito por período mais prolongado (ao redor de 360 a 480 minutos) (MUIR, 2001). Klide (1992) e Versal, Cribb e Frketic (1996) relataram a utilização de fármacos de diferentes grupos farmacológicos como a quetamina, alfa-2 agonistas, opióides, além de outros que têm sido avaliados.

2.3 Anestesia em quelônios

Os médicos veterinários que tratam répteis freqüentemente se deparam com situações que requerem contenção química ou anestesia. A sedação e a anestesia podem ser requeridas nos quelônios que estão fechados em um casco, nos répteis grandes e ferozes, ou até mesmo para um exame físico mais detalhado.

Anestesiando quelônios é uma difícil tarefa; seu fluxo sanguíneo e metabolismo baixo resultam em longos períodos para indução da anestesia, além de depressão anestésica e períodos de recuperação prolongados. A habilidade que estes animais possuem de suspender voluntariamente a respiração por períodos longos dificulta a administração de anestésicos. Estes problemas indicam que pesquisas sobre procedimentos anestésicos efetivos em tartarugas devem ser mais abrangentes e imediatas (MAXWELL, 1989).

Outro problema em relação aos quelônios é a dor. É missão dos veterinários promoverem o alívio da dor, onde a anestesia é um dos artifícios que os auxiliam neste sentido. A anestesia também é freqüentemente indicada para auxílio em diagnóstico, uma vez que a sedação e anestesia facilitam a realização de exames físicos e complementares com maior riqueza de detalhes (BOYER, 1998).

O interesse particular para o anestesiológico que trata de quelônios é seu sistema respiratório. Algumas peculiaridades desse sistema devem ser destacadas: o volume total dos pulmões é maior em répteis que nos mamíferos, mas a troca de gases que acontece nos pulmões é menor nos répteis, quando comparados a mamíferos de mesma massa corpórea; devido à ausência do funcionamento do diafragma, a força, que leva o ar para os pulmões e sacos aéreos, é realizada pela ação dos músculos respiratórios; sobre a expiração, o volume dos pulmões e dos sacos aéreos é reduzido pela contração da musculatura intercostal, criando pressão positiva e forçando a saída dos gases para a atmosfera; a habilidade para mudar a pressão e volume pulmonar é consequência da movimentação dos membros torácicos e pélvicos (SCHUMACHER, 1996).

Green (1979) e Hall e Clarke (1991) relatam que os quelônios apresentam vários problemas anestésicos relacionados à fisiologia de seu sistema respiratório.

Suas taxas metabólicas basais são muito baixas (que variam com a temperatura ambiente) e sua capacidade de retrair membros e cabeça em seu casco inviabiliza o uso de máscara, tornando a indução por meio de agentes anestésicos inalatórios mal sucedidas, uma vez que estes animais podem chegar a sobreviver com poucos movimentos respiratório por hora.

A anatomia e fisiologia do sistema respiratório de répteis e a resposta que estes apresentam para muitos dos agentes anestésicos utilizados, pode representar um grande desafio para a medicina veterinária. No passado eram utilizados métodos como a sedação com éter e a contenção com a hipotermia, que na realidade acabavam ocasionando sérios problemas metabólicos, necrose cerebral, além de serem considerados desumanos e antiéticos (THURMON et al., 1996). Skarda et al. (1995) afirmam que em procedimentos anestésicos para quelônios, nunca se deve utilizar a hipotermia, pois deprime as funções corpóreas e o sistema imunológico, além de aumentar o período de recuperação e não promover analgesia.

A temperatura corpórea e tamanho do corpo também são importantes considerações em anestesia de ectotérmicos com agentes injetáveis e/ou inalatórios. É essencial entender dois princípios quando anestésiar répteis:

- se tratando répteis, que são animais ectotérmicos, com alguns agentes terapêuticos não há resultados constantes (seguros) sem o entendimento da dependência de dosagem, distribuição, excreção e a compreensão da variação da temperatura corpórea, que é dependente da temperatura ambiente;

- na ordem, devem-se manter efetivos os níveis sangüíneos dos fármacos (mg/kg) que serão maiores e necessitarão serem administrados mais freqüentemente para espécies menores (PADDLEFORD, 1999).

Este mesmo autor refere à importância do conhecimento dos aspectos da temperatura corpórea, pois:

- o metabolismo dos répteis apresenta-se mais eficiente quando a temperatura corpórea, na maioria das espécies, alcança valores ao redor de 37°C;
- alguns répteis podem sobreviver por vários períodos de tempo com a temperatura corpórea reduzida e com o animal em estado de torpor ou hibernação;
- é essencial a manutenção do réptil em temperatura controlada (na referida temperatura ideal 37°C), quando anestesiados com agentes injetáveis ou inalatórios;
- os répteis quelônios devem ser mantidos em temperatura superior ao do ambiente, pois algumas funções orgânicas são inertes a temperaturas inferiores ou iguais ao do próprio ambiente;
- estágio metabólico “ótimo” pode ser determinado pela temperatura cloacal (que deve estar entre 27° a 30°C) e determinação da frequência cardíaca (que pode ser determinada com Doppler Ultra-sônico).

2.3.1 Anestesia regional

No que se refere à anestesia regional, Maxwell (1989) afirma que esta técnica é particularmente viável em quelônios, uma vez que permite a utilização para um baixo nível de anestesia durante a cirurgia e conseqüentemente torna o período de recuperação mais curto.

Segundo Schumacher (1996), a pele dos répteis é muito sensível ao estímulo doloroso e o uso de anestesia local para remoção de abcessos, reparo de lacerações de pele, e outros procedimentos menores é bastante recomendado. Sugere que em muitos répteis, a combinação da contenção física com o uso de

anestesia local é a prática realizada que diminui o período de recuperação pós-anestesia.

Da literatura pesquisada especializada em clínica, anestesia e cirurgia em répteis, somente Fontenelle et al. (2000) referenda a anestesia epidural, que pode ser uma alternativa para procedimentos cirúrgicos comuns na clínica, uma vez que a mesma adequadamente empregada, oferece boa margem de segurança e promove efeitos regionais, proporcionando assim, recuperação mais rápida.

2.3.2 Anestesia injetável e inalatória

Tanto os agentes anestésicos injetáveis como os inalatórios são clinicamente utilizados com margem de segurança, possibilitando a execução de inúmeros procedimentos cirúrgicos (MADER, 1996). Quanto ao tipo de procedimento anestésico, são de eleição para os quelônios: anestesia geral inalatória e a anestesia dissociativa.

Schumacher (1996) afirma que répteis são comumente anestesiados com anestésicos injetáveis. Estes fármacos oferecem vantagens como à facilidade de administração e custo relativamente baixo. A maior desvantagem dos agentes injetáveis é que, uma vez administrados, a depressão anestésica proporcionada pela anestesia é de difícil controle, e os efeitos desfavoráveis não são prontamente reversíveis. Além disto, o período de recuperação torna-se mais longo, que pode compreender vários dias. A recuperação dependerá do fármaco e da espécie anestesiada. Os anestésicos injetáveis, são comumente administrados por via intramuscular, necessitando de doses maiores quando empregados através da via intravenosa.

Para a anestesia dissociativa, Green (1979), Hall e Clark (1991) e Troiano (1991), citam a quetamina como fármaco de escolha, embora este agente não promova relaxamento muscular. Boyer (1998), Konh, Wixison e Benson (1997) indicam a associação da quetamina com tiletamina-zolazepam em procedimentos cirúrgicos menores. Schumacher (1996) relata a administração de anestésicos dissociativos em associação com benzodiazepínicos, que segundo este autor, é o protocolo anestésico de escolha.

Paddleford (1999) propõe como os seguintes protocolos de anestesia dissociativa para quelônios: a- a quetamina como agente anestésico exclusivo; b – quetamina mais xilazina (20-100mg/kg); c – quetamina com metomidina; d – tiletamina-zolazepam mais metomidina com quetamina (100mg/kg); e - tiletamina-zolazepam (100mg/kg).

A quetamina é amplamente utilizada como anestésico injetável em répteis de modo geral, produzindo anestesia moderada em várias espécies (FLECKNELL, 1987). Em quelônios, este fármaco tem sido utilizado comumente sozinho, ou associado ao diazepam ou midazolam para promover sedação ou anestesia (SCHUMACHER, 1996). A quetamina (22-44mg/kg i.m ou s.c) produz boa sedação. Em doses de 55-88mg/kg/i.m, é utilizada para procedimentos cirúrgicos. A indução ocorre entre 10-30 minutos, mas a recuperação pode ser prolongada, alcançando período superior a 96 horas. Recomenda-se a utilização da quetamina em associação com o dizepam (0,2-1mg/kg i.m) ou midazolam (em doses superiores a 2mg/kg i.m), para o relaxamento muscular. A quetamina (10-30mg/kg i.m) é rotineiramente administrada em associação com o butorfanol (0,5-1,5mg/kg i.m) para procedimentos cirúrgicos menores, assim como reparos no casco e traumatismo nos membros.

A associação de quetamina (100mg/kg) com xilazina (20mg/kg) deve ser utilizada em volumes equivalentes. Esta combinação é um aperfeiçoamento da técnica de quetamina utilizada isoladamente. Entretanto, é bastante útil para obtenção do relaxamento do pescoço e cabeça para o procedimento anestésico de intubação endotraqueal para anestesia inalatória (PADDLEFORD, 1999).

A tiletamina tem ação similar à da quetamina, mas apresenta-se de duas a três vezes mais potente. A tiletamina, quando administrada sozinha, causa rigidez muscular intensa. Entretanto, quando é associada ao zolazepam, produz anestesia, analgesia e relaxamento muscular, produzindo efeito anticonvulsivante e ansiolítico. Entre os répteis, muitas espécies respondem de forma variada a ação destes agentes. Em estudos com esta associação, doses superiores a 88mg/kg foram utilizadas para produzir anestesia. Nestes animais, o período hábil de anestesia alcançou em média 16 horas, com período de recuperação superior a 22 horas. Devido ao início rápido dos efeitos, a tiletamina-zolazepam pode ser muito útil com agente tranqüilizante, ou como agente de indução para manutenção com anestesia inalatória. A dose de 4-5mg/kg i.m promove sedação adequada fechamento de diagnóstico e procedimentos de intubação. Em muitas doses os animais ainda permanecem sensíveis à estimulação dolorosa, o que resulta em movimentação excessiva. Consequentemente, acaba por não ser adequado quando utilizado sozinho em anestesia de répteis (BENNETT, 1996).

Os benzodiazepínicos (diazepam, midazolam, zolazepam), que são utilizados comumente em associação com anestésicos dissociativos, são fármacos úteis em répteis, principalmente em associação com a quetamina e tiletamina. Os efeitos dos benzodiazepínicos, quando utilizados em anestesia são os seguintes: sedação e hipnose; efeito anticonvulsivante; relaxamento muscular e amnésia. Em

consequência disto, os benzodiazepínicos também podem ser utilizados não como coadjuvantes de uma anestesia, mas como tratamento de animais que foram introduzidos a um novo recinto (amnésia) ou tornaram-se agressivos ou necessitam de diminuição da atividade motora, apetite e disposição para beber (PADDLEFORD, 1999).

No atinente à anestesia geral injetável, o propofol torna-se o fármaco de escolha. Trata-se de um hipnótico de ação ultracurta comumente utilizado na anestesia de animais domésticos. A sua utilização é acompanhada por indução rápida, e período de recuperação rápido e tranquilo. As desvantagens da utilização deste fármaco incluem depressão cardiovascular e respiratória. Em répteis, a maior desvantagem é o requerimento da administração intravenosa, onde em algumas espécies até a colocação do cateter torna-se impossível, ou seja, a sua utilização em répteis é limitada aos animais em que o acesso venoso está estabelecido, e quando isto ocorre, este fármaco é o agente de indução de escolha principalmente para quelônios. A dose de propofol de 5-10mg/kg i.v é suficiente para induz a anestesia na maioria dos quelônios. Doses adicionais podem ser utilizadas para pequenos procedimentos, bem como na manutenção da anestesia (SCHUMACHER, 1996).

Durante a indução da anestesia, Skarda et al. (1995) relatam que nos répteis (quelônios) a excitação deve ser acompanhada através da monitorização. Muitos dos reflexos são acompanhados pelo relaxamento muscular que significa obtenção da “anestesia cirúrgica”, quando a extremidade da cauda e cloaca não retraírem quando pinçadas. Eles também citam que alguns quelônios acabam não apresentando estes reflexos, e que o único parâmetro indicador confiável é a frequência cardíaca, que diminui em até 80% do valor normal durante o

procedimento anestésico e relatam que os estágios da anestesia são similares aos dos mamíferos.

Mader (1996) afirma que as técnicas de anestesia inalatória têm se tornado prática comum em muitos quelônios, oferecendo vantagens sobre os anestésicos injetáveis. As vantagens da utilização de agentes inalatórios incluem melhor controle da depressão anestésica e indução e recuperação mais rápida que as produzidas pelos anestésicos injetáveis. Em muitos répteis a intubação endotraqueal é um procedimento fácil e pode ser realizado após a administração de anestésico injetável ou máscara de indução. Quando se utiliza agentes anestésicos inalatórios, recomenda-se o uso de um vaporizador calibrado, o que proporciona uma anestesia mais segura (SCHUMACHER, 1996).

Konh, Wixson e Benson (1997) citam o isoflurano como agente anestésico de preferência para o grupo dos répteis. Além do isoflurano, Flecknell (1987), Frye (1991), Green (1979) e Mader (1996), enfatizam o halotano como fármaco de bastante eficácia para anestesia inalatória de quelônios.

O isoflurano é um anestésico de propriedade similar ao halotano, mas possui efeitos depressores menores no sistema circulatório, quando comparado a outros anestésicos inalatórios. Em répteis debilitados, o isoflurano é o agente anestésico de escolha. Em virtude de este agente promover uma indução e um período de recuperação mais rápido, este agente pode ser oferecido isoladamente (SCHUMACHER, 1996). Este fármaco é eliminado exclusivamente por via respiratória (pulmões), portanto causa efeitos adversos mínimos no metabolismo (PADDLEFORD, 1999). A sua utilização é recomendada para procedimentos anestésicos de longa duração (SKADA et al., 1995). A concentração de 4 a 5 % de isoflurano em 3-4L/min de oxigênio tem sido utilizada para indução de anestesia em

seis a vinte minutos. A manutenção de 1,5-4% de isoflurano resulta em uma recuperação num período de trinta a sessenta minutos em quelônios (BENNETT, 1996). Os planos de anestesia geral com o isoflurano evidenciam-se com progressivo relaxamento muscular da cabeça até a cauda (PADDLEFORD, 1999).

O halotano é um hidrocarboneto fluoretado, sendo muito insolúvel e de ação rápida. Assim como o isoflurano, produz moderado relaxamento muscular e depressão cardio-respiratória (SCHUMACHER, 1996). Este fármaco pode ser utilizado na indução anestésica através da utilização de um vaporizador calibrado, com o método de fluxo baixo. O retorno ocorre usualmente em aproximadamente dez minutos depois do término da anestesia. A 20°C a concentração máxima que pode ser alcançada com halotano é de 3,2%. A indução ocorre em um período de cinco a 33 minutos e tem duração de cinco a vinte minutos. Estes períodos podem ser prolongados se a temperatura envolvida estiver na margem de 24-30°C.

Segundo Green (1979), embora estes agentes sejam seguros, deve-se atentar aos efeitos adversos e a depressão que eles promovem no sistema nervoso central. Mader (1996) relata que, durante o procedimento anestésico, os movimentos respiratórios, por exemplo, chegam a ficar entre dois a quatro por minuto, onde fisiologicamente o normal seria de 10 a 20 mr/min; além do tempo de recuperação, que em alguns casos pode ser maior em média, que 24 horas. Ressalta-se também, a depressão cardiovascular (BENNETT, 1996; PADDLEFORD, 1999; SKARDA et al., 1995).

Objetivos

3 OBJETIVOS

- Descrever a topografia vértebro-medular do *G. carbonaria*, através da macro e microscopia de luz;
- Contribuir com o estudo da anatomia comparada de animais silvestres;
- A partir dos achados morfológicos, desenvolver, analisar e padronizar técnica de anestesia espinhal para esta espécie, que conseqüentemente, venha a favorecer a clínica, anestesia e cirurgia veterinária de répteis, e deste modo gerar benefícios que aumentem a qualidade do atendimento prestado a estes animais.

Material e Método

4 MATERIAL E MÉTODO

Antes do início da descrição metodológica desta pesquisa, é importante ressaltar que a metodologia utilizada encontra-se dentro das normas de bioética de experimentação animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Além, disso, os protocolos farmacológicos adotados para esta dissertação contam com a autorização do IBAMA (Instituto Brasileiro de do Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis) mediante Licença nº 02027.021070/03-80.

Esta pesquisa foi realizada em duas etapas, as quais compreenderam:

- Dissecção e preparo das peças;
- desenvolvimento de técnica de anestesia espinal.

4.1 Amostragem (estudo morfológico)

A amostragem foi composta de seis animais adultos (quatro machos e duas fêmeas), de diferentes idades, provenientes do Estado do Maranhão, que foram doados a esta pesquisa através do Núcleo de Pesquisa e Preservação de Quelônios da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), após óbito por causas naturais. Além destes, dois animais adultos (um macho e uma fêmea) foram doados, após óbito, a este trabalho pela Fundação Parque Zoológico de São Paulo, os quais foram macerados e utilizados para estudos osteológicos. Os animais apresentaram peso que variou entre 3.0 kg e 5,5 kg (com média de 3,5 kg para as fêmeas e 4,5 kg para os machos).

4.2 Dissecção e preparo das peças

Esta etapa do experimento foi realizada junto ao Laboratório de Anatomia Veterinária do Curso de Medicina Veterinária do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA.

4.2.1 Lavagem sistêmica e fixação do material

Com a artéria carótida comum canulada, realizou-se a lavagem do sistema arterial com solução salina aquecida a 37° C, o que objetivou a retirada do sangue, que consequentemente favoreceu a fixação. Em seguida, através da mesma artéria, administrou-se solução de formaldeído a 20%, para preservação do material. Também eram realizadas injeções intramusculares de formaldeído a 10% com agulha 27x7 na musculatura do pescoço, cauda e dos membros, com devido cuidado com as regiões axilar e inguinal, para prevenção quanto à formação de hematomas, que dificultava a dissecção dos nervos dos plexos braquial e lombossacral. Ressalta-se que, ainda durante o processo de fixação, os animais foram mantidos em calha, em decúbito dorsal, com pescoço, membros e cauda estendidos.

4.2.2 Descalcificação da carapaça

Nesta fase objetivou-se tornar a carapaça mais flexível, o que facilitou o acesso dorsal da coluna vertebral e medula espinhal, e para isto, utilizou-se solução descalcificadora modificada. Essa solução foi composta de ácido clorídrico, ácido

acético, álcool e água nas proporções de 1/2: 1/2: 1/4: 1/4, respectivamente. As peças então formolizadas, foram emersas nesta solução por um período que variou entre 36 e 48 horas. A descalcificação adequada foi confirmada utilizando cizel, através de teste de resistência.

4.2.3 Acesso dorsal a coluna vertebral e medula espinhal

Decorrido o período de descalcificação, as peças foram lavadas em água corrente por uma hora, e em seguida, iniciou-se o processo de abertura dorsal da carapaça. Para tanto, utilizou-se cizel e com auxílio de martelo ortopédico, as placas córneas e as camadas ósseas, que formam a carapaça, foram retiradas cuidadosamente uma a uma. A retirada das camadas ósseas ocorria em uma faixa retangular, que era traçada paralelamente ao eixo mediano, lateralmente a coluna vertebral e horizontalmente aos membros torácicos e pélvicos (Figuras 1 e 2), o que favorecia o acesso aos nervos dos plexos braquial e lombossacral. As partes ósseas, que estavam em contato com a coluna vertebral através do processo espinhoso das vértebras torácicas foram retiradas cuidadosamente com a utilização de cizel, para que não houvesse destruição ou fraturas na coluna vertebral.

Em seguida, esse material foi conservado em solução de formaldeído a 10% por um período de 24 horas. Decorrido esse período, lavou-se as peças em água corrente, e iniciou-se o processo de dissecação da musculatura dorsal, nervos e gânglios dorsais e estruturas adjacentes à coluna vertebral. O material retornou a solução descalcificadora modificada, por um período que variou de 24 a 36 horas. O objetivo foi a descalcificação dos ossos da coluna vertebral, o que tornou a desarticulação dos arcos vertebrais mais facilitada, e diminuiu a possibilidade de

lesões ou destruição da medula espinhal durante o processo de abertura e exposição do canal vertebral. Este acesso foi realizado em 60% da amostragem (dois machos e uma fêmea).

Figura 1 – Representação esquemática do jabuti das “patas vermelhas” evidenciando processo de dissecção para acesso a coluna vertebral por vista dorsal. Áreas destacadas em azul representam os locais onde a carapaça foi retirada para tal acesso.

Figura 2 – Dissecção da medula espinhal do *G. carbonaria* em vista dorsal

4.2.4 Acesso ventral a coluna vertebral e medula espinhal

Para este acesso, após fixação, desarticulou-se a ponte óssea que une a carapaça ao plastrão ventral, com serra elétrica. Em seguida, prosseguiu-se com a retirada dos órgãos e musculatura da cavidade celomática, com bisturi, pinças e tesouras. Desarticulou-se então a superfície pélvica, retirando-a, o que favoreceu a visualização da coluna torácica, sacral e caudal. Logo após, dissecou-se a musculatura dorsal, nervos dorsais e estruturas adjacentes à coluna vertebral.

Este material foi conservado em formaldeído a 10%, por um período de 24 horas e em seguida, após lavagem em água corrente, foi submetido à solução descalcificadora modificada por 24 a 36 horas. Este acesso foi realizado em 40% da amostragem (um macho e uma fêmea).

4.2.5 Abertura do canal vertebral

Após a segunda descalcificação, lavou-se o material em água corrente por trinta minutos e iniciou-se então a desarticulação dos arcos vertebrais, que foi realizado com o auxílio de uma tesoura oftálmica Castroviejo, e pinça anatômica de dissecação. Essa etapa foi realizada com bastante cuidado, uma vez que, se a secção fosse realizada erroneamente, perdiam-se as raízes nervosas, relações topográficas e sintopia vértebro-medular.

Em seguida, sobre lupa circular de luz fria continuou-se o processo de dissecação, com a secção da dura-máter, para evidenciar as radículas, raízes nervosas, e os nervos formados por elas. Os resultados foram anotados e fotografados para comprovação científica dos achados.

4.2.6 Técnica de coloração substância branca e cinzenta

Posteriormente, dois exemplares (um macho e uma fêmea) foram submetidos à microscopia de luz, segundo rotina e técnica do Laboratório de Histologia do Setor de Anatomia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, onde a medula espinhal foi seccionada em cinco pontos: na intumescência cervico-torácica, na intumescência tóraco-sacral; na região cranial, média e caudal da cauda. Estes segmentos de medula espinhal foram fixados em solução de formaldeído a 10%, embebidos em parafina e as secções de 5µm foram coradas em Hematoxilina-Eosina, de acordo com o protocolo de rotina do referido Laboratório. O material foi analisado através de microscopia de luz, e fotografados para devida comprovação científica.

4.2.7 Maceração

Dentre a amostra, dois exemplares, um macho e uma fêmea, foram doados a esta pesquisa pela Fundação Parque Zoológico de São Paulo. Como o processo de conservação foi inviável para o trabalho com o sistema nervoso, optou-se por utilizar este exemplar para estudo osteológico da coluna vertebral.

O processo de maceração utilizado foi o biológico, onde o animal foi colocado com água, em balde com tampa, por 21 dias, onde o processo de putrefação ocorreu mediante ação microbiana. Um cordão de aço foi passado no canal vertebral, para que após o término do processo, não houvesse perdas de ossos menores da coluna vertebral, assim como relações entre eles. Ressalta-se, que antes do início deste processo, a ponte óssea que une a carapaça ao plastrão

ventral foi retirada, com utilização de uma serra elétrica para que se tivesse acesso aos ossos da coluna vertebral por vista ventral. Após esses dias, o esqueleto foi retirado, lavado e higienizado, secado sob luz solar por 12 horas e posteriormente foi montado.

4.3 Desenvolvimento de técnica de anestesia espinhal com base na anatomia macro/microscópica e imagem

A partir da fundamentação obtida através da etapa anterior, procurou-se desenvolver a técnica de anestesia, com o objetivo de estabelecer um padrão a ser empregado.

Foram utilizados oito animais adultos (quatro machos e quatro fêmeas) de diferentes pesos, provenientes do Orquidário de Municipal de Santos, registro IBAMA nº 01/35/96/2738-0.

4.3.1 Procedimento anestésico

O protocolo anestésico ao qual os animais foram submetidos teve como base o citado por Fontenelle et al. (2000), que consistiu na administração de 0,2 ml de lidocaína a 2% para cada 10 cm de carapaça.

4.3.1.1 Técnica da anestesia espinhal

O protocolo de anestesia consistiu primeiramente na retirada do comprimento da carapaça mediante utilização de fita métrica. Em seguida, realizou-se a contenção física do animal, e os mesmos foram colocados em decúbito dorsal.

Neste momento fez-se a assepsia e anti-sepsia da região caudal como medida de prevenção de possíveis infecções. Com o dedo indicador, levantou-se a ponta da cauda do animal, como uma espécie de alavanca, evidenciando-se então o terço médio desta estrutura, local este, onde se depositou o fármaco. O local de punção foi o espaço intervertebral coccígeo, compreendido entre a 15^a e 22^a vértebras, local este, onde o espaço articular entre as vértebras é maior e bem melhor evidenciado (Figura 3), e os processos transversos destas são referência para o local da administração do fármaco. Outra peculiaridade que estes animais possuem que facilitam a punção, são as junções que ocorrem nas placas córneas da derme, que também são pontos de referência para o espaço articular.

Após determinação do local, novamente realizou-se a assepsia e anti-sepsia da cauda e com seringa de 1ml e agulha 13x4.5, se depositou lentamente o fármaco no espaço pré-determinado. Neste espaço não é evidenciada nenhuma resistência à administração do fármaco. Em seguida, as devidas anotações foram realizadas e os parâmetros foram aferidos de acordo com a metodologia descrita. Ressalta-se que esta avaliação foi feita com o animal em decúbito dorsal e que o mesmo, permanecia nesta posição até o término do procedimento.

Figura 3 – Administração do fármaco no terço médio da cauda do *G. carbonaria*. Local indicado para a realização da anestesia espinal.

4.3.1.2 Avaliação da anestesia

- Analgesia

A analgesia foi avaliada através de estímulo doloroso induzido por pinçamento cutâneo. A resposta a estes estímulos foi graduada segundo o escore a seguir: 3 = intensa; 2 = moderada; 1 = leve e 0 = ausente.

- Relaxamento Muscular

O relaxamento muscular foi avaliado subjetivamente através da resistência à flexão de membros, e da observação de atividade muscular não induzida, segundo o escore proposto: 3 = intenso (flacidez muscular total); 2 = regular (discreto tônus muscular); 1 = leve (importante tônus muscular), e 0 = ausente (contrações durante manipulações).

- Avaliação dos períodos de latência, hábil e recuperação

O período de latência foi determinado através do tempo compreendido entre a administração do fármaco e a perda do tônus postural. Como o procedimento anestésico compreende duas fases distintas de analgesia e relaxamento muscular de membro pélvico e região caudal, esta análise dos períodos foi realizada individualmente, para os parâmetros acima citados, para as duas regiões (pélvica e caudal). O período hábil anestésico foi considerado como o intervalo de tempo em que o animal permaneceu completamente imobilizado quando submetido ao pinçamento de pele, ou seja, apresentava escore 3 ou 2 de analgesia. Sua análise foi realizada a semelhança do período de latência. O período de recuperação foi considerado desde o retorno de sensibilidade até a primeira tentativa de deambulação.

4.3.1.3 Delineamento experimental

Os parâmetros descritos foram mensurados a cada cinco minutos após a administração do fármaco, até o estabelecimento de escores 0 de analgesia e de relaxamento muscular.

4.3.1.4 Análise estatística dos resultados

Os valores obtidos foram confrontados estatisticamente através de provas paramétricas, através da análise de variância (ANOVA), seguida do teste “t” de student para a comparação dos diferentes tempos de observação de um mesmo

grupo. O grau de significância estabelecido para os dois testes estatísticos foi de 5% ($p < 0.05$). Os testes estatísticos foram realizados em programa de computador.

4.3.2 Análise dos resultados através de imagem – tomografia computadorizada

Para esta fase do experimento utilizaram-se quatro animais (dois machos e duas fêmeas) provenientes do Orquidário Municipal de Santos, os quais foram submetidos à técnica de tomografia computadorizada. Ressalta-se que o objetivo desta etapa foi fornecer subsídios e elucidar dúvidas quanto à aplicação da técnica de anestesia espinal.

Realizaram-se exames tomográficos dos animais na projeção dorso-ventral após injeção de contraste iodado hidrossolúvel não iônico Omnipaque 340[®] no espaço espinal, em nível de uma das articulações intercoccígeas compreendidas entre a 15^a e a 22^a vértebra caudal. O volume administrado foi equivalente a 50% do volume que seria normalmente utilizado para o bloqueio espinal, e a outra metade foi completada com lidocaína a 2%, para a confirmação do local.

4.3.2.1 Exame Tomográfico

Os exames tomográficos foram realizados no Serviço de Diagnóstico por Imagem do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

- Equipamento Tomográfico

O exame tomográfico da coluna vertebral foi realizado em equipamento CT-MAX 640¹ de terceira geração. As imagens foram fotografadas em câmera multiformato MFC640², nos filmes das marcas MN NIF Agfa IBF Medix³ e EIR-7⁴ tamanho 35x43cm, com seleções de janela e nível que permitissem adequadas dos campos. Estas seleções de janela e nível partiram de adequações dos valores propostos por Burk (1991) e Stickle; Hathcock (1993).

Os filmes foram revelados e fixados em Processadora Automática RPX-OMAT Processor.

- Técnica Tomográfica

Os animais foram submetidos ao exame tomográfico, sendo posicionados em decúbito ventral com a cabeça no *gantry* do aparelho para realização de corte transversal e com seu lado direito para realização de corte sagital. No momento zero do exame realizou-se o *scout* do animal (radiografia digital) para seleção da região onde foi realizado corte transversal e da linha média onde foi realizado um corte sagital.

O ajuste de técnica foi de 120kV e 55 a 77 mA, com 3 segundos de tempo de aquisição. A espessura dos cortes foi de 5 ou 10mm com incremento de 5 ou 10mm entre os cortes, dependendo do porte do animal, buscando-se atingir um

¹ General Electric

² IBF – Indústria Brasileira de Filmes

³ Kodak Digital Science TM

⁴ Eastman Kodak Company

número médio de 30 cortes, e em quatro animais (dois machos e duas fêmeas), foram realizados cortes adicionais de 2 a 5mm.

4.3.2.2 Análise do exame tomográfico

As análises do exame tomográfico dos animais estudados foram realizadas por médico veterinário radiologista, que levou em consideração aspectos morfológicos das estruturas ósseas da coluna vertebral, e medula espinhal, assim como a dispersão do contraste no canal medular.

Resultados

5 RESULTADOS

Para melhor compreensão deste capítulo, dividiram-se os resultados em dois subcapítulos, os quais abordam respectivamente os estudos referentes aos aspectos morfológicos (anatomia) e a anestesia espinal e tomografia computadorizada.

5.1 Morfologia da coluna vertebral e medula espinal

A coluna vertebral consiste de uma cadeia mediana, ímpar, de ossos irregulares que se estendem do crânio à extremidade da cauda. Encontra-se dividida em quatro regiões distintas: a cervical, que compreende as vértebras cervicais; a torácica, que compreende as vértebras torácicas, que anteriormente foram denominadas vértebras dorsais; a sacral, que diz respeito ao sacro, e caudal ou coccígea, com vértebras de mesmo nome. A fórmula da coluna vertebral nestes animais apresenta-se da seguinte forma: machos $C_7T_6S_4Ca_{27-29}$, e fêmeas $C_7T_6S_4Ca_{23-25}$.

5.1.1 Coluna vertebral

As vértebras cervicais são em número de sete. Estas vértebras apresentam-se cubóides, maciças e mais longas que as vértebras das outras regiões, diminuindo em tamanho até a última (Figura 4). Dentre elas, a modificação da sétima vértebra é bem evidenciada, onde esta se apresenta em formato achatado e alargado para a articulação com a primeira vértebra torácica, sendo bem menor que as outras da

região. As primeiras vértebras cervicais (Atlas e Áxis) não apresentam modificações bem evidenciadas, principalmente para articulação com a cabeça.

As vértebras torácicas, dorsais, estão dispostas em número de seis. Elas podem ser definidas como àquelas se articulam com as costelas. Apresentam-se de aspecto alongado e achatado, e todas elas estão fundidas ao casco (carapaça), por meio do seu processo espinhoso. Nelas o canal vertebral diminui em diâmetro. A primeira vértebra torácica dispõe de modificação evidente para articulação com a sétima cervical e também apresenta uma superfície articular para articulação com a clavícula (Figura 5). Na última vértebra torácica pode-se evidenciar pequena modificação de tamanho de forma para a articulação com a primeira sacral. O sacro é formado pela fusão de cinco vértebras sacrais. Apresenta-se de forma triangular, estando encaixado entre os íleos, os quais se articula firmemente de ambos os lados. A última vértebra sacral assemelha-se em formato à primeira caudal.

Já as caudais são variáveis em número, e de acordo com o sexo; os machos apresentam em média, quatro vértebras a mais que as fêmeas. Os machos apresentam 27-29 vértebras, e as fêmeas de 23-25. Estas vértebras formam a cauda, e da primeira à última, diminuem gradualmente em tamanho. As primeiras, apresentam corpos e processos transversos bem maiores que as demais. No terço médio da cauda, estas vértebras apresentam um achatamento dorsoventral bem evidenciado, e no final dela, os arcos tornam-se incompletos dorsalmente. Os processos transversos diminuem gradualmente e as vértebras ficam reduzidas a bastões cilíndricos de tamanho decrescente (Figura 6).

Figura 4 - *G. carbonaria*, em vista lateral, evidenciando a coluna vertebral cervical, assim como a estrutura das vértebras cervicais e a sua angulação na entrada da cavidade celomática

Figura 5 - *G. carbonaria*, - em vista ventrolateral., evidenciando a coluna vertebral torácica e sua articulação com a clavícula (→). Observa-se o aspecto alongado e achatado da vértebra torácica(→)

Figura 6 - *G. carbonaria*, - em vista dorsal, evidenciando a coluna vertebral caudal, onde se pode observar a estrutura das vértebras caudais (6A) e diminuição gradual do tamanho das vértebras (6B)

5.1.2 Medula Espinhal

A medula espinhal apresenta-se como uma massa alongada, de coloração esbranquiçada, com aspecto cilíndrico, ligeiramente achatada dorso-ventralmente, situada dentro do canal vertebral, preenchendo-o até a articulação entre a penúltima e a última vértebra caudal. Apresenta calibre não uniforme, por possuir duas dilatações, as intumescências cérvico-torácica e tóraco-sacral, de onde partem as raízes nervosas que irão originar os nervos dos plexos braquial e lombossacral, os quais enervam os membros torácicos e pélvicos, respectivamente.

Na sua extremidade rostral, é contínua com a medula oblonga (bulbo) e o 4º ventrículo (Figura 7). A medula espinhal ao longo das vértebras caudais, afila-se, terminando ao nível da articulação entre a penúltima e a última vértebra caudal (Figura 8 e Apêndice C). Este achado também foi confirmado através da histologia da medula da cauda, onde se pode evidenciar a presença de corpos de neurônios e células da neuroglia (Figura 9). Não foi observada a formação da cauda eqüina, assim como a formação do filamento terminal originado dos folhetos de revestimento.

Figura 7 - *G. carbonaria*, em vista dorsal, evidenciando o início da medula espinhal, caudalmente ao 4º ventrículo (→). Destacam-se os colículos rostrais (→), e os hemisférios cerebrais esquerdo (E) e direito (D), e a dura-máter, seccionada (*)

Figura 8 - *G. carbonaria*, em vista dorsal, evidenciando o término da medula espinhal, entre a articulação da última com a penúltima vértebra caudal. Destacam-se a medula espinhal (→), e o canal vertebral na extremidade final da cauda (→)

5.1.2.1 Caracterização da medula espinhal (Anatomia e Histologia)

A superfície da medula é marcada por dois sulcos longitudinais, que a percorrem em toda a sua extensão: sulco mediano dorsal e ventral. Na superfície ventral fica a fissura mediana ventral, na qual se invagina a pia- mãe, sendo o seu assoalho a comissura branca anterior. Nas superfícies laterais ficam o sulco lateral dorsal (local de entrada das raízes dorsais) e o sulco lateral ventral (local de emergência das fibras das raízes ventrais).

Morfológicamente, a substância cinzenta ocupa a posição central e apresenta a forma de uma borboleta ou de um H, embora os seus “braços” não sejam tão bem circunscritos. A substância branca, por outro lado, é composta de duas porções simétricas unidas na linha mediana (Figura 10).

5.1.2.2 Intumescência cérvico-torácica e intumescência tóraco-sacral

A medula espinhal apresenta-se de forma cilíndrica, ligeiramente achatada no sentido dorso-ventral. Seu calibre não é uniforme, devido a duas dilatações características: as intumescências cérvico-torácica (formada pelos segmentos medulares de C₅ a T₁) (Figura 11 e Apêndice A) e tóraco-sacral (formada pelos segmentos medulares de T₆ a Ca₁) (Figura 12 e 13 e Apêndice B), situadas nos níveis de origem dos nervos espinhais que enervam, respectivamente, os membros torácicos e pélvicos. Estas intumescências são produzidas pelo maior número de neurônios na substância cinzenta da medula e, portanto, de fibras nervosas que entram ou saem destas áreas e que são necessárias para a inervação dos membros, e irão originar os plexos braquial e lombossacral, respectivamente.

Figura 9 - Corte histológico da medula espinhal do *G. carbonaria*, em secção longitudinal do terço final da cauda, onde se pode observar corpos de neurônios (→) e células da neuroglia (→), o que caracteriza esta estrutura como medula espinhal. Coloração HE: 40X

Figura 10 - Corte histológico da medula espinhal do *G. carbonaria*, em secção transversal da intumescência cérvico-dorsal, onde se pode observar na área central a substância cinzenta (→) e na área periférica a substância branca (→). Observar o “centro do H” da medula e parte dos seus braços, e na (→), o canal central da medula. Coloração HE, 20X

Figura 11 - *G. carbonaria* em vista dorsal, evidenciando a intumescência cérvico-dorsal (segmentos medulares de C5-T1) e os nervos constituintes do plexo braquial (→)

Figura 12 - *G. carbonaria* em vista dorsal, evidenciando a intumescência tóraco-sacral (segmentos medulares de T6-Ca1). (Padrão evidenciado para machos). Observa-se o sulco mediano dorsal (→)

Figura 13 - *G. carbonaria* em vista dorsal, evidenciando a intumescência tóraco-sacral ((→) segmentos medulares de T6-S5). (Padrão evidenciado para fêmeas)

Nas tabelas 1 e 2, pode-se evidenciar a localização das intumescências cérvico-torácica e tóraco-sacral, assim como a distribuição (frequência) das raízes nervosas que compõem os plexos braquial e lombossacral na amostragem pesquisada.

Tabela 1 – Origem, localização da intumescência cérvico-torácica, e distribuição do plexo braquial em *G. carbonaria*. São Paulo –SP, 2004

Origem (Raízes Nervosas)	Localização	Distribuição (%)
C ₅ C ₆ C ₇ C ₈	C ₄ -C ₇	33,33
C ₅ C ₆ C ₇ C ₈ T ₁	C ₄ -T ₁	33,33
C ₆ C ₇ C ₈ T ₁	C ₆ -T ₁	33,33

Tabela 2 – Origem, localização da intumescência tóraco-sacral, e distribuição do plexo lombossacral em *G. carbonaria*. São Paulo – SP, 2004.

Origem (Raízes Nervosas)	Localização	Distribuição (%)
D ₆ S ₁ S ₂ S ₃ S ₄ S ₅	D ₆ -S ₅	33,33
D ₆ S ₁ S ₂ S ₃ S ₄ S ₅ Ca ₁	D ₆ -Ca ₁	33,33
S ₁ S ₂ S ₃ S ₄ S ₅	S ₁ -S ₅	33,33

5.1.2.3 Meninges medulares

A medula possui três envoltórios meníngeos delicados e concêntricos: a pia-máter, a aracnóide e a dura-máter. O revestimento mais interno, a pia-máter, é uma fina membrana vascular, intimamente aplicada à superfície da medula e de suas raízes nervosas. A aracnóide se dispõe entre a dura-máter e a pia-máter. É uma membrana translúcida que reveste a medula como se fosse um saco frouxo. Compreende um folheto justaposto à dura-máter que se une à pia-máter. Entre a pia e a aracnóide existe o espaço subaracnóideo, o espaço e o que contém líquido.

O revestimento mais externo, a dura-máter, é membrana grossa e fibrosa (Figura 7). Ela reveste a medula de modo frouxo, assim como a aracnóide, com a qual fica em contato. A dura-máter é separada do periósteo do canal vertebral pelo espaço epidural ou peridural ou extradural que contém tecido adiposo em pequena quantidade e vasos que vão constituir plexos vertebrais.

5.1.3 Relação com o canal vertebral

A medula está contida no canal medular, cuja formação está constituída por sete vértebras cervicais, seis vértebras torácicas, cinco vértebras sacrais e 23 a 29 vértebras caudais. As emergências dos nervos espinhais se dão através dos forames intervertebrais. O ramo C₁ emerge entre a primeira vértebra cervical e o osso occipital, enquanto os ramos de C₂ a C₇ emergem acima de sua vértebra correspondente e C₈ entre a sétima vértebra cervical e a primeira vértebra torácica. Todos os nervos dorsais, sacros e caudais emergem caudolateralmente às suas vértebras correspondentes.

5.1.3.1 Segmentação medular

Em toda a sua extensão, a medula apresenta padrão ordenado e segmentar de 42-48 pares de nervos espinhais (oito cervicais, seis torácicos, cinco sacrais e 27 a 29 coccígeos em machos e 23-25 em fêmeas) - padrão segmentar esse que se reflete na sua organização interna.

Cada segmento da medula pertence a quatro raízes: uma raiz ventral e uma dorsal das metades esquerda e direita. Cada um dos 48 pares de nervos espinhais tem uma raiz ventral e uma dorsal, e cada raiz é composta de três a oito radículas, formadas a partir de feixes de fibras nervosas.

Em cada raiz dorsal do nervo espinhal, próximo à junção com a raiz ventral, localiza-se o seu gânglio, uma intumescência que contém corpos de neurônios, que irão constituir os gânglios da cadeia simpática. Cada nervo espinhal se divide para formar o ramo primário dorsal e ventral. O ramo primário dorsal enerva a

musculatura da cavidade celomática e as áreas associadas à carapaça. O ventral, geralmente maior que o dorsal, participa na formação dos nervos dos plexos braquial e lombossacral ao nível das intumescências cérvico-torácica e tóraco-sacral, respectivamente.

5.2 Anestesia Espinhal

5.2.1 Período de Latência

O período de latência, tanto para a anestesia de região pélvica, quanto para a anestesia de região caudal (perineal) estão apresentados nas tabelas 3, 4 e Figura 14. Nestas tabelas, estes valores apresentam-se separados por sexo, e na figura a seguir pode-se observar a comparação destes, entre os machos e as fêmeas.

Pode-se evidenciar o período de latência para a anestesia da região da cauda ocorrendo em média de $0,29\text{min} \pm 0,04$ nos machos e fêmeas, o que implica dizer que o bloqueio para esta região ocorreu imediatamente após a administração do fármaco, não havendo diferença entre os sexos. No que diz respeito a anestesia de membros pélvicos, pode-se observar que a latência da anestesia nos machos apresentou-se em média $3,72\text{min} \pm 0,54$ após a administração do fármaco, enquanto nas fêmeas este bloqueio foi evidenciado mais rapidamente, em média de $2,76\text{min} \pm 1,05$.

Tabela 3 – Valores individuais, média e desvio padrão do período de latência da anestesia espinal na região pélvica e caudal no *G. carbonaria* macho. Santos - SP, 2004

Região	Animal 1	Animal 2	Animal 3	Animal 4	Média	DP
Mpélvico	3,0	3,4	4,3	4,2	3,72	0,54
Cauda	0,25	0,34	0,25	0,34	0,29	0,04

MPélvico – Membro pélvico

Tabela 4 – Valores individuais, média e desvio padrão do período de latência da anestesia espinal na região pélvica e caudal em jabuti das “patas vermelhas” fêmea. Santos - SP, 2004

Região	Animal 1	Animal 2	Animal 3	Animal 4	Média	DP
Mpélvico	1,66	2,5	2,7	4,2	2,76	1,05
Cauda	0,25	0,34	0,34	0,25	0,29	0,04

MPélvico – Membro pélvico

Figura 14 – Representação gráfica comparativa dos valores médios do período de latência da anestesia espinal na anestesia de região pélvica e caudal em *G. carbonaria* machos e fêmeas. Santos - SP, 2004

5.2.2 Período hábil

O período hábil anestésico foi determinado através da avaliação do relaxamento muscular e analgesia conforme escores propostos e os resultados estão apresentados nas tabelas 5,6,7,8 e figuras 15 e 16.

5.2.2.1 Relaxamento muscular

Quanto ao relaxamento muscular produzido pela anestesia espinal em jabuti das “patas vermelhas”, verificou-se os valores médios de $52,5\text{min} \pm 13,22$ para membro pélvico em machos e $55\text{min} \pm 14,71$ para fêmeas, não havendo diferença estatisticamente significativa ($p= 0,80$) (Figura 15). Em relação ao período de relaxamento muscular de membro pélvico produzido por este bloqueio em machos e fêmeas. Quanto ao relaxamento muscular de cauda e cloaca produzido por esta técnica, pode-se evidenciar que em média os machos permaneceram $80\text{min} \pm 9,18$ e as fêmeas $51\text{min} \pm 19,31$ em estado de relaxamento muscular satisfatório para procedimentos cirúrgicos nesta região, constatando-se diferença estatisticamente significativa ($p= 0,03$). Ressalta-se que depois de estabelecido o relaxamento muscular, nos machos também se evidenciou o relaxamento peniano (Figura 16).

Tabela 5 – Valores médios, mediana e desvio padrão do período do relaxamento muscular apresentado na região pélvica e caudal em *G.carbonaria* macho após a utilização da técnica de anestesia espinal. Santos - SP, 2004

Região	Média	Mediana	DP
Mpélvico	52.5	50	13.2287
Cauda	80	80	9.128709

MPélvico – Membro pélvico

Figura 15 – Representação gráfica comparativa dos valores médios do período de relaxamento muscular da região pélvica e caudal em *G.carbonaria* machos e fêmeas, promovidos pela anestesia espinal. Santos - SP, 2004

Figura 16 – *G. carbonaria* em vista ventral, evidenciando o relaxamento muscular de membro pélvico e pênis após administração do fármaco por via espinal

Tabela 6 – Valores médios, mediana e desvio padrão do período de relaxamento muscular apresentado na região pélvica e caudal em *G.carbonaria* fêmea após a utilização da técnica de anestesia espinal. Santos - SP, 2004

Região	Média	Mediana	DP
Mpélvico	55	55	14,72
Cauda	51	42.5	19,32

MPélvico – Membro pélvico

5.2.2.2 Analgesia

A analgesia produzida pela anestesia espinal, foi evidenciada durante $58,75\text{min} \pm 28,09$ no membro pélvico dos machos e 55min (20,41 das fêmeas, Não havendo diferença estatisticamente significativa ($p= 0,83$) (Tabela 7 e Figura 17). Quanto a região de cauda e de cloaca, verificou-se que os machos permaneceram 81,25min (11,08 e as fêmeas 55 (20,4, com analgesia satisfatória para procedimentos cirúrgicos nesta região, sem diferença estatisticamente significativa (Tabela 8 e Figura 17).

Tabela 7 – Valores médios, mediana e desvio padrão do período de analgesia apresentado na região pélvica e caudal em *G.carbonaria* macho após a utilização da técnica de anestesia espinal. Santos - SP, 2004

Região	Média	Mediana	DP
Mpélvico	58,75	55	28,10
Cauda	81,25	80	11,09

MPélvico – Membro pélvico

Tabela 8 – Valores médios, mediana e desvio padrão do período de analgesia apresentado na região pélvica e caudal em *G.carbonaria* fêmea após a utilização da técnica de anestesia espinal. Santos - SP, 2004

Região	Média	Mediana	DP
Mpélvico	55	55	20.41241
Cauda	55	47.5	20.41241

MPélvico – Membro pélvico

Figura 17 – Representação gráfica comparativa dos valores médios do período de analgesia na anestesia da região pélvica e caudal em *G.carbonaria* machos e fêmeas, promovida pela anestesia espinal. Santos - SP, 2004

5.2.3 Tomografia computadorizada

A análise dos resultados (macroscopia e da técnica de anestesia) através da tomografia computadorizada em cortes sagitais, evidenciou o contraste presente no canal vertebral, envolvendo a medula espinal (embora sua disposição em alguns casos possa ter se apresentado em maior volume na superfície dorsal). Quanto ao alcance deste contraste, pode-se visualizá-lo presente no nível da 4ª e 5ª vértebras

torácicas em machos (Figura 18) e na altura das vértebras sacrais em fêmeas (Figura 19).

Através da tomografia computadorizada contrastada, não foi possível evidenciar o espaço “virtual” de administração do fármaco no canal medular.

Figura 18 – Tomografia computadorizada em cortes sagitais da coluna vertebral, de jabuti das “patas vermelhas” macho, após administração de contraste não-iônico no espaço espinhal (na cauda), onde se pode evidenciar a distribuição do contraste no canal medular. A – (→) Observa-se o contraste alcançando o espaço de T6. B - (→) Neste momento nota-se o contraste alcançando o espaço de T4-T5. São Paulo, 2004 .

Figura 19 – Tomografia computadorizada em cortes sagitais da coluna vertebral, de jabuti das “patas vermelhas” fêmea, após administração de contraste não-iônico no espaço espinhal (na cauda), onde se pode evidenciar a distribuição do contraste no canal medular. A – (→) Observa-se o contraste alcançando o espaço de S3. B - (→) Neste momento nota-se o contraste alcançando o espaço de T6-S1.. São Paulo, 2004.

Discussão

6 DISCUSSÃO

Para melhor compreensão deste capítulo, dividiu-se a discussão em dois subcapítulos, os quais abordam respectivamente os estudos referentes aos aspectos morfológicos (anatomia) e a anestesia espinal e tomografia computadorizada.

6.1 Aspectos morfológicos

Os estudos referentes à anatomia, fisiologia e patologia de quelônios são muito escassos e de pouca especificidade. Vale a pena ressaltar que pesquisas que abordem a espécie estudada - *Geochelone carbonaria*, só estão começando, onde se podem referendar pouquíssimos trabalhos. No que diz respeito ao sistema nervoso, esta pesquisa torna-se pioneira, pois não há referência alguma na literatura pesquisada sobre este assunto nestes animais. Em virtude deste aspecto, salienta-se que uma boa parte das discussões e observações são realizadas com répteis em geral, aves e mamíferos e que sobre este assunto especificamente, as publicações são quase inexistentes.

6.1.1 Sistema nervoso - medula espinal

O sistema nervoso é particularmente interessante para os morfologistas por ser o mais complexo do corpo, ainda que seja conservativo em termos de mudanças. Os estudos comparativos e de desenvolvimento permitem que os morfologistas construam esboços da filogenia, principalmente deste sistema. A partir do sistema nervoso, é possível determinar de modo preciso, por exemplo, os hábitos

gerais de um animal (nos casos em que a informação é adequada). É pelo acréscimo de conhecimentos sobre macro, micro e ultra-estrutura desse sistema que o morfologista é capaz de dar sua maior contribuição às ciências da fisiologia, psicologia, comportamento, além da contribuição em ciências aplicadas como a anestesiologia e cirurgia. O sistema nervoso constitui um campo de pesquisa bastante ativo (HILDEBRAND, 1995).

Então, para que se possa discorrer e discutir sobre a anatomia do sistema nervoso desta espécie (principalmente da medula espinhal), aumentando o grau de entendimento, é necessário que primeiramente se entenda aspectos ditos “evolutivos”, uma vez que estes acabam por explicar a variação observada nestes animais.

Hildebrand (1995) e Romero (2000) discorrem em seus trabalhos sobre a evolução do sistema nervoso, o que confirma parte dos resultados observados na espécie estudada. As descrições evolutivas deles se completam e em momento algum suas teorias se contradizem. Eles fazem ampla analogia do processo evolutivo da medula, abordando diversas classes de vertebrados, abrangendo desde os ciclostomados (vertebrados de organização simples) até os amniotas (que correspondem aos répteis, aves e mamíferos).

Romero (2000) cita que ao longo da filogenia dos vertebrados, a organização básica da medula espinhal sofreu um aumento de complexidade. Os ciclostomados possuem uma medula achatada e primitiva, com tractos ascendentes e descendentes poucos desenvolvidos e sem distinção entre substância branca e cinzenta, uma vez que não possuem fibras mielinizadas. Hildebrand (1995) acrescenta à descrição de Romero (2000) a concavidade ventral presente na medula onde se ajusta a notocorda. Estes animais completam a neurulação

circunscrevendo um canal central. Embora os corpos celulares da maioria dos neurônios sensoriais se localizem nos gânglios espinhais, alguns neurônios sensoriais são encontrados na parte periférica da medula. Os peixes e anfíbios possuem medula maior e mais arredondada, onde distinguem as substâncias cinzenta e branca, cujos tractos ascendentes são mais desenvolvidos. Os corpos celulares de interneurônios e de neurônios motores localizam-se na substância cinzenta, embora seus dendritos se ramifiquem para a periferia da medula, onde ocorrem as sinapses com ramificações dos neurônios sensoriais. Hildebrand (1995) afirma ainda que nestes animais o sulco mediano dorsal e a fissura mediana ventral aparecem à medida que o incremento da complexidade dos núcleos e tractos fazem com que a medula aumente. Ele relata que o diâmetro da medula sofre um aumento moderado próximo aos apêndices, onde há maior necessidade de integração nervosa.

Já nos amniotas, Romero (2000), referenda que as sinapses entre os neurônios ocorrem apenas na substância cinzenta, que apresenta a forma típica de borboleta em secção transversal. Hildebrand (1995) acrescenta ainda que estes animais apresentem sulcos e fissuras profundos. A medula, mais uma vez, aumenta perto dos apêndices: a intumescência cervical é mais pronunciada se os apêndices peitorais forem enfatizados, e a intumescência lombar, por sua vez, é mais pronunciada se os apêndices pélvicos forem enfatizados.

Continuando o processo evolutivo, os mamíferos então, apresentam sulcos dorso-laterais e ventro-laterais; as raízes dorsais e ventrais dos nervos espinhais, respectivamente se unem à medula ao longo destes sulcos, onde já podemos observar um grau de organização e complexidade mais elaborado.

Estes mesmos autores afirmam que a medula nos anuros e em alguns peixes é mais curta que o canal interno da coluna vertebral. Tal condição não é observada entre os répteis e as aves, mas aparece novamente nos mamíferos. A descrição evolutiva destes autores corrobora e justifica um dos aspectos morfológicos destes achados: a extensão da medula espinhal na cauda. Observa-se no *G.carbonaria*, a medula espinhal estendendo-se do 4° ventrículo, no nível do *forame magnum* até a articulação da penúltima com a última vértebra caudal. Estes resultados embora citados por estes autores, o que os tornara esperados, foi confirmado em nossa pesquisa através de secções seriadas da “medula da cauda”, analisadas por meio de microscopia de luz, onde se observa nestes cortes a presença de células da neuroglia e corpos de neurônios, o que a caracteriza como medula. Além disso, a própria análise macroscópica evidencia a estrutura da cauda como medula espinhal. Ainda ressalta-se que na medula destes animais não foram observadas estruturas que se assemelhem ao filamento terminal, à cauda eqüina e também não se evidenciou a presença de cone medular. Essas observações então se tornam consequência embriológica do desenvolvimento medular, uma vez que nos répteis não há encurtamento, e este encurtamento é que origina estas estruturas. Para Kuhlenbeck (1975), estas observações são consequência do metamerismo primitivo que estes animais apresentam. Estes achados são semelhantes aos que Mader (1996) e Troiano (1991) relatam para quelônios, Baumel (1986) afirma para aves e vão de encontro às descrições de Romer (1997) para répteis, de Dellmann e McClure (1986) e Gil (1998) para os mamíferos domésticos. Ressalta-se que, Romer (1997) em sua pesquisa sobre sistema nervoso dos répteis, em momento algum afirma a medula estendendo-se até o extremo da cauda, o que diferencia seus trabalhos dos demais autores, os quais são

referendados nesta pesquisa. É provável que nos répteis, pesquisados por Romer (1997), possa existir esta diferenciação, uma vez que todas as suas observações foram realizadas de forma generalista, e em momento algum cita ou referencia a espécie por ele trabalhada, e é sabido que existem diferenças morfológicas e funcionais nos animais pertencentes a classe Reptilia.

6.1.2 Morfologia da medula espinhal

Antes do início da discussão sobre a anatomia descritiva da medula, é importante ressaltar que a nomenclatura adotada para esta espécie, baseou-se na Nomina Avium (1993), uma vez que na escala zoológica estes animais apresentam-se mais próximos à classe das aves que dos mamíferos, o que justifica também a não utilização da Nomina Anatômica Veterinária (1994). Alguns dos termos técnicos utilizados para descrição de estruturas evidenciadas em nosso trabalho não estão presentes na Nomina Avium, o que já era esperado, uma vez que tais estruturas são ausentes ou modificadas nestes vertebrados.

Quanto aos aspectos morfológicos, os trabalhos de Anthony (1970), Kuhlenbeck (1975), Mader (1996), Romer (1997) e Troiano (1991), relatam a medula espinhal originando-se caudal ao cérebro, estando contida no canal vertebral, se prolongando até o extremo da cauda. Tem diâmetro relativamente expressivo do cérebro até a região sacral, que diminui ao longo da cauda e o seu diâmetro não é uniforme em toda sua extensão. Nos répteis, a medula forma dois engrossamentos clássicos: o cervico-dorsal e o lombar, de onde surgem os plexos nervosos que irão enervar a musculatura dos membros torácicos e pélvicos. No *G.carbonaria* pode-se evidenciar situação semelhante, no que diz respeito a este aspecto. Ressalta-se que

os relatos realizados por estes autores são generalistas e de pouca especificidade. Não há citação da localização de intumescências, e nem detalhes quanto à descrição anatômica de estruturas relacionada à medula. Outro aspecto que é bastante controverso nas descrições destes autores é a nomenclatura adotada. Esta não é similar em nenhuma descrição realizada, e por ser feita de forma generalista acaba por ser inespecífica, uma vez que há diferenciação bastante evidente nas ordens constituintes da classe Reptilia, sendo que o que pode ser empregado para quelônios, acaba não sendo válido para crocodilos, lagartos ou cobras.

Ainda com este, aspecto Hildebrand (1995), em sua pesquisa sobre sistema nervoso de répteis, referencia descrições mais detalhadas sobre a anatomia da medula espinhal. Estas estruturas também são citadas por Gil (1998), em seu trabalho com neurologia de cães e gatos, e também são facilmente notadas no *G. carbonaria* [(este aspecto pode ser justificado com base na afirmação do próprio Hildebrand (1995), que afirma o aspecto conservativo do SNC durante o processo evolutivo)]. Pode-se então evidenciar, à semelhança de mamíferos domésticos: um sulco mediano dorsal que, juntamente com a fissura mediana ventral, dividem a medula espinhal em uma metade esquerda e uma direita. Kuhlenbeck (1975) e Hildebrand (1995) ainda acrescentam à descrição microscópica: a substância cinzenta é interna e possui uma forma irregular, assemelhando-se a letra “H”. Os braços superiores do H constituem as colunas (ou cornos) cinzentas dorsais, e os braços inferiores, mais curtos e mais largos, as colunas (ou cornos) cinzentos ventrais. As comissuras cinzentas, bem abaixo do canal central, formam o travessão dos “H” e transmitem fibras de um lado para outro da medula. Estas descrições são facilmente observadas no jabuti das “patas vermelhas”.

A medula espinhal do *G.carbonaria* encontra-se envolta pelas meninges. De acordo com os resultados obtidos, pode-se evidenciar a presença de três meninges: a dura-máter, que é mais externa, a aracnóide, de posição intermediária, e a pia-máter, meninge mais interna. Esses resultados concordam com as descrições realizadas por Dellmann e McClure (1986), Gil (1998) e Molenaar (1997) para mamíferos domésticos e Baumel (1986) para aves. Entretanto, Mader (1996), em descrição do SNC de répteis fez observações diferentes das encontradas no *G. carbonaria*. Este autor afirmou que a medula espinhal dos répteis encontra-se envolta por duas e não três meninges: a dura-máter e a pia-aracnóide, sendo a primeira mais externa e a segunda mais interna, em contato com a parede da medula. Entretanto, este autor não faz descrição sobre as características destas membranas, apesar de Hildebrand (1995) e Kuhlenbeck (1975) que também pesquisaram sobre répteis, afirmam a presença dos três envoltórios medulares, a semelhança dos mamíferos e aves.

6.1.2.1 Intumescências cérvico-torácica e tóraco-sacral

No jabuti, as intumescências tiveram variações significativas quanto a sua distribuição, variando de C₄ - T₁ - a intumescência cérvico-torácica; e de T₆ - Ca₁, a intumescência tóraco-sacral. Ressalta-se que a intumescência de onde partem os nervos que formam o plexo braquial, como observado anteriormente, foi denominada no presente trabalho como cérvico-torácica, uma vez que esta conta com nervos da medula torácica, embora em mamíferos como os bovinos, por exemplo, ocorra a presença dos 1° e 2° segmentos medulares na formação do plexo braquial (GHOSHAL, 1986) e esta intumescência é chamada de cervical [de acordo com a

Nomina Anatômica Veterinária (1994)]. Entretanto resolveu-se atribuir o termo cérvico-torácico, por acreditar que esta nomenclatura é mais adequada para esta espécie.

Quanto à distribuição, alguns aspectos devem ser comentados. O primeiro deles é a frequência da origem aparente das raízes que formam a intumescência cérvico-torácica. Segue-se apresentando a seguinte distribuição: 33,33% de $C_4 - C_7$ (e neste caso pode-se chamar de cervical, uma vez que não há participação das raízes oriundas de T_1 , entretanto, para efeito de padronização, adotou-se a nomenclatura acima citada); 33,33% de $C_4 - T_1$ e 33,33% de $C_6 - T_1$. De acordo com essas frequências, não foi evidenciado nesta pesquisa um padrão de distribuição para esta espécie, uma vez que esta foi igual para três os grupos de três origens aparentes, e também porque a amostragem foi representada por seis animais (número par).

É importante salientar que a distribuição de $C_6 - T_1$ apresenta-se mais caudal em relação às outras duas, e tal distribuição foi encontrada nas fêmeas da amostragem. Embora a distribuição para as fêmeas no que diz respeito à intumescência cérvico-torácica tenha se apresentado igual, não se pode afirmar que este é o padrão de origem e distribuição das raízes para fêmeas desta espécie, devido o reduzido número de animais. Esta frequência pode ser resultado do acaso e de aspectos fisiológicos tais como idade, atividade muscular, entre outros fatores que interferem no desenvolvimento medular que não podem ser evidenciados, em virtude da procedência destes animais. De acordo com De Lahunta (1983) o alargamento da medula espinhal nas regiões dos membros deve ocorrer em virtude do volume e atividade muscular do tecido enervado. O que pode significar igualdade de situação para machos e fêmeas, ou exemplares dentro do mesmo sexo.

Outro aspecto que deve ser focado, ainda no que se refere à intumescência cérvico-torácica – origem aparente dos nervos que a compõem, é a presença da origem aparente da raiz nervosa em C₄, correspondente ao 5º segmento cervical medular (raiz cervical). Baumel (1986) relata os ramos ventrais dos nervos espinhais de C₁₃ a C₁₆ formando o plexo braquial em aves (deve-se lembrar que o número de vértebras cervicais nas aves é maior); Ghoshal (1986); Gil (1998) e Molenaar (1997) citam o 6º segmento como o primeiro a formar o plexo braquial em cães, gatos, eqüinos e bovinos; em suínos, Ghoshal (1986) relata a presença do 5º segmento. Embora a analogia com mamíferos possa se tornar distante na escala zoológica, esta se justifica pela ausência de pesquisas com este enfoque em répteis e/ou aves. Entretanto, esta origem contribuição do 5º segmento pode ser justificada pela posição anatômica normal do pescoço. Isso quer dizer que, o pescoço deste animal quando não retraído, a 4ª vértebra cervical fica paralela aos membros torácicos, justificando a participação desta na formação do plexo braquial.

O plexo lombossacral do *G. Carbonaria*, a semelhança do que ocorre com as aves segundo Baumel (1986), compreende a rede de nervos que servem à inervação do membro pélvico, sendo efetivamente constituído por dois plexos, o lombar e o sacral, unidos por uma raiz repartida. As raízes destes plexos partem do intumescimento lombossacral, da medula espinhal que está acomodado no segmento fusiforme e expandido do sinacro. Além disso, em 33,33% da amostragem do presente estudo, observou-se a presença de um plexo caudal (coccígeo) que será discutido posteriormente.

O primeiro aspecto sobre este plexo é a nomenclatura. Embora a nomenclatura base, a Nomina Avium, denomine de intumescência lombossacral o alargamento da medula de onde partem as raízes nervosas que formarão o plexo

lombossacral, que inervará o membro pélvico, resolveu-se adotar a nomenclatura de intumescência tóraco-sacral. Uma das justificativas é que, embora a nomenclatura para as vértebras seja a mesma, no jabuti das “patas vermelhas”, as vértebras torácicas em momento algum apresentam aspectos de vértebras lombares, diferentemente das aves, que acabam por apresentar este aspecto. Então, se a nomenclatura para estes plexos é baseada nas estruturas ósseas, resolvemos adotar a nomenclatura citada acima, acreditando ser esta mais adequada a esta espécie.

Quanto à distribuição das raízes que formam a intumescência tóraco-sacral, no *G.carbonaria*, pode-se destacar variações de $T_6 - Ca_1$, nas seguintes frequências na amostragem pesquisada: 33,33% de S_1-S_5 ; 33,33% T_6-S_5 ; 33,33% T_6-Ca_1 . O primeiro aspecto a ser abordado, em relação a esta intumescência, é o padrão. Assim como na intumescência cérvico-torácica, não se evidenciou um padrão para esta espécie, uma vez que a frequência foi a mesma para todas as distribuições encontradas na amostragem. Isso pode ser consequência do acaso e/ou resultado observado em virtude da amostragem ser compreendida por seis animais (número par).

As fêmeas apresentaram a mesma distribuição no atinente às raízes nervosas. Em todas (33,33%) foram evidenciadas as raízes que formam o plexo lombossacral compreendidas entre S_1-S_5 , distribuição esta, que não envolve a participação de um plexo lombar e caudal, diferentemente das aves (BAUMEL, 1986) e dos outros animais estudados nesta pesquisa. Esta distribuição, em relação às outras duas, diferencia-se em vários aspectos. O primeiro deles, que já foi referendado anteriormente, é a ausência de um plexo lombar onde se nota que a participação do primeiro nervo que compõe este plexo é mais caudal que nas outras

duas distribuições, onde o primeiro a participar é resultante de T₆. Pode ser que esse desenvolvimento mais caudal seja consequência do desenvolvimento medular, uma vez que nas fêmeas pesquisadas, o próprio plexo cérvico-torácico tem seu primeiro nervo participante mais caudal, quando comparadas aos outros exemplares estudados nesta pesquisa (C₆). Além disso, neste plexo não há participação de segmentos da região da medula caudal, estando limitado somente aos sacrais, o que diferencia ainda mais estes achados dos encontrados por Baumel (1986), em aves, que retrata a presença do plexo lombossacral composto de raízes oriundas dos plexos lombar, sacral, pudendo e caudal. Ressalta-se que o plexo pudendo não foi evidenciado nesta pesquisa. Ghoshal (1986) em suas descrições sobre mamíferos domésticos relata este plexo constituído pelos ramos ventrais do sexto e do sétimo nervos lombares e pelo primeiro e segundo nervos sacrais em cães; dos últimos quatro nervos lombares e do primeiro sacral em gatos; da quinta raiz lombar até a segunda sacral em eqüinos; da terceira raiz lombar até a segunda sacral em bovinos.

Uma segunda disposição observada T₆-S₅, no que diz respeito à origem aparente dos nervos que o compõe, também similar em frequência às outras (33,33%), assemelha-se à maioria dos achados descritos por outros autores, ou seja, conta com a participação da intumescência lombar e sacral, e também não apresenta nenhuma participação de raízes nervosas da medula caudal oriundas de um plexo caudal e/ou pudendo. Esse aspecto é similar aos encontrados nos mamíferos domésticos como cães, gatos, eqüinos e bovinos, segundo Ghoshal (1986). Isso pode evidenciar que nesta espécie a participação de um plexo caudal e/ou pudendo torna-se questionável quanto a sua função, uma vez que a sua ausência não mostrava nenhuma variação em aspectos normais de locomoção do

animal, por exemplo, o que nos leva a acreditar que sua função pode ser realizada pelos próprios nervos constituintes do plexo sacral. Romero (1997) em suas observações a respeito deste assunto corrobora este estudo. Ele destacou, que embora a medula se estendesse até a extremidade da cauda, a enervação que dela é originada é relativamente menor, uma vez que necessita de um número menor de células para carrear reflexos locais a partir da região caudal, sendo então esta região relativamente menos enervada.

Entretanto, a terceira disposição apresentada, também de mesma frequência, foi a que se apresentou mais abrangente (T_6 - Ca_1), onde nela pode-se observar a participação dos plexos lombar, sacral e caudal. Esta disposição se assemelha ao padrão que é evidenciado nas aves (BAUMEL, 1986). Então, o *G.carbonaria*, embora seja um réptil de aspectos evolutivos ditos menos complexos, apresenta um padrão de distribuição bastante diferenciado e diversificado, uma vez que a disposição das origens nervosas que formam o plexo, enquadra-se nos padrões apresentados tanto para aves (T_6 - Ca_1), quanto para mamíferos (T_6 - S_5), o que se assemelha às descrições de Baumel (1986) e Ghoshal (1986) respectivamente. Estes animais apresentam também uma distribuição que foi peculiar à espécie (S_1 - S_5), disposição esta que se apresentou intermediária em relação às outras duas encontradas nesta espécie, e não se assemelhou a nenhuma outra citada na literatura pesquisada.

A sintopia vértebro-medular apresenta-se “harmônica” no jabuti das “patas vermelhas”. Assim como já foi destacado nos nossos resultados, a segmentação apresenta-se uniforme, e a relação e disposição das raízes nervosas com a coluna vertebral obedecem ao princípio de simetria. Além da disposição das fibras e das raízes medulares, vários são os fatores que podem contribuir para a presença dessa

simetria. De Lahunta (1983) acaba por confirmar este resultado explicando que a medula espinhal determina o melhor exemplo de desenvolvimento simétrico do tubo neural por camadas. O crescimento ventral de duas placas basais e a associação com zonas marginais permite a separação entre dois lados – a fissura mediana ventral. O manto e as camadas marginais das placas alares crescem dorsalmente. As margens das camadas marginais fusionam-se medialmente para formar o septo mediano dorsal. A camada do manto das placas alares torna-se a coluna dorsal cinzenta, e da placa basal, a coluna ventral cinzenta. Cabe ressaltar que embora este desenvolvimento tenha sido citado em mamíferos, acaba por justificando a simetria observada no *G. carbonaria*, o que faz acreditar que esta parte do desenvolvimento inicial da medula possa ser semelhante nestas espécies. Anthony (1970) e Kuhlenbeck (1975) citam que esta simetria em répteis é consequência de um arranjo metamérico simétrico.

Segundo De Lahunta (1983), o tamanho relativo de cada componente dos segmentos da medula espinhal é determinado pelo volume do tecido que será enervado e ao nível dos membros os segmentos da medula espinhal responsáveis pela enervação são alargados, formando as intumescências cervical e lombossacral. Anthony (1970), Molennar (1997), Romer (1997), Romero (2000) e Troiano (1991) afirmam semelhança neste aspecto. Ressalta-se que no *G. carbonaria*, a medula espinhal também não se apresentou uniforme, onde se observaram dois alargamentos em regiões distintas, que corresponderam às regiões dos membros. Isso implica dizer que a semelhança dos mamíferos como descreveram Dellmann e McClure (1986) e Molenaar (1997) e das aves segundo Baumel (1986), essas intumescências também são responsáveis pela enervação dos membros.

6.1.3 Coluna vertebral

A coluna vertebral do *G.carbonaria* apresentou várias peculiaridades, das quais são possíveis destacar: uma modificação típica nas duas primeiras vértebras cervicais (Atlas e Áxis) menos acentuada, que normalmente ocorrem para melhorar a articulação do pescoço com a cabeça e conseqüentemente a movimentação desta. É interessante que na literatura pesquisada, Romer (1997) e Troiano (1991) em trabalhos específicos sobre répteis, precisamente com osteologia destes animais, em momento algum deixam de afirmar as modificações que estas duas primeiras vértebras apresentam. Baumel (1986), também relata estas modificações ocorridas nestas vértebras em aves – galináceas.

Ainda na coluna cervical, outro aspecto interessante foi o número de vértebras. No jabuti das “patas vermelhas” evidenciou-se a presença de sete vértebras cervicais, o que contraria os relatos feitos por Barros (1971); Fernandes (1981) e Orr (1986), que descrevem a presença de oito vértebras cervicais em quelônios. Os resultados obtidos no presente estudo são confirmados mediante contagem destas vértebras após processo de maceração e montagem do esqueleto, permitindo afirmar, ao contrario do que relataram estes autores, a presença de sete vértebras, corroborando com os achados de Romer (1997) e Troiano (1991).

As vértebras torácicas também apresentaram aspectos que necessitam ser comentados. O primeiro é a respeito da nomenclatura. Na literatura especializada em répteis, autores como Barros (1971), Romer (1997) e Troiano (1991) referendam estas vértebras como sendo dorsais. Vale a pena ressaltar que essa nomenclatura não foi adotada na presente pesquisa por três aspectos: o primeiro é que a nomenclatura utilizada por estes autores é bastante antiga, e hoje não é mais utilizada; a segunda, é que esta nomenclatura é imprópria, uma vez que todas as

vértebras neste animal têm localização dorsal; e o terceiro, é baseado no princípio de que a nomenclatura veterinária é regida pela Nomina Anatômica Veterinária (1994), para mamíferos domésticos e pela Nomina Avium (1993) para aves. A classificação zoológica dos répteis está mais próxima à classe das aves, motivo este que nos possibilitou a utilização desta nomenclatura, e tal, denomina estas vértebras como torácicas, embora estes animais não possuam cavidade torácica, e sim uma cavidade celomática, que é única.

Outro ponto de discussão, ainda a respeito das vértebras torácicas é a variação de número observada na literatura pesquisada. Autores como Barros (1971), Guibé (1970), Romer (1997) e Troiano (1991) que em seus trabalhos retratam a osteologia destes animais, relatam a presença de 15 a 18 vértebras. Estes achados se diferenciam em grande número dos encontrados no *G. carbonaria*, onde se pode citar a presença de seis vértebras. Essa grande variação observada pode ser justificada por vários fatores, dentre os quais pode-se destacar, a descrição generalista e pouco específica que foi realizada, as quais se basearam na classe dos répteis em geral, que sem dúvida abordou a descrição de lagartos ou cobras (serpentes) que possuem maior número de vértebras pré-sacrais.

Já as vértebras sacrais, apresentaram-se em número de cinco no jabuti das “patas vermelhas”, sendo este o ponto de maior discordância com os outros autores. Barros (1971); Guibé (1970) e Troiano (1991) citam a presença de duas vértebras para os quelônios, observações estas, não evidenciadas na espécie estudada. Romer (1997) em seu trabalho sobre osteologia de répteis afirmou que as vértebras sacrais podem variar em número de acordo com a idade do animal. Este mesmo autor justifica tal afirmativa, com o fusionalamento que ocorre das vértebras de acordo com a idade. Descreve, ainda, que este número pode aumentar, uma vez que a

primeira vértebra caudal pode assumir e/ou se fundir ao sacro, fazendo parte desta região. Essa diferença observada na literatura em relação aos resultados obtidos neste estudo pode decorrer em virtude dos fatores citados anteriormente por Romer (1997), ou devido a outra especificidade da espécie em questão. Em relação às vértebras caudais, não foram evidenciadas na literatura aspectos divergentes dos obtidos na presente pesquisa. Pode-se destacar que, assim como Romer (1997) enfatizou, os machos apresentam maior número em relação às fêmeas, o que implica dizer que estes terão a cauda maior. Infelizmente nenhum autor que se refere à osteologia de répteis/quelônios citou o número de vértebras, pecando nos mesmos detalhes generalistas de pouca especificidade.

6.2 Anestesia espinal

Muitos Médicos Veterinários que trabalham com répteis, principalmente quelônios, freqüentemente têm se deparado com situações que necessitem de procedimentos anestésicos seguros e eficazes. Nota-se no decorrer dos anos uma evolução bastante concreta no que diz respeito a procedimentos anestésicos para estes animais. Entretanto, embora este crescimento esteja ocorrendo, ainda pode-se afirmar que a Anestesiologia como ciência para esta classe de vertebrados, está se iniciando, uma vez que a maioria dos estudos é de pouca especificidade, ou seja, a abordagem que é citada para quelônios acaba sendo a mesma utilizada para crocodilos e serpentes, por exemplo, o que acaba sendo equivocado, uma vez que estes animais, embora pertençam à mesma classe, apresentam a anatomia, fisiologia e metabolismos bem distintos e com suas peculiaridades.

Assim como a pesquisa anatômica, a anestesiologia para a espécie estudada *G. carbonaria* está apenas começando, sendo também esta parte da dissertação pioneira, principalmente no enfoque abordado. A única citação realizada até hoje para procedimento de anestesia espinhal em jabuti das “patas vermelhas”, foi o que Fontenelle et al. (2000) realizou.

A sua técnica pioneira e inovadora veio como resposta à necessidade de um bloqueio regional eficaz, de fácil realização, de baixo custo, que pudesse ser realizado em qualquer lugar e, principalmente, ser utilizado como técnica de anestesia de escolha para procedimentos cirúrgicos como redução de prolapsos de pênis, vagina e reto (que são comuns na rotina veterinária, uma vez que estes animais acabam apresentando estas afecções em cativeiro).

Durante uma intervenção cirúrgica para a redução de prolapso de vagina em um exemplar de jabuti das “patas vermelhas”, o Dr José Heitzmann Fontenelle, ao realizar a técnica de anestesia infiltrativa local na região de cauda e cloaca, administrou parte do fármaco no canal medular. Após observações clínicas, percebeu que o relaxamento muscular e analgesia de membros pélvicos e cauda eram bem mais duradouros e eficazes, em relação aos obtidos com a simples infiltração dérmica de anestésicos. Entretanto seu trabalho apresentou-se incompleto, uma vez que não havia até então, bases anatômicas descritas para esta espécie que pudessem ser aplicadas como base para o enfoque anestésico, detalhe este que acabou tornando sua abordagem anestésica empírica.

Com a parceria do próprio Fontenelle, baseando-se em seu protocolo anestésico, objetivou-se padronizar esta técnica anestésica.

O primeiro ponto a ser discutido é o tipo de anestesia espinhal que foi utilizada. Fontenelle et al. (2000) referenda-se a técnica como anestesia epidural,

termo que não foi possível confirmar, uma vez que, o local de administração do fármaco no canal vertebral, não pode ser evidenciado pela técnica de tomografia computadorizada. Segundo Intelizano et al., (2002) a anestesia epidural é obtida por injeção de anestésico local no espaço epidural, espaço compreendido entre a dura-máter e o canal vertebral. Anatomicamente este espaço virtual está presente nos *G. carbonaria*, entretanto para que este seja alcançado, há necessidade de acurácia da técnica, uma vez que, as vértebras da cauda são achatadas dorso-ventralmente, o que torna o acesso ao espaço epidural bastante dificultado.

Klide (1992), Versal et al. (1996) e Massone (1999), citam a seqüência do bloqueio que é estabelecido quando se utiliza a anestesia epidural: inicialmente, através do espaço epidural, são atingidos os nervos espinhais que passarão pelos forames intervertebrais, obtendo-se um bloqueio paravertebral múltiplo; em seguida dentro do espaço epidural ocorre o bloqueio dos ramos nervosos e gânglios; difusão na dura-máter; difusão e absorção seletiva nos ramos ventrais e dorsais, região de drenagem linfática ativa. Seletivamente, os anestésicos locais bloqueiam as fibras nervosas na seguinte seqüência: fibras pré-ganglionares autônomas ocorrendo bloqueio simpático; fibras térmicas, fibras sensoriais, fibras do tato, fibras de alta pressão, fibras motoras e fibras de sensibilidade vibratória e impulsos proprioceptivos. No *G. carbonaria*, pode ser provável que esta seqüência de bloqueio ocorra. Entretanto, ressalta-se a velocidade com que o bloqueio anestésico se estabelece, assemelhando-se neste aspecto, a anestesia subaracnóidea (COVINO; LAMBERT, 1993). Porém não é possível afirmar precisamente o espaço em que o anestésico é depositado no canal vertebral, uma vez que, a tomografia computadorizada não foi conclusiva neste aspecto, em virtude do tamanho desta estrutura, pois o aparelho não apresentou resolução necessária para tal conclusão.

Por estes motivos resolveu-se adotar anestesia espinal como nomenclatura para esta técnica.

Quanto ao emprego da técnica de anestesia espinal, pode-se afirmar que são anestesiadas duas regiões distintas: o membro pélvico e a cauda/cloaca. Os bloqueios promoveram analgesia e relaxamento muscular extremamente significativos, com tempos variados, permitindo o emprego da técnica para qualquer intervenção cirúrgica nestas regiões. Nesta pesquisa avaliou-se separadamente o relaxamento muscular e analgesia de membro pélvico e cauda/cloaca, analisando e comparando estes parâmetros por sexo.

Devido à ausência de trabalhos que relatem este tipo de anestesia em répteis, os resultados obtidos no referente estudo serão discutidos com outros tipos de procedimentos anestésicos em quelônios.

O primeiro parâmetro que será discutido é o período de latência. Observou-se que este período para a analgesia/relaxamento muscular em membros pélvicos em média compreendido entre $3,24 \text{ min} \pm 0,95$, onde se pode observar em machos esta média compreendida por $3,72 \text{ min} \pm 0,54$, e em fêmeas $2,76 \text{ min} \pm 1,05$. Isso implica dizer a anestesia inicia-se mais rapidamente nas fêmeas. Esse parâmetro pode ser justificado pela anatomia da coluna vertebral destes animais, pois nas fêmeas há uma maior angulação nesta estrutura, o que permite distribuição mais facilitada do fármaco no canal vertebral. Entretanto, esta mesma angulação é o fator limitante ao alcance mais cranial do fármaco no canal vertebral.

Outro parâmetro abordado foi o relaxamento muscular do membro pélvico e da cauda/cloaca. De acordo com os resultados obtidos pode-se evidenciar que o relaxamento muscular do membro pélvico ocorreu em média de $51,25 \text{ min} \pm 13,56$; em machos este período ficou compreendido entre $52,50 \text{ min} \pm 13,22$ e em fêmeas

55 min $\pm$ 14,71. De acordo com estes valores, pode-se afirmar que as fêmeas apresentaram maior período de relaxamento muscular de membro pélvico, embora estes dados não apresentem diferença estatística significativa. Embora a análise numérica se mostre diferente durante o procedimento anestésico, evidenciou-se um relaxamento muscular de membro pélvico nos machos mais duradouro. Isso pode ser explicado analisando a amostragem individual das fêmeas, uma vez que o animal n° 04 se diferenciou das demais, no que diz respeito à duração do relaxamento muscular, explicado da seguinte forma: por serem animais ectotérmicos e dependerem da temperatura ambiente para controle da sua, o seu metabolismo poderia estar diminuído, uma vez que a temperatura ambiente durante o procedimento anestésico deste animal variou bastante, apresentando-se em média de 16°C, o que realmente leva as suas atividades metabólicas a valores bem baixos. Paddleford (1999) relatou que o metabolismo dos répteis apresenta-se mais eficiente quando a temperatura corpórea alcança uma temperatura ao redor de 37°C – temperatura corpórea preferida para procedimentos anestésicos, uma vez que algumas funções orgânicas são inertes a temperaturas inferiores ou iguais ao do próprio ambiente.

O relaxamento muscular de cauda perdurou, em média, por 65,62 min $\pm$ 20,77; com duração de 80 min $\pm$ 9,12 nos machos e 51 min $\pm$ 19,13 nas fêmeas. Com base nestes dados, pode-se evidenciar um maior tempo de relaxamento de cauda machos. Este aspecto pode ser justificado mediante a anatomia destes animais. Ressalta-se que a cauda dos machos além de ser maior, apresenta maior grau de funcionalidade, o que implica dizer que há necessidade de um número maior de fibras nervosas para carrear impulsos aos locais. Por ter um maior número de fibras, é provável que o bloqueio anestésico seja mais duradouro.

Autores como Green (1979), Hall e Clark (1991), Paddleford (1999) e Schumacher (1996), que em seus trabalhos relatam a anestesia de quelônios, utilizam várias associações de fármacos como a quetamina com xilazina, a quetamina com medetomidina, a tiletamina com zolazepam, entre outros para a obtenção de um relaxamento muscular satisfatório, visando a realização de procedimentos em répteis. Essas associações são amplamente utilizadas com uma boa margem de segurança. Entretanto a técnica de anestesia espinal proposta nesta pesquisa, no que diz respeito ao relaxamento muscular de membro pélvico e cauda/cloaca, apresenta várias vantagens em relação às técnicas propostas por estes autores, uma vez que além de eficaz, não apresentou efeitos colaterais, além de promover período hábil anestésico suficiente para a realização de procedimentos cirúrgicos .

Schumacher (1996) afirmou que a associação de quetamina com diazepam produz um bom relaxamento muscular, com período de recuperação superior a 96 horas. Paddleford (1999), em utilização da associação de tiletamina-zolazepam, também relata relaxamento muscular satisfatório, com período de recuperação superior a 22 horas. Na literatura consultada,-, estes foram os protocolos mais freqüentemente citados, sendo eficazes para este fim. Quando se comparam estes protocolos de anestesia dissociativa com a anestesia espinal, observa-se que o relaxamento muscular é semelhante, mas a anestesia espinal apresenta grande vantagem no que diz respeito ao período de recuperação, que é bastante inferior ao relatado para as técnicas de anestesia dissociativa, apresentando-se similar aos descritos para técnicas anestesia geral inalatória como citam Benett (1996), Flecknell (1987) e Konh, Wixison e Benson (1997), quando da utilização do isoflurano como anestésico de eleição.

Outro parâmetro da anestesia que deve ser ressaltado é o da analgesia. Assim como o relaxamento muscular, avaliou-se separadamente a analgesia de membro pélvico e cauda/cloaca, analisando e comparando estes parâmetros por sexo.

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, pode-se afirmar que a analgesia promovida nos membros pélvicos ocorreu em média durante 58,75 min $\pm$ 28,09 nos machos e 55min $\pm$ 20,41 nas fêmeas. Tomando-se como bases estes valores pode-se afirmar que o período de analgesia foi ligeiramente superior nos machos. A anatomia da coluna vertebral destes animais poderia ser um fator que interferisse neste aspecto, uma vez que a angulação desta estrutura apresenta algumas diferenças significantes entre os sexos, mas nesta pesquisa, esse fator morfológico não determinou tal aspecto. Boyes (1975) e Sweitzer (1997) afirmaram que a instalação do bloqueio e tempo de duração do mesmo está diretamente relacionado, além de outros fatores, ao tipo de nervo em questão, o que acaba por justificar a semelhança do tempo de duração deste bloqueio, uma vez que as fibras nervosas apresentam a mesma constituição nos machos e nas fêmeas.

O período de analgesia na região de cauda/cloaca perdurou, em média, 81,25 min $\pm$ 11,08 nos machos e 55min $\pm$ 20,41 nas fêmeas. Esta diferença não foi considerada estatisticamente significativa. Este aspecto pode ser facilmente explicado após análise - individual da amostragem, onde se observa que o animal nº 4 (fêmea), permaneceu em anestesia durante um longo período. Como já descrito anteriormente isso pode ser consequência da temperatura ambiente, que levou o metabolismo do animal a valores basais, o que consequentemente faz com que o período de recuperação seja maior.

De acordo com Boyer (1998), é missão dos veterinários promoverem o alívio da dor, onde a anestesia é um dos artifícios que auxiliam neste sentido. A técnica de anestesia espinhal, proposta por este trabalho, mostrou-se bastante eficaz no que se refere a esta questão. Na comparação com a analgesia promovida por esta técnica com as citadas por Green (1979), Hall e Clarke (1991), Paddleford (1999) e Schumacher (1996), que trabalharam com anestesia dissociativa, é possível afirmar que a analgesia promovida pela anestesia espinhal mostrou-se bastante eficiente assim como as técnicas de anestesia dissociativa, apresentando vantagens sobre estas no que diz respeito ao custo (a técnica de anestesia espinhal é menos onerosa, uma vez que o volume aplicado é bastante pequeno) e ao tempo de recuperação, que pode ser até 90% mais curto.

Comparando a analgesia promovida pela anestesia espinhal com a anestesia geral inalatória, pode-se enumerar várias vantagens. Autores como Flecknell (1987), Green (1979), Konh, Wixison e Benson (1997), Mader (1996) e Schumacher (1996), confirmam a eficácia da anestesia geral inalatória na promoção da analgesia, ressaltando porém, que os efeitos depressores devem ser cuidadosamente avaliados e tratados. Além disso, a depressão respiratória causada pela anestesia geral inalatória pode levar o animal ao estado de apnéia. A anestesia espinhal no que se refere a analgesia, apresentou resultados satisfatórios, assim como a anestesia geral inalatória. Entretanto algumas vantagens podem ser enumeradas: não há necessidade de entubação e nem de aparelhos de anestesia, uma vez que para a aplicação da técnica de anestesia espinhal em jabutis necessita apenas do fármaco (anestésico local específico), material para assepsia e anti-sepsia e seringa de 1mL.; o procedimento é barato; não há depressão respiratória, mesmo em ambientes com temperatura mais baixa; após o procedimento anestésico

os animais não apresentam ataxia e nem problemas quanto a recuperação, uma vez que esta é quase imediata. É importante salientar que as técnicas de anestesia geral inalatória oferecem maior margem de segurança, uma vez que estudos mais profundos foram realizados. Além disso, promovem tempo cirúrgico mais prolongado, uma vez que é possível o controle da administração. Quanto à anestesia geral injetável, Schumacher (1996), afirma que o propofol é o fármaco de escolha, sendo sua utilização acompanhada por indução rápida, e período de recuperação rápido e tranquilo. As desvantagens da utilização deste fármaco incluem depressão cardiovascular e respiratória. Quando se compara a técnica de anestesia espinal com a anestesia geral injetável, alguns aspectos podem ser destacados como mais vantajosos à anestesia espinal. O primeiro- deles é que na anestesia espinal, desde que utilizada com cautela, não se observa depressão cardiovascular e respiratória; em segundo lugar, , não há necessidade de canular veias, fator limitante para a utilização de protocolos anestésicos injetáveis em quelônios. Além disso, a anestesia espinal, também oferece boa margem de segurança e promove relaxamento muscular e analgesia satisfatórios para procedimentos cirúrgicos na região de membros pélvicos e cloaca/cauda.

Embora no presente estudo, várias dúvidas tenham sido elucidadas, ressalta-se que esta pesquisa é uma “resposta a uma pergunta inicial” e que os resultados obtidos com ela contribuem bastante com a clínica, cirurgia e anestesiologia de quelônios e conseqüentemente na qualidade do atendimento prestado a estes animais.

Também se deve ressaltar a importância do estudo anatômico neste trabalho, uma vez que as pesquisas básicas fornecem subsídios essenciais para as ciências ditas aplicadas. Esta relação (básicas e aplicadas) deve ser estimulada,

uma vez que o enfoque sempre será mais amplo e os resultados mais fidedignos à ciência e enriquecedores à medicina veterinária.

Conclusões

7 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- A medula espinhal do *G.carbonaria* apresentou-se como uma massa alongada, de coloração esbranquiçada, com aspecto cilíndrico, ligeiramente achatada dorso-ventralmente, situada dentro do canal vertebral, preenchendo-o até a articulação entre a penúltima e a última vértebra caudal;
- A intumescência cérvico-torácica apresentou-se localizada entre os segmentos medulares de C5-T1, enquanto a intumescência tóraco-sacral pelos segmentos medulares de T6-Ca1;
- A anestesia espinhal apresentou-se como técnica segura, de fácil realização, promovendo relaxamento muscular e analgesia satisfatória para as regiões de membro pélvico e cauda/cloaca, podendo ser utilizada como alternativa anestésica para procedimentos cirúrgicos nestas regiões.

Referências

REFERÊNCIAS

- ANTHONY, J. Le névraxe des reptiles. In: GRASSÉ, P. P. **Traité de zoologie: Anatomie, systématique, biologie. Reptiles caractères généraux et anatomie.** 2. ed. Paris: Masson et Cie Editeurs, 1970. p. 202-213.
- BAROUDI, R. **Elementos da zoologia.** 6. ed. São Paulo: Nobel, 1970. p. 125-152.
- BARROS, A. **Zoologia.** 16. ed. São Paulo: Nobel, 1971. v. 2, p. 361-370.
- BAUMEL, J. J. **Handbook of avian anatomy:** Cambridge: Nuttall Orthological Club, 1993. 779 p.
- BAUMEL, J. J. Sistema nervoso das aves. In: GETTY, R.; ROSENBAUM, C. E.; GHOSHAL, N. G.; HILLMANN, D. **Sisson/Groisman anatomia dos animais domésticos.** 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986 v. 2, p. 1890-1930.
- BENNETT, R. A. Anesthesia. In: MADER, D. R. **Reptile medicine and surgery.** Philadelphia: W.B. Saunders, 1996. p. 241-247.
- BOYER, T. H. Emergency care of reptiles. **The Veterinary Clinics of North America. Exotic Animal Practice**, v. 1, n. 1, p. 191-206, 1998.
- BOYES, R. N. A review of the metabolism of the amide local anesthetic agents. **British Journal of Anesthesia**, v. 47, p. 225-230, 1975.
- BROWN, D. L.; RANSOM, D. M.; HALL, J. A.; LEICHT, C. H.; SCHROEDER, D. R.; OFFORD, K. P. Regional anesthesia and local anesthetic-induced systemic toxicity: seizure frequency and accompanying cardiovascular change. **Anesthesia and Analgesia**, v. 18, p. 321-58, 1985.
- BURK, R. L. Computed tomography of thoracic diseases in dogs. **Journal of American Veterinary Medicine Association**, v. 199, n. 5, p. 617-621, 1991.
- BURKE, V. J.; FRAZER, N. B.; GIBBONS, J. W. **Conservation of the turtles: the chelonian dilemma.** In: Proceedings of the 13th annual symposium on sea turtle biology and conservation. U.S. departamente of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Jekyll Island, G. A, 1993.
- CHRISTOPHERSON, R.; BEATTIE, C.; FRANK, S. M.; NORRIS, E. J.; MEINERT, C. L.; GOTTLIEB, S. O.; YATES, H.; ROCK, P.; PARKER, S. D.; PERLER, B. A.; WILLIAMS, M. Perioperative morbidity in patients randomized to epidural or general anesthesia for lower extremity vascular surgery. **Anesthesiology**, v. 79, p. 422-434, 1993.

COVINO, B. G.; LAMBERT, D. H. Anestesia peridural e subaracnóidea. In: BARASH, O. G.; CULLEN, B. F.; STOELTING, R. K. **Tratado de anestesiologia clínica**. São Paulo: Manole, 19993. p. 905-943.

DE LAHUNTA, A. **Veterinary neuroanatomy and clinical neurology**. 2. ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1983.

DELLMANN, H. D.; MACCLURE, R. C. Sistema nervoso central. In: GETTY, R.; ROSENBAUM, C. E.; GHOSHAL, N. G.; HILLMANN, D. **Sisson/Groisman anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. p. 186-190.

FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S. R. G. **Anestesia em cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2002. 380p.

FARIA, T. N. **Distribuição da origem, trajeto e número das principais artérias do jabuti *Geochelone carbonaria* (SPIX, 1824)**. 42 f. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FERNANDES, V. **Zoologia**. 7. ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1981.

FLECKNELL, P. **Laboratory animal: a practical introduction for research workers and technicians**. 2 ed. London: Academic Press, 1987. p. 220-221.

FONTENELLE, J. H.; NASCIMENTO, C. C.; CRUZ, M. L.; LUNA, S. P. L.; NUNES, A. L. V. N. Anestesia epidural em jabuti piranga (*Geochelone carbonaria*). In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS DE ANIMAIS SELVAGENS, 4.; ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANIMAIS SELVAGENS, 9., 2000, São Paulo. **Anais...** São Pedro: [s.n.], 2000. p. 7.

FRYE, F. L. **Reptile care an atlas of diseases and trataments**. New Jersey: TFH Publications, 1991. p. 421-437.

GIBBONS, J. W. Reproductive patterns of reptiles and amphibiens: considerations for captive breeding and conservation. **Captive management and conservation of amphibians and reptiles**. v. 2, p. 119-123, 1994.

GIL, V. A. **Neurología en perro y el gato**. Madrid: Marban, 1998. p. 17-24.

GHOSHAL, N. G. Nervos espinhais. In: GETTY, R.; ROSENBAUM, C. E.; GHOSHAL, N. G.; HILLMANN, D. **Sisson/Grossman anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. p. 620-642, 1052-1077, 1294-1307, 1595-1617.

GREEN, C. J. **Animal anesthesia: laboratory animal handbooks**. London: Spottiswode Ballantyne, 1979. p. 116-119.

GREENE, N. M. Perspectives in spinal anesthesia. **Reg Anesth** 7:55, 1982.

GUIBÉ, J. Le squelette du tronc et des membres. In: GRASSÉ, P. P. **Traité de zoologie: anatomie, systématique, biologie. Reptiles caractères généraux et anatomie.** 2. ed. Paris: Masson et Cie Editeurs, 1970. p. 33-48.

HALL, L. W.; CLARKE, K. W. **Veterinary anaesthesia.** 9. ed. London: British Library Cataloguing in Publication Data, 1991. p. 343.

HILDEBRAND, M. Sistema nervoso: geral, medula espinal e nervos periféricos. In: HILDEBRAND, M. **Análise da estrutura dos vertebrados.** São Paulo: Ateneu, 1995. p. 331-347.

INTELIZANO, T. R.; SANTOS, P. R.; FUTEMA, F.; OTSUKI, D. A.; ALMEIDA, T. I. Técnicas em anestesia local. In: FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S. R. G. **Anestesia em cães e gatos.** São Paulo: Roca, 2002. p. 199-208.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE. **Nomina anatomica veterinária.** 4. ed. New York, 1994. (Togheter with nomina histological, 2 ed., 1992 and nomina embriologica veterinaria, 1992).

KLIDE, A. M. Epidural anesthesia. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 22, n. 2, p. 413-419, 1992.

KOHN, D. F.; WIXISON, S. K.; BENSON, G. J. **Anesthesia and analgesia in laboratory animals.** San Diego: Academic Press, 1997. p. 348-378.

KUHLENBECK, H. **The central nervous system of vertebrates.** Switzerland: SK, 1975. v. 4, p. 150-161.

MADER, D. R. Euthanasia and necropsy. In: MADER, D. R. **Reptile medicine and surgery.** Philadelphia: W. B. Saunders, 1996. p. 241-247.

MASSONE, F. **Anestesia veterinária.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 31-45.

MAXWELL, J. H. Anesthesia and surgery. In: HARLESS, M.; MORLOCK, H. **Turtles: perspective and research.** Florida: Robert E. Krieger Publishing Company, 1989. p. 127-151.

MESSONIER, S. P. **Common reptile diseases and tratament.** Texas: Blackwell Science, 1996. p. 1-3, 103-128.

MOLENAAR, G. J. O sistema nervoso. In: DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p. 175-224.

MUIR, W. W. **Manual de anestesia veterinária.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001. p. 45-55.

ORR, R. T. **Biologia dos vertebrados**. 5. ed. São Paulo: Roca, 1986. 505 p.

ORTENZI, A. V.; TARDELLI, M. A. **Anestesiologia – SAESP**. São Paulo: Atheneu, 1996. p. 358-371.

PADDLEFORD, R. R. **Manual of small animal anesthesia**. New York: W. B. Saunders, 1999. p. 318-348.

POUG, F. H. **Herpetology**. New Jersey: Prentice Hall, 1997. p. 75.

POUGH, F. H.; HEISER, B.; MCFARLAND, W. N. **A vida dos vertebrados**. 2. ed. São Paulo: Editora Ateneu, 1999. p. 356-384.

PRITCHARD, P. C. H. **Encyclopedia of turtles**. New Jersey: TFH Publications, 1979. p. 326-330.

QUANDT, J. E.; RAWLINGS, C. R. Reducing postoperative pain for dogs: local and regional anesthetic techniques. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 18, n. 2, p. 101-111, 1996.

ROMER, A. S. **Osteology of the reptiles**. Chicago: University of Chicago Press, 1997. 772 p.

ROMERO, S. M. B. **Fundamentos de neurologia comparada: da recepção à integração**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 131-135.

SCHUMACHER, J. Reptiles and amphibians. In: THURMON, J. C.; TRANQUILLI, W. J.; BENSON, G. J. **Lumb & Jones veterinary anesthesia**. 3. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996. p. 670-685.

SCOTT, D. B. **Introdução a anestesia regional**. São Paulo: Manole, 1991. 96 p.

SILVA, D. R.; AMORIM-JUNIOR, A. A.; AMORIM, M. J. A. A. L.; ANDRADE, M. B.; ARAÚJO, F. P.; PIMENTEL, P. D. Topografia do cone medular da preguiça (*Choloepus hoffmanni*, PETERS, 1865 e *Bradypus variegatus*, SHINZ, 1825). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ANATOMIA, 20., 2002, Alagoas. **Anais...** Maceió: [s.n.], 2002. p. 95.

SKARDA, R. T. Local and regional anesthetic and analgesia techniques: dogs. In: THURMON, J. C.; TRANQUILLI, W. J.; BENSON, G. J. **Lumb & Jones veterinary anesthesia**. 3. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996. p. 426-447.

SKARDA, R. T.; BEDNARSKI, R. M.; MUIR, W. W.; HUBBEL, J. A. E. **Handbook of veterinary anesthesia**. 2. ed. London: Mosby-Year, 1995. p. 355-357.

STICLE, R. L.; HATCOCK, J. T. Interpretation of computed tomographic images. **Journal of American Veterinary Medicine Association**, v. 23, n. 2, p. 417-435, 1993.

STORER, T. I.; USINGER, R. L.; STEBBINS, R. C.; NYBAKKEN, J. W. **Zoologia geral**. 6. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2000. v. 8, p. 642-654.

SWEITZER, B. J. Anestésicos locais: In: DAVISON, J. K.; ECKHARDT III, W. F.; PERESE, D. A. **Manual de anestesiologia clínica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1997. p. 172-179.

SWINGLAND, I. R.; KLEMENS, M. W. The conservation biology of tortoises. **Occasional papers of the IUCN species survival commission**, n. 5, IUCN, 1989.

THURMON, J. C.; TRANQUILLI, W. J.; BENSON, G. J. **Lumb & Jones veterinary anaesthesia**. 3. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996. p. 680-681.

TROINANO, J. C. **Manejo sanitario de reptiles en cativeiro**. Buenos Aires: Prena Veterinaria Argentina, 1991. p. 75-117.

URBAN, M. K.; URQUHART, B. Evaluation of braquial plexus anesthesia for upper extremity surgery. **Regional Anesthesia**, v. 19, n. 3, p. 175-82, 1994.

VERSAL, N. CRIBB, P. H.; FRKETIC, M. Postoperative analgesic and cardiopulmonary efeccts in dog if oxymorphine administered epidurally: a comparative clinical study. **Veterinary Anesthesia**, v. 25, p. 361-369, 1996.

VILLEE, C. A.; WALKER JÚNIOR, W. F.; BARNES, R. D. **Zoologia geral**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p. 547-557.

Apêndices

APÊNDICE A – Representação esquemática da intumescência cérvico-torácica do *G. carbonaria*, onde se evidenciam os segmentos medulares de C5 – T1. Em detalhe, as radículas que formam as raízes nervosas.

APÊNDICE B – Representação esquemática da intumescência tóraco-sacral do *G. carbonaria*, onde se evidenciam os segmentos medulares de S1 – S5. Em detalhe, as radículas que formam as raízes nervosas.

APÊNDICE C – Representação esquemática da medula espinhal na região da cauda do *G. carbonaria*, onde se evidencia o seu término na articulação da última com a penúltima vértebra caudal. Em detalhe (→) os nervos formadores do plexo lombossacral.