

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**IMAGENS TOMOGRÁFICAS TRIDIMENSIONAIS DOS OSSOS
DA CABEÇA DE GATOS DOMÉSTICOS APLICADAS AO
ENSINO DO DIAGNÓSTICO POR IMAGEM**

Rosana Zanatta

Orientador: Prof. Dr. Júlio Carlos Canola

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

JABOTICABAL - SÃO PAULO – BRASIL

Junho de 2010

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

ROSANA ZANATTA – nascida na cidade de Curitiba-PR, em 22 de agosto de 1977. Médica Veterinária formada pela Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Paraná de Curitiba-PR, no ano de 2003. Participou do Programa de Aprimoramento Profissional em Medicina Veterinária, Área de Radiologia Veterinária, no Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel” da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, UNESP/Jaboticabal-SP, nos anos de 2004 e 2005. Nessa mesma instituição, obteve o título de Mestre em Cirurgia Veterinária, em 2007, sob orientação do Prof. Dr. Júlio Carlos Canola. Lecionou a disciplina de Diagnóstico por Imagem do curso de Medicina Veterinária na Universidade Camilo Castelo Branco – Unicastelo, Fernandópolis-SP e na Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba-PR. Atualmente leciona a disciplina de Diagnóstico por Imagem do curso de Medicina Veterinária na Universidade de Cuiabá – UNIC, Cuiabá-MT.

DEDICO ESTE TRABALHO E OFEREÇO

Aos meus pais Valter e Avelina, por se fazerem presentes em todos os momentos da minha vida e trazerem muita felicidade, mesmo estando longe. Vocês são o meu porto seguro!

Ao meu irmão Rodrigo e minha cunhada Daniela, que estão trazendo ao mundo meu primeiro sobrinho.

A minha nona Inês por todos os bons momentos.

À Anelise Carvalho Nepomuceno, Camilla Panizza Camargo, Tatiana Champion, Thassila Caccia Feragi Cintra e Vanessa Páfaro, amigas que a distância não consegue separar.

Às grandes amigas que conheci na UFPR, Andressa Cristina de Souza, Daniela A. Ayres Garcia, Mariana Reis Seoane, Raquel de Souza Lemos e Tilde Rodrigues Froes. Vocês moram no meu coração!

Às amigas que nasceram no Hospital Veterinário da UFPR e da UNIC, tornando ainda mais agradável o trabalho nessas instituições.

À amiga Luciane Maria Laskosky que me deu apoio e coragem para mais uma grande mudança na minha vida.

A todos os animaizinhos que fazem ou fizeram parte da minha vida, trazendo muita alegria e me inspirando na escolha dessa profissão. Faisca, você é inesquecível e estará sempre nos meus pensamentos.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Júlio Carlos Canola, pela orientação nesta tese, e pela confiança que depositou em mim desde o primeiro momento, sempre me ajudando a evoluir e a alcançar meus objetivos.

À Daniela A. Ayres Garcia e Raquel de Souza Lemos pela ajuda na fase experimental e por todo apoio nos momentos mais difíceis desse trabalho.

À professora e amiga Tilde Rodrigues Froes, por ceder sua aula para que eu pudesse aplicar o questionário na UFPR.

À Tatiana Champion, pelo auxílio na estatística e por me surpreender cada dia mais com sua generosidade e amizade.

À Adriana Meirelles pelo auxílio na tradução para o inglês.

Aos alunos que assistiram às aulas ministradas e responderam aos questionários desse trabalho. Vocês foram parte fundamental para a realização desse projeto.

Ao Dr. Maurício Herman Hertz e aos técnicos Nilton Vargas de Souza Lima e Adriana Azevedo Marques de Sousa por toda atenção dispensada a mim e por possibilitarem a realização dos exames tomográficos que geraram as imagens para esse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1	01
1. Introdução.....	01
2. Revisão da literatura.....	03
2.1 Anatomia dos ossos da cabeça dos gatos domésticos.....	03
2.2 Tomografia computadorizada	06
2.3 Tecnologia aplicada ao ensino.....	12
3. Referências.....	14
CAPÍTULO 2	22
Resumo.....	22
1. Introdução	23
2. Material e métodos.....	25
2.1 Animais	25
2.2. Protocolo anestésico	25
2.3 Exame de TC e processamento das imagens	25
2.4 Identificação das estruturas	26
3. Resultados.....	27
4. Discussão	34
5. Conclusões	38
6. Referências.....	39
CAPÍTULO 3.....	41
Resumo	41
1. Introdução	42
2. Material e métodos.....	44
3. Resultados e discussão.....	47

4. Conclusões	60
5. Referências.....	61
CAPÍTULO 4.....	64
APÊNDICE	65

LISTA DE TABELAS

Página

Capítulo 3

Tabela 1. Associação entre as questões 7 e 14, relativas respectivamente a importância que o aluno atribui à revisão da anatomia na aula de diagnóstico por imagem, e ao grau de satisfação com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional.....45

Tabela 2. Associação entre as questões 8 e 14, relativas respectivamente a aceitação da introdução de novas metodologias de aprendizagem nas aulas e ao grau de satisfação com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional46

Tabela 3. Associação entre as questões 12 e 14, relativas respectivamente a utilização de um banco de imagens tridimensionais para auxílio no estudo do diagnóstico por imagem, e ao grau de satisfação com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional.....47

Tabela 4. Associação entre as questões 17 e 14, relativas respectivamente a relevância do uso de um banco de imagens tomográficas tridimensionais para consulta durante o curso de medicina veterinária, e ao grau de satisfação com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional.....48

Tabela 5. Associação entre as questões 19 e 14, relativas respectivamente ao quanto os alunos consideram estimulante associar a anatomia com a anatomia radiográfica e a importância clínica dos achados radiográficos, e ao grau de satisfação com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional.....50

Tabela 6. Associação entre as questões 21 e 14, relativas respectivamente ao quanto os alunos consideram importante poder relembrar a anatomia utilizando imagens de animais vivos, e ao grau de satisfação com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional.....51

LISTA DE FIGURAS

Página

Capítulo 2

- Figura 1. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido ventral oblíquo, com a identificação da articulação intermandibular (circundada em vermelho), da bula timpânica e dos ossos da base do crânio.....22
- Figura 2. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido rostral oblíquo, com a identificação de estruturas anatômicas da região ilustrada.....23
- Figura 3. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido rostral, com a identificação de alguns ossos faciais e demais estruturas da região ilustrada.....24
- Figura 4. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido lateral, com a identificação da mandíbula, do osso zigomático e algumas regiões dos ossos frontal e temporal.....24
- Figura 5. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido dorsal, com a identificação de alguns ossos facial e cranial.....25
- Figura 6. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido caudal, com a identificação do osso occipital, parietal e interparietal.....25
- Figura 7. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido lateral, com a identificação dos processos do ramo vertical da mandíbula, de alguns ossos faciais e craniais ilustrados e dos ossos hióides, exceto basiíóide (Es: estiloíóide, Ep: epiíóide, Ce: ceratoíóide e Ti: tiroíóide).....26
- Figura 8. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido lateral, destacando a região da articulação temporomandibular.....27
- Figura 9. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido ventral, com a identificação da articulação temporomandibular (ATM), aparato hióide (.Es: estiloíóide, Ep: epiíóide, Ce: ceratoíóide, Ba: basiíóide e Ti: tiroíóide) e osso palatino.....28
- Figura 10. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em segmentação sagital, ilustrando as cavidades da cabeça e o osso etmóide, que divide as cavidades nasal e craniana.....29
- Figura 11. Reconstrução pelo método “3D transparent wall” da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido lateral, ilustrando a cavidade nasal, o seio frontal, a nasofaringe, a cavidade timpânica e o canal auricular externo.....30

Figura 12. Reconstrução pelo método “3D transparent wall” da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido ventral, com a identificação da orelha média (circundada em vermelho) e externa, nasofaringe e cavidade nasal.....31

Figura 13. Reconstrução pelo método “3D transparent wall” da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido rostral, com a identificação do conduto auricular externo, cavidade e seio nasal.....31

Capítulo 3

Figura 1. Grau de satisfação de 100 alunos com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, com ênfase na cabeça de gatos, como método para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional. Legenda: 1. Insatisfatório; 2. Pouco satisfatório; 3. Moderadamente satisfatório; 4. Muito satisfatório; 5. Totalmente satisfatório.....42

Figura 2. Grau de satisfação de 16 alunos da Universidade Federal do Paraná com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, com ênfase na cabeça de gatos, como método para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional. Legenda: 1. Insatisfatório; 2. Pouco satisfatório; 3. Moderadamente satisfatório; 4. Muito satisfatório; 5. Totalmente satisfatório.....43

Figura 3. Grau de satisfação de 34 alunos da Universidade de Cuiabá com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, com ênfase na cabeça de gatos, como método para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional. Legenda: 1. Insatisfatório; 2. Pouco satisfatório; 3. Moderadamente satisfatório; 4. Muito satisfatório; 5. Totalmente satisfatório.....43

Figura 4. Grau de satisfação de 50 alunos da Universidade Estadual Paulista – campus Jaboticabal com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, com ênfase na cabeça de gatos, como método para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional. Legenda: 1. Insatisfatório; 2. Pouco satisfatório; 3. Moderadamente satisfatório; 4. Muito satisfatório; 5. Totalmente satisfatório.....44

Figura 5. Opinião de 100 alunos quanto a utilidade das imagens tridimensionais apresentadas na aula proposta para o entendimento das aulas teóricas de anatomia veterinária. Legenda: 1. nenhuma utilidade; 2. pouca utilidade; 3. moderada utilidade; 4. grande utilidade; 5. utilidade total.....49

IMAGENS TOMOGRÁFICAS TRIDIMENSIONAIS DOS OSSOS DA CABEÇA DE GATOS DOMÉSTICOS APLICADAS AO ENSINO DO DIAGNÓSTICO POR IMAGEM

RESUMO - A proposta deste estudo foi estabelecer um método de ensino para a disciplina de diagnóstico por imagem veterinária, ao associar o uso de imagens tridimensionais às aulas convencionais de radiologia. Para este fim foram obtidas imagens tridimensionais, por meio de exames de tomografia computadorizada multidetectores, da cabeça de cinco gatos domésticos. Estas imagens foram adicionadas à aula de radiologia da cabeça, onde comumente são apresentadas imagens bidimensionais. A aula foi ministrada para alunos de três instituições de ensino superior, uma federal, uma estadual e outra particular. Após a apresentação, os alunos responderam a um questionário para que fosse possível verificar se o método contribuiu para assimilar com mais facilidade o conhecimento anatômico e radiográfico regional. Dos 100 alunos, 77% acharam o método totalmente satisfatório, 19% satisfatório, 2% moderadamente satisfatório, 2% pouco satisfatório. Nenhum aluno considerou o método insatisfatório, validando o método proposto. Como objetivo secundário discutiram-se as imagens tridimensionais obtidas, com enfoque anatomo-clínico, visando tornar mais atrativo o estudo da anatomia radiográfica dos ossos da cabeça. As imagens permitiram a identificação dos ossos e das cavidades da cabeça. Acredita-se que estas possam ser utilizadas no estudo das estruturas frequentemente acometidas por enfermidades em gatos domésticos.

Palavras chave: anatomia, cabeça, ensino, gatos, tomografia computadorizada

TOMOGRAPHIC TRIDIMENSIONAL IMAGES OF THE BONES OF THE HEAD OF DOMESTIC CATS APPLIED TO THE DIAGNOSTIC IMAGING LEARNING

SUMMARY – The aim of this study was to establish a teaching methodology for diagnostic imaging in veterinary medicine by correlating the use of three-dimensional images to conventional radiology lectures. For this purpose, three-dimensional images of the head of five domestic cats were acquired by multi-detector row computed tomography. These images were added to the lecture of radiology of the head, in which two-dimensional images are usually presented. The lecture was presented to students of three different institutions (federal, state and private). After the lecture the students answered a questionnaire to verify if the method contributed for better assimilation of the anatomical and radiographic knowledge. From 100 students, 77% found the method highly satisfactory, 19% satisfactory, 2% moderately satisfactory, 2% poorly satisfactory. None of the students found the method unsatisfactory. Three-dimensional images obtained had been discussed with an anatomical and clinical view to make the study of radiographic anatomy of the bones of the head more attractive to students. The images allowed the identification of bones and cavities of the head, being able to be used to study the structures that are frequently affected by diseases in domestic cats.

Keywords: anatomy, head, teaching, cats, computed tomography

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

O ensino da radiologia veterinária é um desafio para os professores, pois além das dificuldades inerentes ao exame radiográfico, como a interpretação de imagens bidimensionais de estruturas tridimensionais, e a sobreposição destas estruturas na imagem gerada, o aluno precisa ter conhecimento da anatomia veterinária para entender e interpretar imagens.

A apresentação de imagens radiográficas normais e alteradas tem sido o modelo de ensino mais usado para essa disciplina.

Vários trabalhos vêm sendo realizados com o intuito de criar imagens tridimensionais, geralmente por meio de programas de computador, para complementar o estudo de disciplinas como anatomia, cirurgia e diagnóstico por imagem.

Atualmente, a idéia é inserir inovações tecnológicas dentro da sala de aula, que aliadas à experiência do professor, possam intensificar a interação entre alunos e professores.

Os avanços dentro do próprio campo do diagnóstico por imagem podem ser úteis para o ensino. Tomógrafos cada vez mais sofisticados, aliados a modernos softwares, são capazes de gerar imagens tridimensionais, além de outros tipos de reconstruções, que podem ser usadas não só para o diagnóstico das enfermidades, mas também como auxílio no aprendizado de alunos da graduação.

Neste estudo, buscou-se verificar se o uso de imagens tridimensionais obtidas por meio de tomografia computadorizada facilita o aprendizado de alunos na disciplina de diagnóstico por imagem na medicina veterinária.

A região escolhida para este fim foi a cabeça de gatos domésticos, por se acreditar ser uma área complexa e de difícil assimilação durante as aulas convencionais.

Neste capítulo foi realizada uma revisão da anatomia dos ossos e das cavidades da cabeça de gatos domésticos e um histórico da tomografia computadorizada, comentando como se dá a obtenção das imagens, os parâmetros usados para tal e a evolução dos equipamentos. Finalmente, a tecnologia aplicada ao ensino é brevemente abordada.

No capítulo 2 são apresentadas imagens tridimensionais dos ossos da cabeça de gatos domésticos, obtidas por meio de tomografia computadorizada, com enfoque anatomo-clínico das estruturas devidamente identificadas, com o objetivo de tornar mais atrativo o estudo da anatomia radiográfica dos ossos da cabeça.

No capítulo 3 procurou-se verificar se o uso de imagens tridimensionais auxiliava o aprendizado, quando apresentadas em aulas de radiologia enfocando a cabeça de gatos domésticos. Para validar a hipótese, um questionário foi aplicado a alunos de três instituições de ensino superior, após a apresentação da aula.

2. Revisão da literatura

2.1 Anatomia dos ossos da cabeça dos gatos domésticos

A cabeça é a mais complexa e especializada parte do esqueleto (EVANS, 1993). Ela resulta da união de ossos que formam uma caixa oca rígida, constituindo um meio de proteção para o encéfalo, os órgãos dos sentidos especiais (visão, olfato, audição, equilíbrio e gustação), as aberturas para as passagens de ar e alimentos e os maxilares e mandíbulas, incluindo os dentes para a mastigação (GETTY, 1986a).

O esqueleto completo da cabeça compreende o crânio, a mandíbula, o aparelho hióide, os ossículos da orelha média, as cartilagens da orelha externa, do nariz e da laringe (DYCE et al., 1997). O termo crânio é empregado para os ossos que alojam e protegem o encéfalo, separados da mandíbula e ossos da face, embora alguns autores utilizem o termo num sentido mais amplo, incluindo a mandíbula e o aparelho hióide. LIEBICH & KÖNIG (2002) dividem o crânio em dois segmentos, o neurocrânio e o viscerocrânio.

Os ossos do neurocrânio circundam a cavidade craniana, a qual encerra o encéfalo. O assoalho é formado pelo osso ímpar occipital com sua parte basal e do osso ímpar esfenóide (basiesfenóide e pré-esfenóide); a parede nugal é constituída do osso ímpar occipital com sua porção escamosa e com sua parte lateral; as paredes laterais são formadas pelos ossos pares temporal; do teto do neurocrânio fazem parte os ossos pares frontais e parietais e o osso ímpar interparietal; e a parede nasal corresponde ao osso ímpar etmoidal. Os ossos do viscerocrânio ou face formam a cavidade nasal, cujas superfícies ventrais formam, ao mesmo tempo, o teto da cavidade bucal que tem por base a mandíbula e o hióide. As paredes da face permitem diferenciar o dorso do nariz, formado pelos ossos pares frontal e nasal; a parede lateral, formada pelos ossos pares lacrimal, zigomático, maxilar e incisivo; o assoalho da cavidade nasal; teto da cavidade bucal, compostos dos ossos pares palatino, maxilar e incisivo e do osso ímpar vômer; e o teto, parede lateral da

cavidade da porção dorsal da faringe, formada pelos ossos pares pterigóide, palatino e esfenóide e um segmento do osso vômer. Inserido profundamente na base do nariz, o osso etmóide separa a cavidade nasal da cavidade craniana. O septo nasal mediano divide a cavidade nasal em uma cavidade direita e outra esquerda (LIEBICH & KÖNIG, 2002).

Na Nomenclatura Anatômica Veterinária (SHALLER, 1999) consta que os ossos da cabeça dividem-se em ossos do crânio e ossos da face. Constituem os ossos do crânio o occipital, interparietal, basiesfenóide, pré-esfenóide, pterigóide, temporal, parietal, frontal, etmóide e vômer. Os ossos da face compreendem o nasal, lacrimal, maxilar, concha nasal ventral, incisivo, palatino, zigomático, mandíbula e hióide (GETTY, 1986a).

Os seios nasais representam cavidades pneumatizadas entre as lâminas externa e interna dos ossos do crânio, cujos óstios ocorrem através das cavidades nasais. O sistema de seios do gato compreende compartimento frontal, esfenóide e maxilar, dentre os quais o frontal é o mais importante (NICKEL et al., 1979; DYCE et al., 1997).

A maior parte dos ossos do crânio é plana, tais ossos proporcionam suficiente área para inserção dos músculos e protegem os órgãos que cobrem. Consistem de duas lâminas de osso compacto com osso esponjoso e medula óssea interpostos. Os ossos da base do crânio podem ser classificados como irregulares, e são medianos e ímpares (GETTY, 1986a).

O esqueleto embrionário primitivo consiste de cartilagem e tecido fibroso nos quais os ossos desenvolvem-se. O processo é designado ossificação ou osteogênese e é elaborado essencialmente pelas células produtoras de osso, chamadas osteoblastos. Portanto, ossos membranosos são aqueles que são desenvolvidos em tecido fibroso (ossificação intramembranosa) e ossos cartilagíneos aqueles que são pré-formados em cartilagem (ossificação endocondral). Os principais ossos membranosos são aqueles da abóbada e lados do crânio e muitos dos ossos da face (GETTY, 1986a).

Os ossos ímpares desenvolvem-se a partir de centros independentes de ossificação, os quais são unidos, nos animais jovens, com frequência por tecido conjuntivo e mais raramente por tecido cartilaginoso. Esse princípio de construção permite uma adaptação dinâmica do crânio durante o desenvolvimento pós-natal. Os ossos da face nos recém-nascidos são relativamente pequenos, pois o aparelho da mastigação não está totalmente desenvolvido, e a dimensão dos seios da face e da cavidade nasal é pequena. Passado esse período, são iniciados processos de desenvolvimento que decorrem de modo harmônico e que se completam de acordo com diferentes princípios. Isso compreende primeiramente o desenvolvimento da abóbada craniana. Mais tarde, a configuração da forma de cada um dos ossos, o desenvolvimento do crânio - frequentemente conformado através do desenvolvimento dos dentes e da formação dos seios da face - , bem como a extensão da base do crânio, característica para cada espécie animal. O processo de transformação de cada osso ímpar é moroso e persiste durante toda a vida em algumas pequenas zonas condicionadas à função (LIEBICH & KÖNIG, 2002).

As articulações entre os ossos da cabeça são do tipo fibrosa e sinovial. Nas articulações fibrosas, os segmentos estão unidos por tecido fibroso, praticamente impedindo os movimentos. As articulações fibrosas da cabeça são conhecidas como suturas. Na cabeça, as articulações cartilaginosas são formadas por ossos unidos por cartilagem hialina (sincondrose). Essas articulações são substituídas por ossos quando cessa o crescimento, a porção basilar do occipital com o corpo do esfenoide (basisfenoide), a articulação entre as partes petrosa e estiloídea do osso temporal através da cartilagem timpanicoídea, e a sincondrose intermandibular são exemplos dessas articulações. As articulações sinoviais são caracterizadas pela presença de uma cavidade articular, com uma membrana sinovial na cápsula articular e por sua mobilidade (GETTY, 1986b). A mandíbula forma uma articulação sinovial com os ossos temporais (articulação temporomandibular) (GETTY, 1986a).

Os gatos apresentam fenotipicamente três formatos diferentes de cabeça, o arredondado, o triangular e o cuneiforme. Os gatos têm a face relativamente curta, mas essa característica varia nas diferentes raças. Em raças orientais a face é

proporcionalmente mais longa e a cabeça toda é mais cuneiforme, com um ângulo nasofrontal menos acentuado. Ao contrário, os gatos Persas têm faces muito curtas, chegando às vezes a bloquear os ductos lacrimais. Os olhos e as órbitas dos gatos são relativamente grandes e situam-se mais medialmente, proporcionando um campo mais amplo de visão binocular (KUNZEL et al., 2003).

2.2 Tomografia computadorizada

Desde sua descoberta por Wilhelm Conrad Roentgen, no final do século XIX, os raios x têm sido utilizados como método de diagnóstico em medicina, por meio da radiografia e da fluoroscopia. Com o passar dos anos, o diagnóstico radiológico obteve avanço tecnológico significativo, em razão da produção de aparelhos de maiores potência e qualidade. Um dos momentos mais importantes dessa evolução foi a introdução do computador, utilizado para realizar cálculos matemáticos a partir da intensidade dos fótons de raios x (BURK & FEENEY, 2003; OHLERTH & SCHARF, 2007).

A tomografia computadorizada (TC) foi inventada no ano de 1963 pelo físico nascido na África do Sul, Allan M. Cormack e pelo engenheiro inglês, Godfrey N. Hounsfield (SANTOS et al., 2009).

Anteriormente, em 1917, o matemático austríaco Johann Radon demonstrou que um objeto tridimensional poderia ser reproduzido a partir de um conjunto de projeções. Esse conceito foi algumas décadas depois o fundamento para a tomografia computadorizada (HSIEH, 2003).

A tomografia computadorizada médica começou a desenvolver-se no ano de 1960, de forma lenta, por falta de apoio matemático. A contribuição matemática fundamental para o problema da reconstrução foi feita em 1963 e 1964, por Allan Cormack, físico e matemático. A questão a que Cormack respondeu foi: supondo que se conheçam todas as linhas integrais através de um corpo de densidade

variada, podemos reconstruir esse mesmo corpo? A resposta foi positiva, e ainda mais construtiva, a partir das informações obtidas pelos raios x (CARVALHO, 2009).

Nesse momento, surge a figura de Hounsfield, que criou o protótipo, inicialmente com uma fonte emissora de raios gama. O tempo de aquisição da imagem foi de nove dias, e o computador levou 150 minutos para processar uma simples imagem. Com a substituição dos raios gama para os raios x, o tempo de aquisição foi reduzido para nove horas. A idéia de se concentrar na criação de um aparelho voltado para o crânio surgiu durante discussões com radiologistas. Conseguiu-se um cérebro fixado em formol e com algumas alterações, e a imagem obtida mostrou a substância branca e cinzenta, bem como calcificações. Foi o primeiro exame de tomografia do crânio realizado no mundo, em um hospital de Londres, em 1972. O método obteve grande repercussão no mundo inteiro, transformando a maneira de se fazer diagnóstico de várias doenças, inclusive na área da neurocirurgia. Evidentemente, essa evolução ocorreu em concomitância com a introdução da informática na medicina (HSIEH, 2003).

O primeiro tomógrafo do Brasil foi instalado em São Paulo, no Hospital da Real e Benemérita Sociedade Portuguesa de Beneficência, em 1977. Logo depois, o primeiro aparelho do Rio de Janeiro iniciou seu funcionamento, ainda em 1977, na Santa Casa da Misericórdia (CARVALHO, 2009).

No final da década de setenta, o uso da tomografia computadorizada na medicina veterinária era de caráter experimental. As primeiras experiências clínicas na área da medicina veterinária foram realizadas em pacientes caninos com neoplasia ou enfermidades do sistema nervoso central (OHLERTH, 2007).

Diversos autores publicaram referências anatômicas detalhadas do cérebro e da cabeça (FIKE et al., 1980; KAUFMAN et al, 1981; GEORGE & SMALLWOOD, 1992), da região da órbita (FIKE et al, 1984; DANIEL & MITCHELL, 1999) e na região nasal de cães e gatos (BURK, 1992; LOSONSKY et al, 1997; KUEHN, 2006).

Atualmente, a tomografia computadorizada pode ser considerada uma das ferramentas mais valiosas para o conhecimento da imagem neurológica, ortopédica e oncológica em pacientes caninos e felinos. Em pacientes com trauma agudo,

particularmente de áreas anatômicas complexas como a cabeça, a coluna e a pelve, a tomografia computadorizada vem se estabelecendo como o método padrão de imagem (OHLERTH, 2007).

No Brasil, há um interesse crescente no uso da tomografia computadorizada para pequenos animais. Alguns médicos veterinários brasileiros iniciaram seus estudos com a técnica acompanhando serviços de diagnóstico por imagem em instituições veterinárias no exterior (CANOLA, 2007; RACHED, 2009).

Desde a década de noventa, o uso de tomógrafos em serviços da medicina começou a ser utilizado para auxílio diagnóstico na veterinária, e a aplicabilidade da técnica começou a ser divulgada aos clínicos de pequenos animais. Com o tempo os aparelhos ficaram mais acessíveis, e hoje há clínicas veterinárias que disponibilizam o exame para pequenos animais. Esses médicos veterinários têm trabalhado incansavelmente na educação continuada aos clínicos por meio de palestras, visitas e folhetos explicativos, buscando mudar os conceitos de investigação por imagem até agora compreendidos como suficientes para fechar os diagnósticos na medicina veterinária (ADEODATO, 2010).

Além dos serviços particulares, algumas universidades brasileiras possuem aparelhos de tomografia computadorizada, e uma série de estudos vêm sendo desenvolvidos (ADEODATO et al., 2004; PINTO et al., 2004; CARVALHO et al., 2006; PINTO et al., 2007; MAMPRIM, 2008; VULCANO et al., 2010).

A TC é um método de exame radiodiagnóstico cujos princípios são os mesmos que fundamentam a radiologia convencional e segundo os quais, tecidos com diferentes composições absorvem a radiação de maneira diferente. O paciente, por meio de um tomógrafo, é submetido à exposição de raios x compostos sob diversos ângulos e, assim, é obtido imagens de cortes reconstruídos a partir de um sistema de computação integrado (OHLERTH & SCHARF, 2007).

Atualmente são conhecidos vários tipos de tomógrafos: convencional, helicoidal e multidetectores (SAINI, 2004; WRIGHT & WALLACK, 2007).

Os convencionais ou axiais são os mais antigos. Para a obtenção da imagem por esse tipo de tomógrafo, o paciente é colocado em uma mesa que se desloca

para o interior do “gantry”, em torno do qual se encontra uma ampola de raios x. Do lado oposto à ampola encontram-se os detectores, responsáveis por captar a radiação e transmitir essa informação ao computador ao qual está conectado. Nas máquinas sequenciais ou de terceira geração, durante o exame, o “gantry” descreve uma volta completa (360 graus) em torno do paciente, com a ampola emitindo raios x que, após atravessarem o corpo do paciente, são captados na outra extremidade pelos detectores. Esses dados são processados pelo computador, que analisa as variações de absorção ao longo da secção observada, e reconstrói esses dados sob a forma de uma imagem. A mesa avança então mais um pouco, repetindo-se o processo para a obtenção de nova imagem, alguns milímetros ou centímetros no sentido caudal do ponto inicial de varredura (WRIGHT & WALLACK, 2007; SANTOS, 2009).

Na tomografia helicoidal, além do tubo de raios x e dos detectores girarem, a mesa também é deslocada e a trajetória do feixe de raios x ao redor do corpo é em hélice (ou espiral). Os equipamentos designados helicoidais ou de quarta geração, descrevem uma hélice em torno do corpo do paciente, em vez de uma sucessão de círculos completos. Desse modo, obtém-se informação de maneira contínua, o que permite, dentro de certos limites, a reconstrução de imagens de qualquer secção analisada, não se limitando, portanto, aos círculos obtidos com as máquinas convencionais. A varredura contínua e em espiral é possível porque a mesa do paciente, em vez de ficar parada durante a aquisição, avança continuamente durante a realização dos cortes. Esses equipamentos são mais rápidos, permitindo a utilização de doses menores de radiação (OHLERTH & SCHARF, 2007; WRIGHT & WALLACK, 2007; SANTOS et al, 2009).

Atualmente existem equipamentos denominados multidetectores ou multicorte (“multislice”), que após disparo da ampola de raios x fornecem múltiplas imagens. Podem possuir de dois até 320 canais, representando maior agilidade na execução do exame diagnóstico. Com essa nova tecnologia é possível prover reconstruções 3D, reconstruções multiplanares ou até mesmo mensurar a passagem do sangue

pelos tecidos (estudo da perfusão) (KOPP et al., 2000; WRIGHT & WALLACK, 2007).

Para a obtenção das imagens definitivas, um topograma, que é uma imagem sequencial digital obtida por meio do movimento longitudinal da mesa com o tubo fixo em determinada posição, é realizado. A imagem adquirida é semelhante à radiografia convencional, porém é um programa de localização de cortes, em que se marcam o limite cranial e o caudal das aquisições transversais (CARVALHO et al., 2009).

Os parâmetros de aquisição da imagem são: quilovolts (kVp), miliamperagem por segundo (mAs), espessura de corte, intervalo de corte, campo de visão (FOV), matriz (pixel e voxel), entre outros (DALRYMPLE et al., 2005; KALRA & SAINI, 2006).

O kVp é a tensão aplicada ao tubo de raios x e a mAs a corrente elétrica multiplicada pelo tempo de exposição, em segundos. São os parâmetros responsáveis pela profundidade de alcance dos raios x e a quantidade de raios x gerados, respectivamente (THRALL & WIDMER, 2002).

A espessura de corte consiste na abertura do diafragma do tubo, que determina a espessura do corte de TC. O intervalo de corte consiste no espaço, em milímetros, estabelecido mediante o deslocamento da mesa em relação a uma determinada região anatômica. O campo de visão é responsável pela determinação do tamanho da área do objeto que será visibilizado em estudo (DALRYMPLE et al., 2005).

A matriz consiste no número de pontos dispostos vertical e horizontalmente que determinam quantos “pixels” e quantos “voxels” participarão da disposição de uma imagem. Quanto maior a matriz, menor o tamanho dos “pixels” e maior a resolução da imagem. O computador localiza pequenos volumes de tecido denominados “voxels”, que correspondem aos pixels na imagem tomográfica real. Como em radiografias convencionais, o grau que cada “voxel” atenua o feixe de raios-x é determinado pela sua densidade, que é representada por um valor de atenuação expressado em unidades Hounsfield (HU). A escala de atenuação varia

de -1000 HU (ar), passando por 0 HU (água), até +1000 HU (osso). A escala de cinza da TC é semelhante a da radiografia convencional. Tecidos de alta densidade são visibilizados em branco e de baixa densidade, em preto (KORNEGAY, 1990; TIDWELL, 1999).

O brilho e o contraste podem ser manipulados na TC. O brilho é determinado pelo ponto médio da escala de cinza da imagem (nível da janela), e o contraste é controlado pela variação do valor de atenuação (largura da janela), de preto a branco na imagem. Quando o nível da janela é elevado, a imagem obtém mais brilho, enquanto a diminuição da largura da janela resulta em maior contraste. Pela manipulação desses fatores, maior detalhe anatômico do cérebro (tecido mole/janela estreita) ou da cabeça (osso/janela larga) pode ser obtido (KORNEGAY, 1990).

Após a aquisição das imagens, estas podem ser processadas, ou seja, é possível reverter a disposição lateral ou ventrodorsal de uma imagem, movimentar a imagem em sentido horário ou anti-horário, modificar filtros e campo de visão de reconstrução de imagens, adicionar uma ou várias imagens a uma imagem previamente disposta na tela. Permite também estabelecer relação entre diferentes estruturas anatômicas, subtrair pontos de densidade de valores iguais existentes entre duas imagens, o que reflete na tela a imagem original com os valores restantes demonstrados de forma ressaltada. É possível fazer reconstruções de imagens multiplanares, ou seja, criar planos que não foram adquiridos pelo operador dentro de uma área previamente varrida eletronicamente. Programas opcionais como de reconstrução em tempo real, 3D (programa capaz de reconstruir imagens que demonstrem as relações de posicionamento intrínseco em estruturas complexas como os ossos faciais e do crânio), navegação virtual, renderização de imagens (visibilização de volumes), “3D transparent wall” (que permite delinear os órgãos), entre outros estão disponíveis para esses equipamentos (KOPP et al., 2000; DALRYMPLE et al., 2005; MELO et al., 2009).

2.3 Tecnologia aplicada ao ensino

O acesso a novas tecnologias está cada vez mais fácil e, hoje, é difícil imaginar qualquer atividade realizada sem elas. A revolução tecnológica produziu uma geração de alunos que cresceu em ambientes ricos de multimídia, com expectativas e visão de um mundo diferente de gerações anteriores, portanto, a revisão das práticas educacionais é condição que dar-lhes educação apropriada (SANTOS, 2001).

Os profissionais ligados à educação vêm percebendo a necessidade de adaptação e assimilação de novos modelos de aprendizagem, tais como o uso de recursos para mais bem apresentar seu conteúdo. Há uma mudança na educação transmitida para a educação interativa (MIRSHAWKA, 2004).

Apesar de vivermos em um mundo fisicamente tridimensional, as técnicas de ensino e de documentação em todos os campos baseiam-se fundamentalmente no emprego da linguagem oral e escrita, e em reproduções bidimensionais (RIBAS, 2000).

No campo da medicina, o emprego de imagens tridimensionais é extremamente útil para demonstrar estruturas anatômicas, constituindo-se em importante ferramenta de ensino e de documentação. Novas técnicas de diagnóstico por imagem e novas modalidades terapêuticas, não só requerem a produção de um novo material de ensino de anatomia aplicada que demonstre as estruturas anatômicas de forma espacial e a partir de pontos de vista específicos, como também muito se beneficiam da utilização de imagens tridimensionais para o seu próprio emprego (RIBAS, 2000).

Os avanços na computação gráfica e o estabelecimento da rede mundial de computadores como fonte de informações facilitaram a criação de ferramentas de ensino auxiliadas pelo computador. Imagens tridimensionais então começaram a ser obtidas por meio de estereoscopia (TRELEASE, 1996; RIBAS, 2000; NOGUEIRA JÚNIOR, 2008), com o uso de programas de computador (inclusive com animações tridimensionais), como, por exemplo, o “Homem virtual” (CHAO & BÖHM, 2003) e o

“A.D.A.M. interactive anatomy”, e pela reconstrução de imagens criogênicas do corpo como o “Digital Anatomist Information System” da empresa SIG.

Os aparelhos de tomografia computadorizada e ressonância magnética evoluíram significativamente nos últimos anos. Além do uso para diagnóstico, as imagens geradas podem e devem ser aplicadas ao ensino. Desta forma imagens tridimensionais de alta qualidade, reconstruções volumétricas e navegações virtuais são obtidas a partir do ser humano ou de animais vivos (RAMASWAMY & HIGGINS, 1999; LAWLER et al., 2002; CANOLA E OLIVEIRA, 2007; YAMADA et al. 2007; RACHED, 2009). Como exemplo, existe na medicina o “Visible Human Project”, um banco de imagens de estruturas anatômicas obtidas por meio de tomografia computadorizada e ressonância magnética, que gerou outros estudos, como o de POMMERT et al. (2006). Na medicina veterinária, BOTTCHEER et al. (1999) desenvolveram o “The visible animal Project”. Alguns estudos produziram atlas com imagens tomográficas bidimensionais de cães e gatos (SAMII et al., 1998; TEIXEIRA et al., 2007).

O uso de novas tecnologias para o ensino da disciplina de diagnóstico por imagem já foi proposto por alguns pesquisadores (PIZZIO et al., 2001; GERALDELLI et al., 2002; YAMADA et al., 2007).

Em 2007, YAMADA et al. obteve bons resultados utilizando imagens geradas por tomografia computadorizada multidetectores no ensino da anatomia veterinária.

Finalmente, começam a ser desenvolvidos também recursos para a realização de simulações do mundo real, por meio de ambientes virtuais, que permitem não só a visibilização, mas também a sensação de toque em objetos virtuais (DESSER, 2007; MALFATTI et al., 2008).

3. Referências

ADEODATO, A.G.; SCHAMALL, R.F.; MELLO, L.E. Análise retrospectiva de 85 exames de tomografia computadorizada e ressonância magnética em cães e gatos portadores de doenças neurológicas no Rio de Janeiro. *Revista Universidade Rural*, v.24, 2004.

ADEODATO, A.G. Comunicação pessoal, 2010.

BOTTCHER, P.; MAIERL, J.; SCHHIEMANN, T. et al. The visible animal project: a three-dimensional, digital database for high quality three-dimensional reconstructions. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.40, n.6, p.611-616, 1999.

BURK, R.L. Computed tomographic anatomy of the canine nasal passages. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, v.33, p.170-176, 1992.

BURK, R.L.; FEENEY, D.A. Introduction. In: *Small Animal Radiology and Ultrasound: a Diagnostic Atlas and Text*. 3 ed. Missouri: Saunders, 2003, p.1-23.

CANOLA, J.C.; OLIVEIRA, F.S. Three-dimensional magnetic resonance reconstruction images before and after surgical therapy of spontaneous canine brain tumours. *Ciência Rural*, v.37, n.4, p.1174-1177, 2007.

CARVALHO, V.G.G.; PINTO, A.C.B.C.F.; GIOSO, M.A. et al. Facial trauma in dog: advantages of the use of computed tomography on diagnostico f caudal fractures of mandible. *Ciência Rural*, v.26, n.6, p.1940-1943, 2006.

CARVALHO, A.C.P. História da tomografia computadorizada. In: SANTOS, E.S. & NACIF, M.S. *Manual de Técnicas em Tomografia Computadorizada*. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2009, p.7-24.

CARVALHO, F.G., SANTOS, E.S.; NACIF, M.S. Exame tomográfico. In: SANTOS, E.S. & NACIF, M.S. *Manual de Técnicas em Tomografia Computadorizada*. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2009, p.123-129.

CHAO, L.W.; BÖHM, G.M., 2003. "HOMEM VIRTUAL". Disponível em <http://www.projetohomemvirtual.com.br>. Acesso em: 10 maio 2010.

DALRYMPLE, N.C. et al. Introduction to the language of three-dimensional imaging with multidetector CT. *Informatics in Radiology*, v.25, n.5, p.1409-1428, 2005.

DANIEL, G.B.; MITCHELL, S.K. The eye and Orbit. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, v.14, n.3, p.160-169, 1999.

DESSER, T.S. Simulation-based training: the next revolution in radiology education? *Journal of the American College of Radiology*, v.4, p. 816-824, 2007.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, W.O. A cabeça e a parte ventral do pescoço dos carnívoros. In: *Tratado de Anatomia Veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p. 292-311.

EL-KHALILI, N. 3D web-based anatomy computer-aided learning tools. *The international Arab Journal of Informatics Technology*, v.2, n.3, p.248-252, 2005.

EVANS, H.E. The skeleton. In: *Miller's Anatomy of the dog*. 3 ed., Philadelphia: W.B Saunders company, 1993. p. 128-168.

FIKE, J.R.; DRUY, E.M.; ZOOK, B.C. et al. Canine anatomy as assessed by computerized tomography. *American Journal of Veterinary Research*, v.41, p.1823-1832, 1980.

FIKE, J.R.; LECOUEUR, R.A.; CANN, C.E. Anatomy of the canine orbital region – multiplanar imaging by CT. *Veterinary Radiology*, v.25, p.32-36, 1984.

GEORGE, T.F.; SMALLWOOD, J.E. Anatomic atlas for computed tomography in the mesaticephalic dog – head and neck. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, v.33, p.217-230, 1992.

GERALDELI, F.E.; CARVALHO, A.C.P.; KOCH, H.A. et al. Produção de material instrucional para o ensino da radiologia por meio da digitalização de imagens. *Radiologia Brasileira*, v.35, n.1, p. 27-30 , 2002.

GETTY, R. Osteologia. In: *Anatomia dos Animais Domésticos*. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986a. p. 19-32.

GETTY, R. Sindesmologia. In: *Anatomia dos Animais Domésticos*. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986b. p. 33-37.

HSIEH, J. Introduction. In: *Computed Tomography: Principles, Design, Artifacts and Recent Advances*. Bellingham: SPIE, 2003. p.1-18.

KALRA, M.K.; SAINI, S. Standardized nomenclature and description of CT scanning techniques. *Radiology*, v.241, p.657-660, 2006.

KAUFMAN, H.H.; COHEN, G.; GLASS, T.F. et al. CT atlas of the dog brain. *Journal of Computer Assisted Tomography*, v.5, p.529-537, 1981.

KOPP, A.F. et al. Multislice computed tomography: basic principles and clinical applications. *Electromedica*, v.68, n.2, p.94-105, 2000.

KORNEGAY, J.N. Imaging brain neoplasms- Computed tomography and magnetic resonance imaging. *Veterinary Medicine Report*, v.2, p.372-390, 1990.

KUEHN, N.F. Nasal computed tomography. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, v.21, p.55-59, 2006.

KUNZEL, W.; BREIT, S.; OPPEL, M. Morphometric investigations of breed-specific features in feline skulls and considerations on their functional implications. *Anatomia, histologia e embryologia*, v.32, p.218-223, 2003.

LAWLER, L.P.; PANNU, H.K.; CORL, F.M. et al. Multidetector row computed tomography with volume rendering – and aid to understanding pelvic anatomy and disease. *Current Problems in Diagnostic Radiology*, v.31, n.6, p. 230-243, 2002.

LIEBICH, H.; KÔNIG, H.E. Esqueleto Axial. In: *Anatomia dos Animais Domésticos*. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 29-98.

LOSONSKY, J.M.; ABBOTT, L.C.; KURIASHKIN, I.V. Computed tomography of the normal feline nasal cavity and paranasal sinuses. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, v.38, p.251-258, 1997.

MALFATTI, S.M.; FRAGA, L.M.; ROSA, P.R. et al., 2008. Um atlas 3D háptico para o estudo de anatomia. Disponível em: <http://acima.lncc.br/~silvano/Papers/41277.pdf>. Acesso em: 22 fev.2010

MELO, A.S.A.; SANTOS, E.S.; CARVALHO, F.G. Funções e ferramentas em aparelho de tomografia computadorizada (TC) ou estação de trabalho. In: SANTOS,

E.S. & NACIF, M.S. *Manual de Técnicas em Tomografia Computadorizada*. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2009, p.131-148

MIRSHAWKA, J.R., 2004. A revolução do aprendizado online. Disponível em http://www.miniweb.com.br/atualidade/tecnologia/artigos/rev_online.html. Acesso em: 10 fev. 2010.

National Library of Medicine, 2003. The visible human project. Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html. Acesso em: 20 abr. 2010.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. Respiratory system. In: *The Viscera of The Domestic Mammals*. Berlin, Felgentreff & Goebel, 2 ed, 1979. 211-281

NOGUEIRA JÚNIOR, J.F.; BARAÚNA FILHO, I.S.; HERMANN, D.R. et al. Imagens estereoscópicas tridimensionais da anatomia do osso temporal: aquisição e demonstração. *International Archives of Otorhinolaryngology*, v.12, n.1, p.105-110, 2008.

OHLERTH, S.; SCHARF, G. Computed tomography in small animals – basic principles and state of the art applications. *The Veterinary Journal*, v.137, p.254-271, 2007.

OTONI, C.C.; RAHAL, S.C.; VULCANO, L.C. et al. Survey radiography and computerized tomography imaging of the thorax in female dogs with mammary tumors. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v.52, n.1, p.20, 2010.

PINTO, A.C.B.C.F.; FERRIGNO, C.R.A.; MATERA, J.M. et al. Aspectos radiográficos e tomográficos de hemangiossarcoma de meninges causando síndrome da cauda equina em um pastor alemão. *Ciência Rural*, v.37, n.2, p.575-577, 2007.

PINTO, A.C.B.C.F.; IWASAKI, M.; FIGUEIREDO, C. et al. Tomografia computadorizada do tórax de cadelas portadoras de neoplasias mamárias malignas – avaliação dos campos pulmonares. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.43, n.3, p.174-182, 2007.

PIZZIO, R.; SILVA, M.M.; BELTRAN, J.E.R. WRAD – Uma ferramenta para auxiliar no ensino da radiologia baseada em web. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, v.7/8, n.1, p.132-139, 2001.

POMMERT, A.; HOHNE, K.H.; BURMESTER, E. et al. Computer-based anatomy: a prerequisite for computer-assisted radiology and surgery. *Academic Radiology*, v.13, p.104-112, 2006.

RACHED, P.A. Dacriocistografia em cães com o emprego da ressonância magnética (DCG-RM) e da tomografia computadorizada (DCG-TC). 2009. Jaboticabal, 88f. Tese (Doutorado em Cirurgia Veterinária) – Curso de pós-graduação em Cirurgia Veterinária, Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Jaboticabal.

RAMASWAMY, K.; HIGGINS, W. Interactive dynamic navigation for virtual endoscopy. *Computers in Biology and Medicine*, v.29, p.303-331, 1999.

RIBAS, G.C.; BENTO, R.F.; RODRIGUES JÚNIOR, A.J. Reproduções impressas de imagens tridimensionais estereoscópicas para ensino, demonstrações e documentações. *International Archives of Otorhinolaryngology*, v.4, n.2, p.48-54, 2000.

SAINI, S. Multi-detector row CT: principles and practice for abdominal applications. *Radiology*, n.233, p.323-327, 2004.

SAMII, V.F.; BILLER, D.S.; KOBLIK, D.K. et al. Normal cross-sectional anatomy of feline thorax and abdomen: comparison of computed tomography and cadaver anatomy. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.29, n.6, p.504-511, 1998.

SANTOS, E.F.G.; CRUZ, M.D.; PAZZETO, V.T., 2001. Ambiente educacional rico em tecnologia: a busca do sentido. Disponível em <http://www2.abed.org.br/visualizaDocumento.asp?Documento_ID=19>. Acesso em: 10 fev. 2010.

SANTOS, E.S.; NACIF, M.S., CARVALHO, F.G. Bases práticas. In: SANTOS, E.S. & NACIF, M.S. *Manual de Técnicas em Tomografia Computadorizada*. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2009, p.57-66.

SCHALLER, O. *Nomenclatura Anatômica Veterinária Ilustrada*. São Paulo: Manole, 1999, 614 p.

SIG- Structural Informatics Group, 1999. The digital anatomist information system. Disponível em <<http://sig.biostr.washington.edu/projects/da/>>. Acesso em: 15 maio 2010.

Techno Softwares, 2004. "A.D.A.M. Interactive Atlas". CD-ROM.

TIDWELL, A.S. Advanced imaging concepts: a pictorial glossary of CT and MRI technology. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, v.14, n.2, p.65-111, 1999.

THRALL, D.E.; WIDMER, W.R. Physics and principles of interpretation: radiation physics, radiation protection, and darkroom theory. In: THRALL, D.E. *Veterinary Diagnostic Radiology*. Philadelphia: W.B. Saunders company, 2002, p.1-19.

TEIXEIRA, M.; GIL, F.; VAZQUEZ, J.M. et al. Helical computed tomographic anatomy of the canine abdomen. *The Veterinary Journal*, n.174, p.133-138, 2007.

TRELEASE, R.B. Toward virtual anatomy: a stereoscopic 3-D interactive multimedia computer program for cranial osteology. *Clinical Anatomy*, v.9, p.269-272, 1996.

WRIGHT, M.; WALLACK, S. A short guide to CT and CT terminology. In: *The Little Book of CT in Veterinary Medicine*. San Diego: Animalinsides, 2007. p. 7-29.

YAMADA, K.; MORIMOTO, M.; KISHIMOTO, M. et al. Virtual endoscopy of dogs using multi-detector row CT. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.48, n.4, p.318-322, 2007.

CAPÍTULO 2 – TOMOGRAFIA TRIDIMENSIONAL DOS OSSOS DA CABEÇA DE GATOS DOMÉSTICOS: ENFOQUE ANATOMO-CLÍNICO

RESUMO – A cabeça é a mais complexa e especializada parte do esqueleto animal e enfermidades como fraturas dos ossos faciais, infecções da cavidade nasal, neoplasias, pólipos nasofaríngeos e também otites afetam diversas estruturas faciais e craniais dos gatos domésticos. O conhecimento da anatomia é fundamental para a excelência na prática da clínica médica e cirúrgica dos animais, assim como é essencial conhecer as principais afecções que acometem cada espécie. O aumento no número de gatos como animais de estimação é mundial e cada vez mais expressivo, por isso os médicos veterinários precisam estar preparados para atender esta espécie. Diante disso objetivou-se com este trabalho a obtenção de imagens dos ossos da cabeça de gatos domésticos, utilizando a tomografia computadorizada multidetectores para produzir imagens por reconstruções tridimensionais e “3D transparent wall”. As imagens tomográficas permitiram a identificação dos ossos e das cavidades da cabeça. As estruturas identificadas foram relacionados às enfermidades que mais acometem a cabeça desses animais. Acredita-se que este trabalho possa servir como guia para o estudo anatomo-clínico da cabeça de gatos domésticos.

Palavras-chave: cabeça, gatos, imagem tridimensional, tomografia computadorizada

1. Introdução

O conhecimento da anatomia de cada espécie é fundamental para a excelência na prática da clínica médica e cirúrgica dos animais. Desde o exame físico, passando pelos métodos de apoio diagnóstico, até o momento do tratamento, especialmente o cirúrgico, o médico veterinário precisa dominar o conhecimento da anatomia da região afetada.

Também é essencial conhecer as principais afecções que acometem cada espécie, e mais especificamente, as enfermidades de maior ocorrência nas diferentes raças.

A cabeça é a mais complexa e especializada parte do esqueleto animal, sendo o principal órgão de preensão, defesa e ataque, com funções de recepção de alimento e ar. Os ossos da cabeça protegem o cérebro e armazenam órgãos sensoriais para a audição, equilíbrio, visão, olfação e paladar (GETTY, 1986).

As principais enfermidades que acometem a cabeça dos gatos domésticos incluem fraturas dos ossos faciais, sendo que a separação da sínfise mandibular é a mais frequente em quedas e atropelamentos. A fratura dos ossos nasais e frontais e a fratura de mandíbula concomitante à luxação temporomandibular também é observada em traumas envolvendo esses animais (GIOSO, 2003; UMPHLET, 2008).

As infecções da cavidade nasal, estendendo-se para os seios nasais são frequentes em gatos, e são causadas por fungos, vírus (complexo respiratório felino), ou ainda secundárias a pólipos nasofaríngeos e, mais raramente, por corpos estranho. A rinosinusite crônica idiopática, ou seja, uma infecção da cavidade nasal e seios nasais sem causa conhecida é a que mais afeta os gatos (KUEHN, 2006; JOHNSON & WISNER, 2007).

Os processos neoplásicos primários dos ossos da cabeça são raros em gatos, porém neoplasias de origem epitelial ocorrem e acabam por invadir e destruir os ossos adjacentes. O carcinoma de células escamosas é a neoplasia mais comum na cabeça dos gatos, seguida pelos adenomas. Um tumor de origem não-epitelial que também acomete a cabeça dos gatos é o linfoma nasal (MOORE, 2001;

MALINOWSKY, 2006; JOHNSON & WISNER, 2007). Massas não neoplásicas, como os pólipos nasofaríngeos, também ocorrem em gatos, porém geralmente não há destruição dos ossos adjacentes. Os pólipos nasofaríngeos têm origem na mucosa da nasofaringe, tuba auditiva ou orelha média (MUILENBURG & FRY, 2002; SOUZA & LONGO, 2003; FAN & LORIMIER, 2004).

Os processos inflamatórios são os que acometem com maior frequência a orelha de gatos, porém massas não neoplásicas e neoplásicas podem ocorrer (MUILENBURH & FRY, 2002; ROSSER, 2004).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho a obtenção de imagens das estruturas da cabeça de gatos mais acometidas por lesões, utilizando o exame de tomografia computadorizada multidetectores, que mediante um “software” produziu imagens por reconstruções tridimensionais e “3D transparent wall”. Por meio da identificação das estruturas nas imagens obtidas, buscou-se discutir os pontos anatômicos mais importantes do ponto de vista anátomo-clínico.

2. Material e Métodos

2.1 Animais

Cinco gatos, sem raça definida, duas fêmeas e três machos, com idades entre dois e 11 anos e peso variando de quatro a seis quilos e meio foram selecionados segundo os critérios de inclusão para este estudo, critérios estes que foram ausência de anormalidades no exame clínico da região da cabeça, exames laboratoriais (hemograma, função hepática e renal) e ultrassonográficos abdominais sem alterações. O intuito foi minimizar a possibilidade de obterem-se imagens com alterações dos ossos da cabeça e selecionar apenas os animais que pudessem ser submetidos à anestesia geral para o exame tomográfico.

2.2 Protocolo anestésico

Antes dos exames, sob jejum hídrico e alimentar de 12 horas, os animais foram anestesiados com tiletamina e zolazepam¹ nas doses respectivas de 0,5 mg/kg de peso corporal, administradas por via intramuscular em dose única.

2.3 Exame de tomografia computadorizada e processamento das imagens

Os exames de tomografia computadorizada foram realizados fazendo-se uso de um aparelho de tomografia computadorizada helicoidal multidetector Toshiba Super Four Asteion². As imagens foram obtidas com o animal em decúbito esternal, com a cabeça estendida, e o palato duro paralelo à mesa de exame. Antes da varredura, um topograma foi obtido para determinar a extensão do estudo, que se iniciou na extremidade rostral da cabeça até a articulação atlanto-occipital. Os parâmetros de imagem foram 120 kVp, 150 mA, 253,8 mm de campo de visão (X

¹ Zoletil 50mg/ml– Virbac do Brasil Indústria e Comércio LTDA – São Paulo, SP - 0800 136533

² Toshiba America Medical Systems, Inc. – Tustin, CA - 92780

256 Y 245), 1 mm de espessura de corte e matriz 512 x 512. O tempo de exposição à radiação foi curto (25-30 segundos). Em média, um total de 500 imagens (WW= 3200 WL=420) foram obtidas no exame. As imagens foram transferidas para um computador com o software Vitrea³, o qual permitiu criar imagens por reconstrução tridimensional dos ossos da face e do crânio em cortes transversais, sagitais e coronais, com vistas espaciais em sentidos rostral, caudal, lateral, ventral e dorsal. Também foram obtidas imagens da cabeça pelo método de reconstrução “3D transparent wall”. Os exames foram documentados em CD-ROM.

2,4 Identificação das estruturas

Os ossos da face e do crânio, as cavidades da cabeça e outros pontos de referência anatômicos foram identificados nas imagens tomográficas tridimensionais em diferentes cortes e janelas, com auxílio de livros-texto de anatomia e da Nomenclatura Anatômica Veterinária (SCHALLER, 1999).

³ MedicExchange Inc. – New York, NY - 10011

3. Resultados

As imagens tridimensionais da cabeça de gatos domésticos obtidas por meio do exame de tomografia computadorizada multidetectores permitiram a identificação dos ossos da face (nasal, maxilar, incisivo, palatino, zigomático, mandíbula e hióide) e do crânio (frontal, occipital, parietal, interparietal, pterigóide, esfenóide, temporal, etmóide e vômer), que puderam ser visibilizados de forma satisfatória (Figuras 1 a 10), assim como as imagens geradas pelo programa “3D transparent wall” (Figuras 11, 12 e 13). O osso lacrimal foi indicado nas imagens, porém sua visibilização não foi completa (Figura 2).

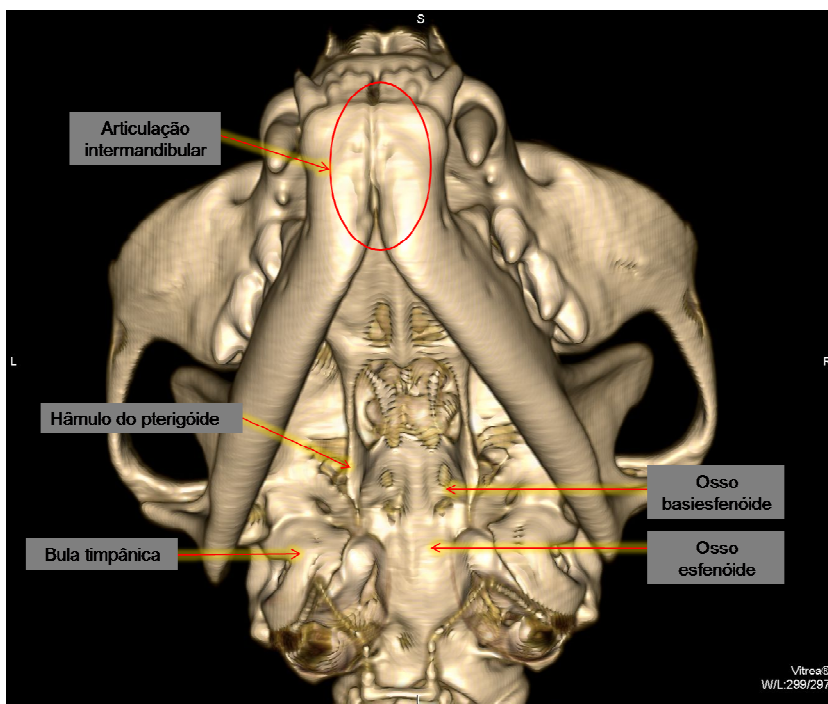


Figura 1. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido ventral oblíquo, com a identificação da articulação intermandibular (circundada em vermelho), da bula timpânica e dos ossos da base do crânio.

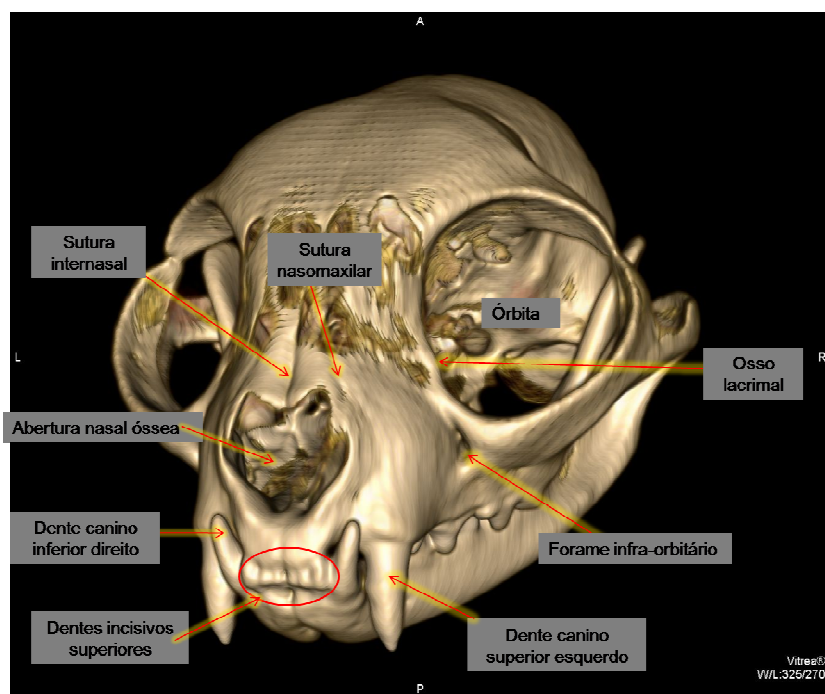


Figura 2. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido rostral oblíquo, com a identificação de estruturas anatômicas da região ilustrada.

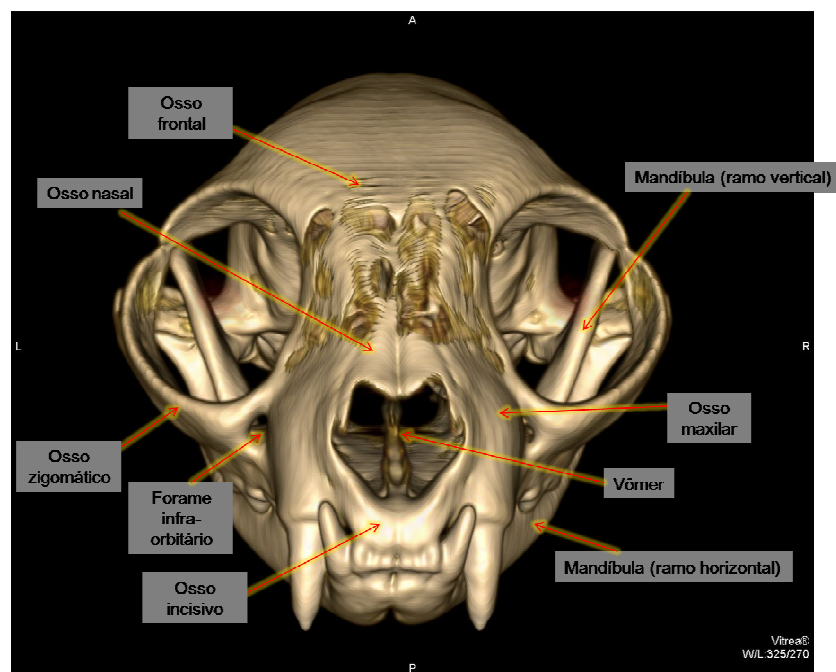


Figura 3. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido rostral, com a identificação de alguns ossos faciais e demais estruturas da região ilustrada.

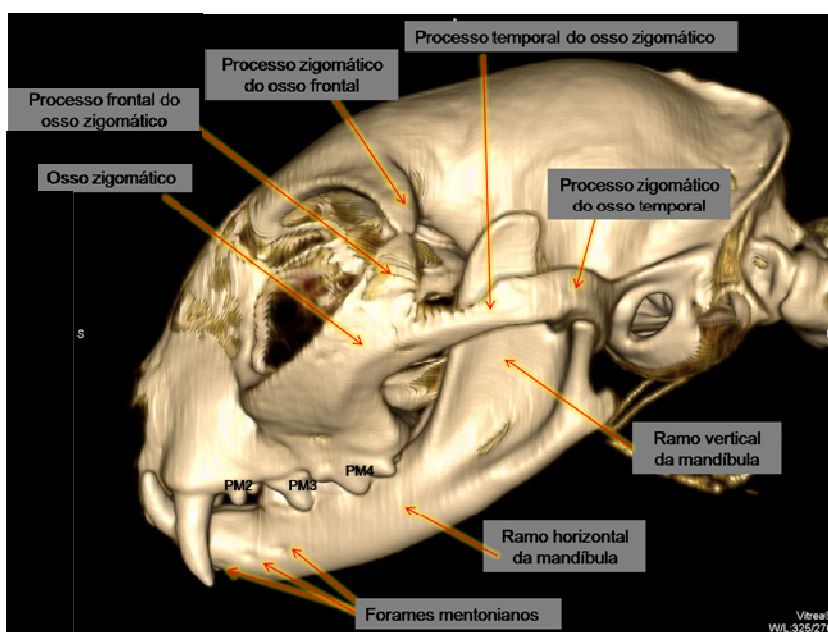


Figura 4. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido lateral, com a identificação da mandíbula, do osso zigomático e algumas regiões dos ossos frontal e temporal. Legenda: PM2: segundo dente pré-molar; PM3: terceiro dente pré-molar; PM4: quarto dente pré-molar.

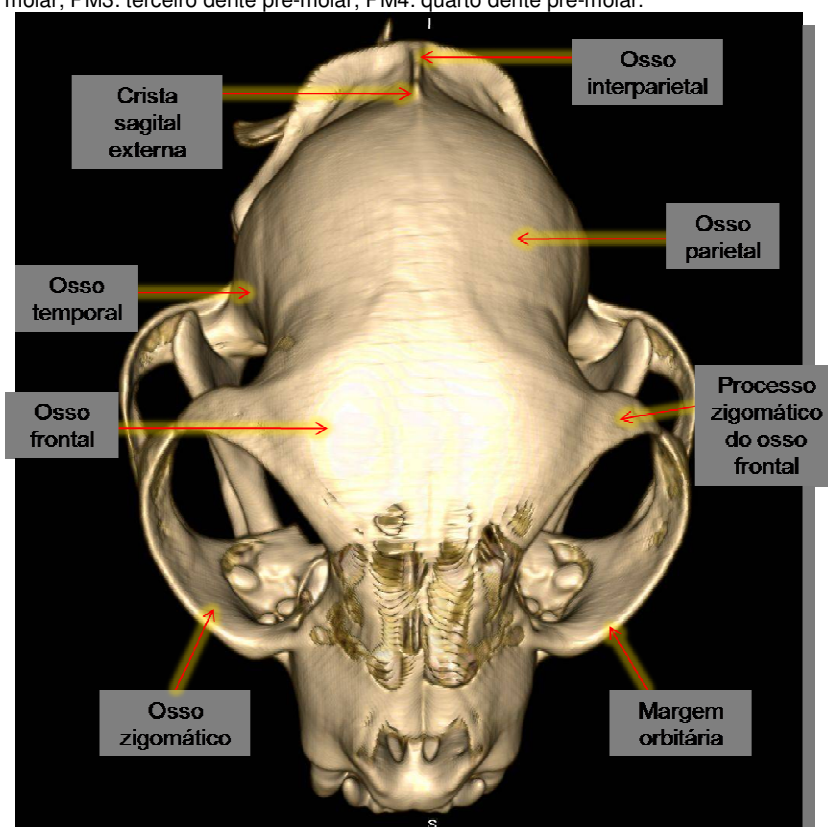


Figura 5. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido dorsal, com a identificação de alguns ossos faciais e craniais.

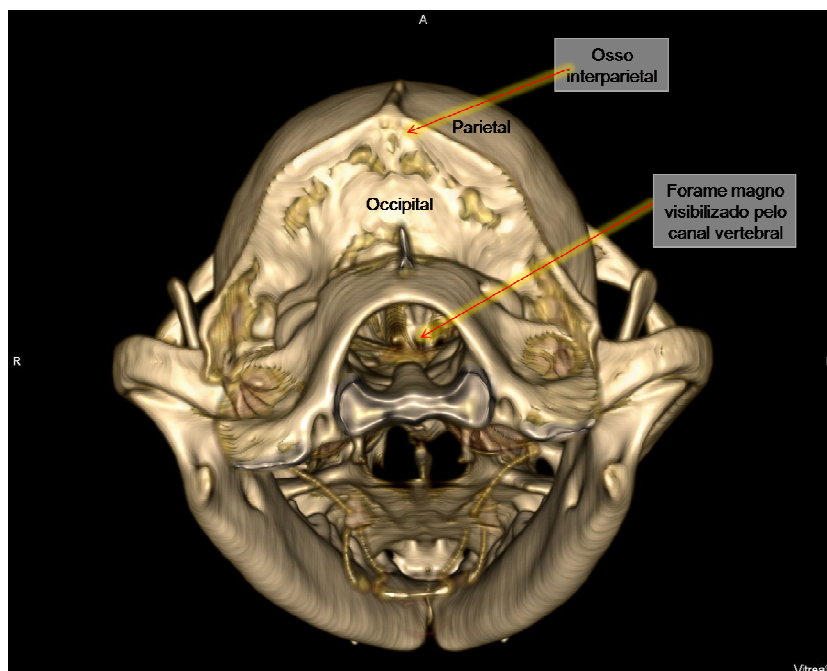


Figura 6. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido caudal, com a identificação do osso occipital, parietal e interparietal.

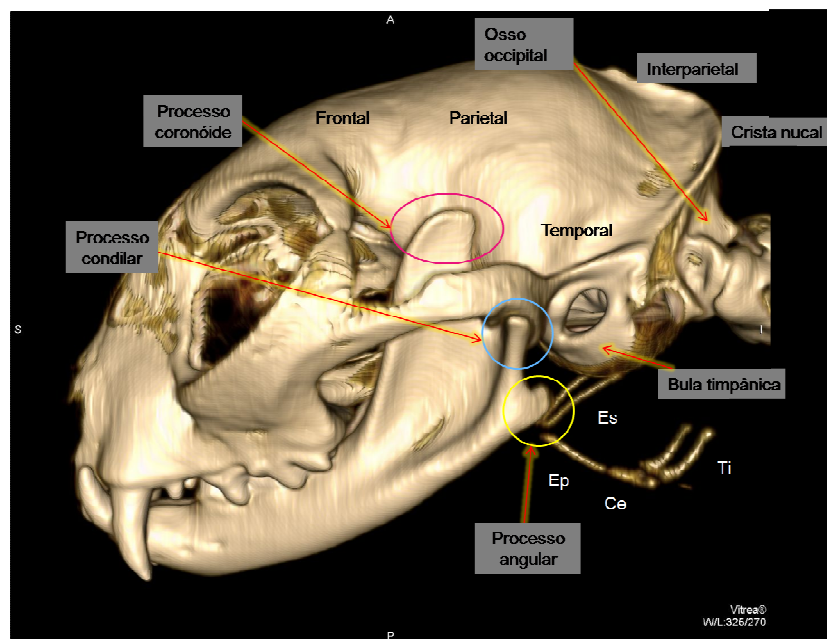


Figura 7. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido lateral, com a identificação dos processos do ramo vertical da mandíbula, de alguns ossos faciais e craniais ilustrados e dos ossos hióides, exceto basiíóide (Es: estiloíóide, Ep: epiíóide, Ce: ceratoíóide e Ti: tiroíóide).

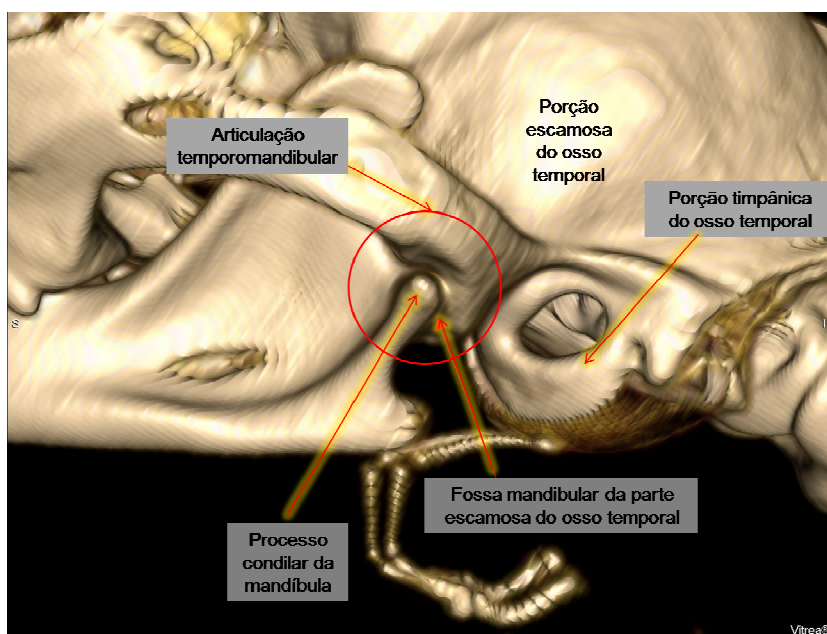


Figura 8. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido lateral, destacando a região da articulação temporomandibular.

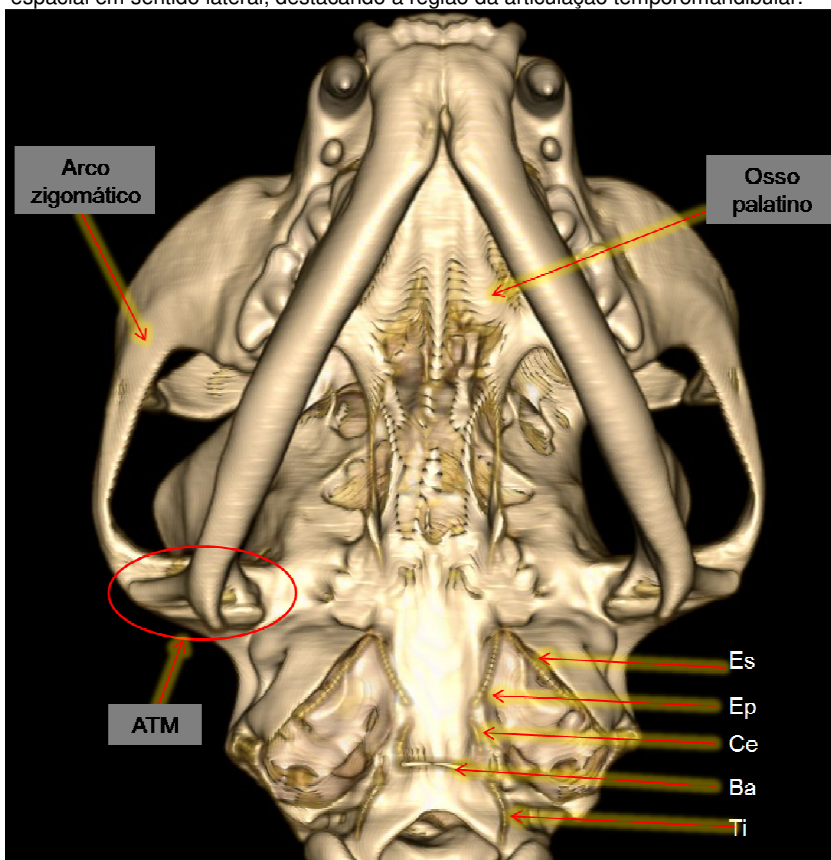


Figura 9. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido ventral, com a identificação da articulação temporomandibular (ATM), aparato hióide (.Es: estiloíóide, Ep: epiíóide, Ce: ceratoíóide, Ba: basiíóide e Ti: tiroíóide) e osso palatino.

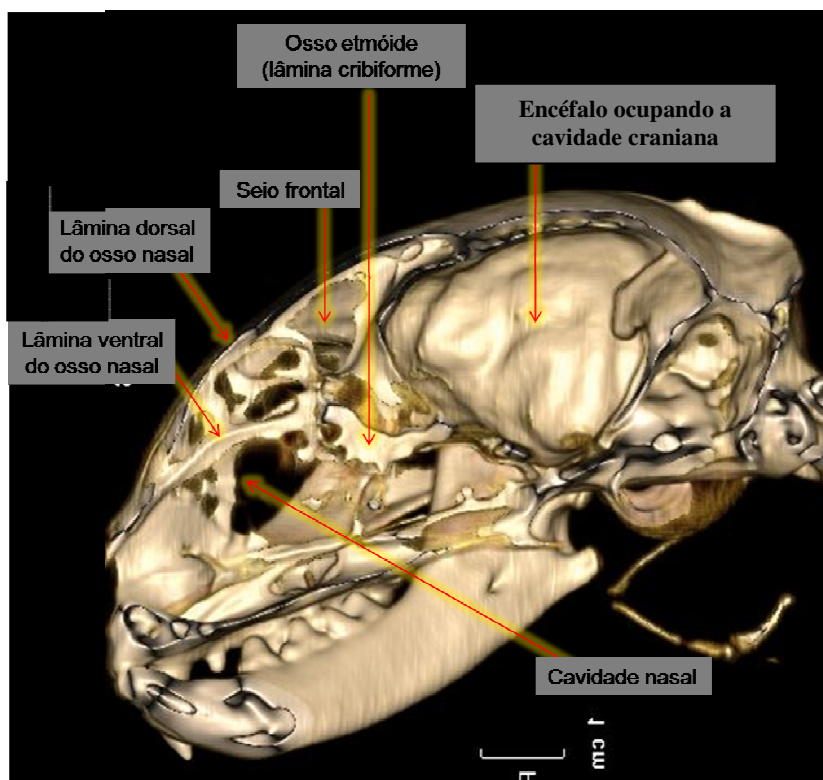


Figura 10. Imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gato doméstico, vista espacial em segmentação sagital, ilustrando as cavidades da cabeça e o osso etmóide, que divide as cavidades nasal e craniana.

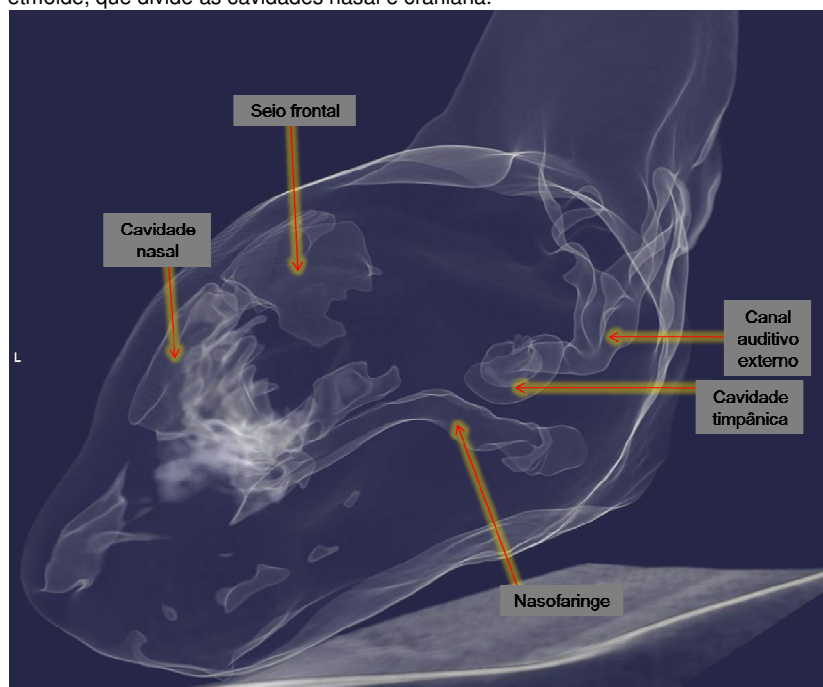


Figura 11. Reconstrução pelo método "3D transparent wall" da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido lateral, ilustrando a cavidade nasal, o seio frontal, a nasofaringe, a cavidade timpânica e o canal auricular externo.

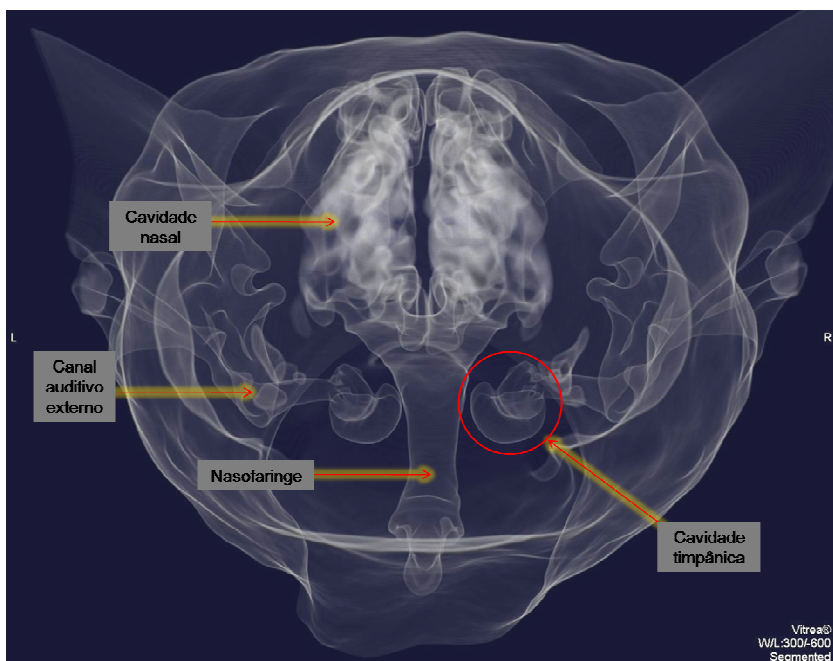


Figura 12. Reconstrução pelo método "3D transparent wall" da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido ventral, com a identificação da orelha média (circundada em vermelho) e externa, nasofaringe e cavidade nasal.

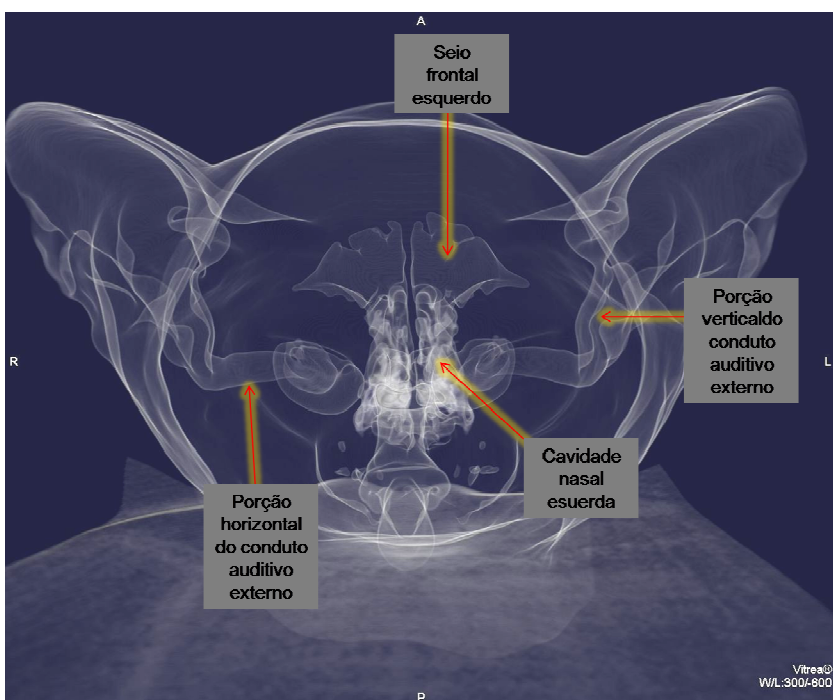


Figura 13. Reconstrução pelo método "3D transparent wall" da cabeça de gato doméstico, vista espacial em sentido rostral, com a identificação do conduto auricular externo, cavidade e seio nasal.

4. Discussão

As principais afecções da cabeça dos gatos domésticos incluem fraturas dos ossos faciais, infecções da cavidade nasal, neoplasias, pólipos nasofaríngeos e otites. As estruturas que devem ser avaliadas na suspeita dessas afecções são discutidas utilizando-se como base as imagens tomográficas tridimensionais apresentadas.

As fraturas de mandíbula representam aproximadamente 15% de todas as fraturas em gatos, sendo a separação da articulação intermandibular a mais frequente destas, causada por atropelamentos e quedas (GIOSO, 2003; UMPHLET, 2008). A articulação intermandibular é muitas vezes citada na literatura como sínfise mandibular ou mentoniana, já que sínfise significa conexão através de fibrocartilagem, característica dessa articulação. A imagem tomográfica tridimensional da cabeça de gatos domésticos na vista espacial em sentido ventral ilustra os ramos horizontais da mandíbula unindo-se rostralmente. O local de união corresponde à articulação intermandibular,

A luxação da articulação temporomandibular associada a fraturas de mandíbula são mais frequentes em gatos do que em cães. O côndilo da mandíbula desloca-se com maior frequência no sentido rostroventral (GIOSO, 2003). A mandíbula possui dois ramos, o horizontal e o vertical, que podem ser visibilizados na vista espacial em sentido lateral das imagens tomográficas tridimensionais, assim como os processos coronóide, condilar e angular, que constituem o ramo vertical da mandíbula (DYCE et al., 1997; WIGGS & LOBPRISE, 1997). O processo condilar articula-se com a fossa mandibular do osso temporal, formando a articulação temporomandibular, visibilizada tanto na vista espacial em sentido lateral quanto em sentido ventral (HARVEY & EMILY, 1993).

As fraturas de osso nasal e frontal também podem ocorrer em virtude de quedas e atropelamentos. Esses ossos são observados na vista espacial em sentido rostral da imagem tridimensional da cabeça de gatos domésticos. A reconstrução

pelo método “3D transparent wall” delineou as cavidades nasal e frontal, onde geralmente há hemorragia causada por essas fraturas.

Infecções podem ocorrer, secundariamente a traumas, em qualquer osso da cabeça. Porém a situação mais comum em gatos é que as infecções primárias da cavidade nasal estendam-se para o seio frontal, que são visibilizados nas reconstruções pelo método “3D transparent wall”, nas vistas espaciais em sentido lateral, ventral e rostral. A infecção pode causar destruição dos ossos adjacentes. A cavidade nasal é delimitada dorsalmente pelos ossos nasais, lateralmente pelos ossos maxilares e incisivo, ventralmente pelos processos palatinos dos ossos maxilares e incisivo, e o osso palatino, e caudalmente pela lâmina cribiforme do osso etmóide. A cavidade nasal é dividida longitudinalmente pelo osso vômer (D’ARCE & FLECHTMANN, 1980). Além dessas estruturas, a infecção da cavidade nasal pode afetar também as conchas e turbinados nasais. Todas estas estruturas podem ser observadas nas vistas das imagens tomográficas em sentido rostral, ventral e em segmentação sagital, com exceção das conchas e turbinados nasais que não foram identificados nas imagens.

Processos neoplásicos primários dos ossos da cabeça são raros em gatos, porém neoplasias de origem epitelial ocorrem e acabam por invadir e destruir os ossos adjacentes. O carcinoma de células escamosas é a neoplasia mais comum na cabeça dos gatos, seguida pelos adenomas. Um tumor de origem não epitelial que acomete a cavidade nasal de gatos é o linfoma nasal (MALINOWSKY, 2006; JOHNSON & WISNER, 2007).

O carcinoma de células escamosas pode ocorrer no plano nasal, orelha externa, pálpebras e lábios. Acomete com maior frequência gatos de pêlo branco, já que essa neoplasia é induzida pela exposição solar (THOMSON, 2007). Quando localizados no plano nasal podem afetar os ossos adjacentes, como os nasais, frontais, maxilar, vômer, etmóide (ilustrados nas vistas espaciais em sentido rostral e em segmentação sagital), conchas e turbinados nasais. Na orelha externa há invasão para a orelha média (bula timpânica) e o osso temporal (observados nas

imagens tomográficas tridimensionais nas vistas espaciais em sentido caudal e lateral e nas reconstruções “3D transparent wall” em sentido lateral, ventral e rostral).

A avaliação dos ossos adjacentes é importante, não só em carcinomas de células escamosas como também em outras neoplasias. Atenção especial deve ser dada à placa cribiforme do osso etmóide por meio de exames de imagem, já que ela representa a divisão entre a cavidade nasal e o cérebro. Por meio da tomografia computadorizada tridimensional, utilizando-se o recurso de segmentação da imagem, o osso etmóide pôde ser visibilizado.

O linfoma nasal é a principal causa de doença nasofaríngea em gatos (MOORE, 2001). A nasofaringe, observada na imagem tomográfica na vista em sentido lateral, tem como limite rostral as coanas e caudal a laringe (HARE, 1986).

Outra causa de doença nasofaríngea nos gatos são os pólipos. Pólipos nasofaríngeos são massas pedunculadas e não neoplásicas, com origem na mucosa da nasofaringe, tuba auditiva ou orelha média. Estruturas estas vistas nas imagens tomográficas em reconstrução “3D transparent wall” (MUILENBURG & FRY, 2002; SOUZA & LONGO, 2003; FAN & LORIMIER, 2004). A orelha média conecta-se a orofaringe através da tuba auditiva, porém esta não pôde ser demonstrada nas imagens em “3D transparent wall”. No entanto, a proximidade da orofaringe com a bula timpânica nas imagens corresponde à topografia da tuba auditiva.

A otite externa é a afecção mais comum da orelha em gatos, geralmente causada por parasitas. A otite média é a inflamação da bula timpânica e frequentemente ocorre se houver cronicidade do processo inflamatório do canal auricular externo, mas também pode apresentar alterações em razão de pólipos nasofaríngeos (MUILENBURG, 2002; ROSSER, 2004). A orelha média, ou cavidade timpânica, localiza-se na porção timpânica do osso temporal, que consiste numa dilatação bulbosa, denominada bula timpânica. Dorsalmente a esta, encontra-se a porção petrosa do osso temporal, onde se localiza a orelha interna. No gato, a bula timpânica é dividida em duas partes, na porção dorsolateral abre-se o meato acústico externo. A orelha externa consiste do pavilhão auricular e do meato acústico externo (ELLENPORT, 1986). As estruturas relacionadas à orelha podem

ser visibilizadas nas imagens tomográficas nas vistas espaciais em sentido lateral e nas reconstruções “3D transparent wall” em sentido lateral, ventral e rostral.

Na Tabela 1 apresenta-se o resumo das principais afecções dos ossos da cabeça de gatos domésticos, das estruturas comumente envolvidas nesses processos e das vistas das imagens tomográficas tridimensionais que permitem a identificação dessas estruturas.

TABELA 1. Relação entre as principais afecções dos ossos e cavidades da cabeça de gatos domésticos com as estruturas que devem ser avaliadas na suspeita dessas enfermidades, as imagens tomográficas tridimensionais que permitem a visibilização dessas estruturas e as figuras que as ilustraram nos resultados.

Afecções dos ossos e cavidades da cabeça de gatos		Estruturas que devem ser avaliadas nas afecções	Vistas das imagens de TC tridimensionais	Figuras
Trauma	Separação da articulação intermandibular	Articulação intermandibular (união da porção rostral dos ramos mandibulares)	Vista espacial em sentido ventral	1
	Luxação da articulação temporomandibular (ATM)	ATM (processo condilar e fossa mandibular do osso temporal) e ramos mandibulares	Vista espacial em sentido lateral e ventral	4,7,8,9
	Fraturas dos ossos nasal e frontal	Ossos frontal e nasal, cavidade nasal e seio frontal	Vista espacial em sentido rostral, reconstruções “3D transparent wall” em sentido lateral, ventral e rostral	3,11,12,13
Infecções	Cavidade nasal	Ossos nasais, maxilares, incisivos, palatinos, vômer, etmóide, conchas e turbinados nasais, seios frontais	Vista espacial em sentido rostral e ventral, vista espacial em segmentação sagital, reconstruções “3D transparent wall” em sentido lateral, ventral e rostral	3,9,10,11,12,13
	Orelha	Canal auricular externo, porção timpânica e petrosa do osso temporal, cavidade timpânica	Vista espacial em sentido lateral, reconstruções “3D transparent wall” em sentido lateral, ventral e rostral	7,8,11,12,13
Processos neoplásicos		Ossos nasais, frontais, maxilares, vômer, etmóide, temporal, conchas e turbinados nasais, cavidade timpânica, nasofaringe	Vista espacial em sentido rostral, caudal e lateral, vista espacial em segmentação sagital, reconstruções “3D transparent wall” em sentido lateral, ventral e rostral	3,6,7,8,10,11,12,13
Massas não neoplásicas (pólipos nasofaríngeos)		Nasofaringe, tuba auditiva, cavidade timpânica, porção timpânica e petrosa do osso temporal	Reconstruções “3D transparent wall” em sentido lateral, ventral e rostral	11,12,13

5. Conclusões

As imagens tomográficas tridimensionais e reconstruções “3D transparent wall”, obtidas por meio de exame de tomografia computadorizada multidetectores, permitem a identificação dos ossos e cavidades da cabeça. Acredita-se que estas imagens possam ser utilizadas como auxílio para o estudo anatomo-clínico e radiográfico das estruturas frequentemente acometidas por enfermidades em gatos domésticos.

6. Referências

D'ARCE, R.D.; FLECHTMANN, C.H.W. *Introdução à Anatomia e Fisiologia Animal*. São Paulo: Nobel, 1980. p. 37-39.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, W.O. A cabeça e a parte ventral do pescoço dos carnívoros. In: *Tratado de Anatomia Veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p. 292-311.

ELLENPORT, C.R. Órgãos do sentido e tegumento comum: orelha. In: GETTY, R. *Anatomia dos Animais Domésticos*. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. p. 223.

FAN, T.M.; LORIMIER, L. Inflammatory polyps and aural neoplasia. *Veterinary Clinics of North America: small animal practice*, v.34, p. 489-509, 2004.

GETTY, R. Osteologia. In: *Anatomia dos Animais Domésticos*. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. p. 19-32.

GIOSSO, M.A. Emergências na cavidade oral. In: *Coletâneas em Medicina e Cirurgia Felina*. Rio de Janeiro: L F Livros, 2003, p.181-198..

HARE, W.C.D. Sistema respiratório. In: GETTY, R. *Anatomia dos Animais Domésticos*. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. p. 1465-1480.

HARVEY, C.E.; EMILY, P.P. *Small Animal Dentistry*. St. Louis: Mosby, 1993. p. 10-13.

JOHNSON, E.G.; WISNER, E.R. Advances in respiratory imaging. *Veterinary Clinics of North America: small animal practice*, v.37, p. 879-900, 2007.

KALRA, M.K.; SAINI, S. Standardized nomenclature and description of CT scanning techniques. *Radiology*, v.241, p.657-660, 2006.

MALINOWSKY, C. Canine and feline nasal neoplasia. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, v.21, p. 89-94, 2006.

MOORE, A.S.; OGILVIE, G.K. Tumors of the respiratory tract. In: *Feline oncology: a comprehensive guide to compassionate care*. Trenton: Veterinary Learning Systems, 2001, p. 368-384.

MUILENBURG, R.K.; FRY, T.R. Feline nasopharyngeal polyps. *Veterinary Clinics of North America: small animal practice*, v.32, p. 839-849, 2002.

ROSSER, E.J.; Causes of otitis externa. *Veterinary Clinics of North America: small animal practice*, v.34, p. 459-468, 2004.

SCHALLER, O. *Nomenclatura Anatômica Veterinária Ilustrada*. São Paulo: Manole, 1999, 614p.

SOUZA, H.J.M.; LONGO, A.K.D.D. Pólipo nasofaríngeo. In: *Coletâneas em Medicina e Cirurgia Felina*. Rio de Janeiro: L F Livros, 2003, p.395-404.

THOMSON, M. Squamous cell carcinoma of the nasal planum in cats and dogs. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, v.22, p.42-45, 2007.

UMPHLET, R.C. Mandibular fractures in the cat: a retrospective study. *Veterinary Surgery*, v.17, n.6, p. 333-337, 2008.

WIGGS, R.B.; LOBPRISE, H.B. *Veterinary Dentistry. Principles and Practice*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997. p. 77-79.

CAPÍTULO 3 – IMAGENS TOMOGRÁFICAS TRIDIMENSIONAIS DOS OSSOS DA CABEÇA DE GATOS DOMÉSTICOS COMO AUXÍLIO NO ENSINO DO DIAGNÓSTICO POR IMAGEM NA MEDICINA VETERINÁRIA

RESUMO – A proposta deste estudo foi estabelecer um método de ensino para a disciplina de diagnóstico por imagem veterinária, ao associar o uso de imagens tridimensionais às aulas convencionais de radiologia. Para este fim foram obtidas imagens tridimensionais e reconstruções “3D transparent wall”, por meio de exames de tomografia computadorizada multidetectores, da cabeça de gatos domésticos. Estas imagens foram adicionadas a aula de radiologia da cabeça, na qual comumente são apresentadas imagens bidimensionais. A aula foi ministrada para alunos de três instituições de ensino superior, uma federal, uma estadual e outra particular. Após a aula os alunos responderam a um questionário para que fosse possível verificar se o método contribuiu para assimilar com mais facilidade o conhecimento anatômico e radiográfico regional. Dos 100 alunos, 77% acharam o método totalmente satisfatório, 19% muito satisfatório, 2% moderadamente satisfatório, 2% pouco satisfatório. Nenhum aluno considerou o método insatisfatório. Concluiu-se que as imagens tomográficas tridimensionais como método adicional de ensino da radiologia foi eficaz e que os alunos aceitam bem a introdução de novas modalidades de ensino e querem que inovações tecnológicas sejam levadas para a sala de aula. Entretanto, como complemento ao ensino convencional e não como ferramentas únicas de aprendizado.

Palavras-chave: cabeça, ensino, gatos, imagens tridimensionais, tomografia computadorizada

1. Introdução

A revolução tecnológica produziu uma geração de alunos com expectativas muito diferentes das gerações anteriores, fazendo com que os profissionais ligados à educação percebessem a necessidade de adaptação e assimilação de novos métodos de aprendizagem (SANTOS, 2001).

Apesar de vivermos em um mundo fisicamente tridimensional, as técnicas de ensino e de documentação em todos os campos baseiam-se fundamentalmente no emprego da linguagem oral e escrita e em reproduções bidimensionais (RIBAS, 2000).

No campo da medicina, o emprego de imagens tridimensionais é extremamente útil para a demonstração de estruturas anatômicas, constituindo-se em importante ferramenta de ensino e de documentação. Novas técnicas de diagnóstico por imagem e novas modalidades terapêuticas não só requerem a produção de um novo material de ensino de anatomia aplicada que demonstre as estruturas anatômicas de forma espacial e a partir de pontos de vista específicos, como também muito se beneficiam da utilização de imagens tridimensionais para o seu próprio emprego (RIBAS, 2000).

Atualmente encontram-se equipamentos de tomografia computadorizada denominados multidetectores ou multicorte (“multislice”), que após disparo da ampola de raios x, fornecem múltiplas imagens. Com essa tecnologia, associada a modernos softwares, é possível prover reconstruções 3D, reconstruções multiplanares, volumétricas, dentre outros recursos (WRIGHT & WALLACK, 2007; SANTOS et al, 2009).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo principal verificar e validar o uso de imagens tridimensionais da cabeça de gatos domésticos, obtidas por reconstruções com o uso da tomografia multidetectores, no auxílio ao aprendizado dos alunos na disciplina de diagnóstico por imagem. A aula de diagnóstico por imagem da cabeça foi escolhida para este objetivo, por se tratar de um assunto em que os alunos apresentam dificuldade de entendimento em virtude da complexidade

desta região, aliada a sobreposição de estruturas que ocorrem nas imagens radiográficas bidimensionais (KEALY & MCALLISTER, 2005; EVANS, 1993). Secundariamente foi traçado o perfil dos alunos, buscando verificar se os mesmos estão realmente dispostos a receber e interagir com novas tecnologias para o seu aprendizado.

2. Material e Métodos

Trata-se de um estudo descritivo observacional. Dele participaram 100 alunos do sétimo semestre do curso de graduação em Medicina Veterinária. Destes, 16 cursavam a disciplina de Diagnóstico por Imagem na Universidade Federal do Paraná (UFPR), 34 na Universidade de Cuiabá (UNIC) e 50 na Universidade Estadual Paulista (UNESP) - câmpus de Jaboticabal.

A uma aula expositiva tradicional de radiologia da cabeça de gatos domésticos, elaborada em programa computacional e exibida com projetor multimídia, abordando a anatomia radiográfica da cabeça e radiografias das suas principais afecções, adicionaram-se imagens tomográficas tridimensionais, e outros tipos de reconstruções, dos ossos da cabeça de gatos hígidos. Estas imagens foram obtidas com uso de um aparelho de tomografia computadorizada helicoidal multidetectores e do software vítrea⁴.

Para verificar se a introdução dessa tecnologia auxiliou no aprendizado e para traçar um perfil dos alunos, após a exposição da aula, um questionário de 22 questões foi aplicado às turmas (Apêndice).

A obtenção das imagens tomográficas, a elaboração da aula de radiologia e do questionário são descritos a seguir.

Cinco gatos hígidos, sem raça definida, duas fêmeas e três machos, com idades entre dois e 11 anos e peso variando de quatro a seis quilos e meio foram submetidos a exame de tomografia computadorizada da cabeça.

Antes dos exames, sob jejum de 12 horas, os animais foram anestesiados com tiletamina e zolazepam⁵ nas doses respectivas de 0,5 mg/kg de peso corporal, administradas por via intramuscular em dose única.

Os exames de tomografia computadorizada foram realizados fazendo-se uso de um aparelho de tomografia computadorizada helicoidal multidetector Toshiba

⁴ MedicExchange Inc. – New York, NY - 10011

⁵ Zoletil 50mg/ml– Virbac do Brasil Indústria e Comércio LTDA – São Paulo - 0800 136533

Super Four Asteion⁶. As imagens foram obtidas com o animal em decúbito esternal, com a cabeça estendida, e o palato duro paralelo à mesa de exame. Antes da varredura, um topograma foi obtido para determinar a extensão do estudo, que se iniciou na extremidade rostral da cabeça até a articulação atlanto-occipital. Os parâmetros de imagem foram 120 kVp, 150 mA, 253,8 mm de campo de visão (X 256 Y 245), 1 mm de espessura de corte e matriz 512 x 512. O tempo de varredura foi curto (25-30 segundos). Em média, um total de 500 imagens (WW= 3200 WL=420) foram obtidas no exame. As imagens foram transferidas para um computador com o software Vitrea, o qual permitiu criar imagens por reconstrução tridimensional dos ossos da face e do crânio em cortes transversais, sagitais e coronais, com vistas espaciais em sentidos rostral, caudal, lateral, ventral e dorsal. Também foram obtidas imagens da cabeça pelo método de reconstrução “3D transparent wall”. Os exames foram documentados em CD-ROM.

Os ossos da face e do crânio, as cavidades da cabeça e outros pontos de referência anatômicos foram identificados nas imagens tomográficas tridimensionais com auxílio de livros-texto de anatomia e da nomenclatura anatômica veterinária (SCHALLER, 1999). As imagens identificadas foram acrescentadas à aula de radiografia da cabeça, apresentando as imagens tomográficas antes da anatomia radiográfica, e quando uma afecção era exibida, a área de interesse era revista nas imagens tridimensionais antes da radiografia com alterações ser exibida.

Imediatamente após o término da aula, um questionário foi distribuído aos alunos. Este questionário continha perguntas que visavam avaliar a opinião dos alunos sobre a introdução das imagens tridimensionais como um elemento facilitador na aprendizagem do diagnóstico por imagem. Além disso, mediante a aplicação do questionário procurou-se traçar um perfil dos alunos, para verificar a disposição destes em participar de aulas com métodos diferenciados de ensino e o grau de dificuldade no aprendizado do diagnóstico por imagem. A maior parte das respostas às perguntas do questionário tinha como opções de respostas uma escala de um a

⁶ Toshiba America Medical Systems, Inc. – Tustin, CA - 92780

cinco, com legendas esclarecendo o significado de cada grau da escala. Algumas respostas eram abertas ou tinham como alternativas sim ou não.

A estatística foi realizada utilizando-se o “software” SAS (“statistical analysis system”). As respostas de cada questão foram apresentadas em forma de frequência (%). O teste de qui-quadrado foi empregado para avaliar a associação entre as respostas da questão 14 e as das demais questões. Foi considerado estatisticamente significativo o valor de $p < 0,05$. A questão 14 foi utilizada para validar o método de ensino proposto, ou seja, a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, com ênfase na cabeça de gatos, como método para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional. O teste de Kruskal-Wallis também foi utilizado para a comparação dos resultados obtidos entre as três instituições em que os questionários foram aplicados.

3. Resultados e discussão

A média de idade dos alunos que responderam aos questionários (apêndice) foi de 21,42 anos, com variação de idade entre 19 a 42 anos.

Do total de alunos que responderam ao questionário, 77% consideraram o método totalmente satisfatório, 19% muito satisfatório, 2% moderadamente satisfatório, 2% pouco satisfatório. Nenhum aluno considerou o método insatisfatório (Figura 1). Ao analisar as frequências, observa-se que de 100 alunos, 96% avaliaram o método de ensino proposto como muito a totalmente satisfatório, validando o mesmo. YAMADA et al. (2007) obteve bons resultados com o uso de imagens tridimensionais aplicadas ao ensino da anatomia veterinária, incluindo a anatomia radiográfica para a prática clínica. SCHAFFER (2000) relatou a tendência em utilizar métodos de imagem digital para o ensino da radiologia na medicina.

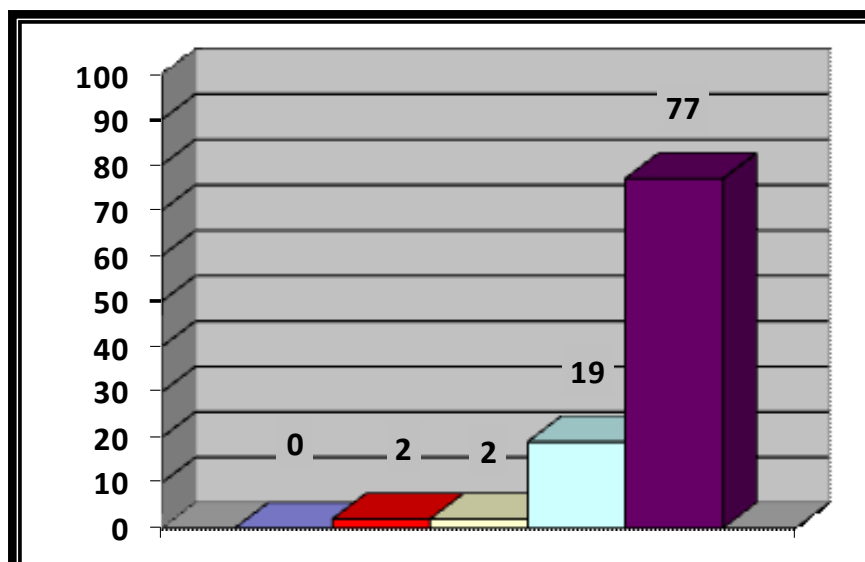


Figura 1. Grau de satisfação de 100 alunos com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, com ênfase na cabeça de gatos, como método para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional. Legenda: 1. Insatisfatório; 2. Pouco satisfatório; 3. Moderadamente satisfatório; 4. Muito satisfatório; 5. Totalmente satisfatório.

A dificuldade dos alunos em entender as imagens radiográficas é notória nas aulas de diagnóstico por imagem, por isso o desenvolvimento de métodos que auxiliem a compreensão é de grande valor para a formação profissional dos alunos. Pelo fato da cabeça ser uma região anatomicamente complexa, os graduandos apresentam alto grau de dificuldade em identificar as estruturas nessas imagens, que são bidimensionais e apresentam sobreposição das estruturas. Como a introdução de imagens tomográficas tridimensionais na aula de radiologia convencional da cabeça foi eficaz, acredita-se que a aplicação deste método pode ser estendida às outras regiões estudadas na disciplina de diagnóstico por imagem.

As frequências das respostas à questão 14 por universidade são ilustradas nas Figuras 2 (UFPR), 3 (UNIC) e 4 (UNESP – câmpus de Jaboticabal).

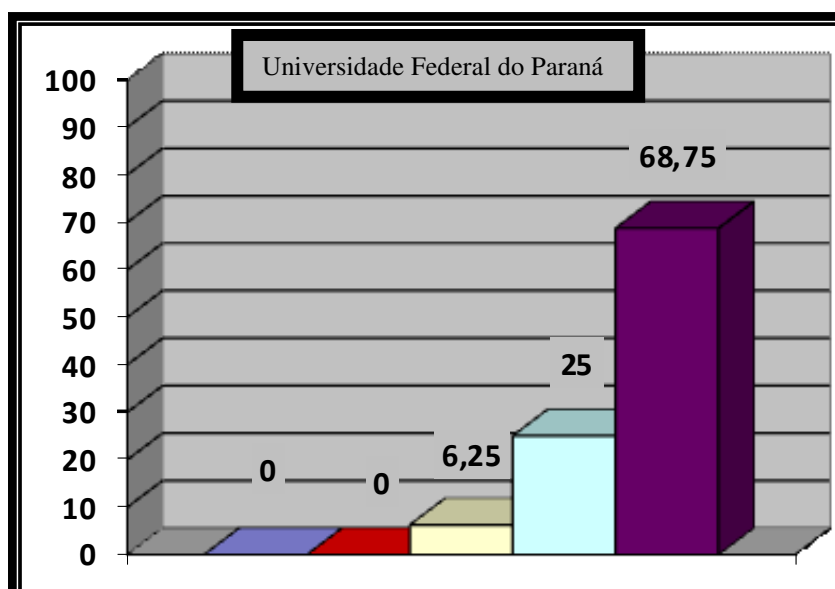


Figura 2. Grau de satisfação de 16 alunos da Universidade Federal do Paraná com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, com ênfase na cabeça de gatos, como método para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional. Legenda: 1. Insatisfatório; 2. Pouco satisfatório; 3. Moderadamente satisfatório; 4. Muito satisfatório; 5. Totalmente satisfatório.

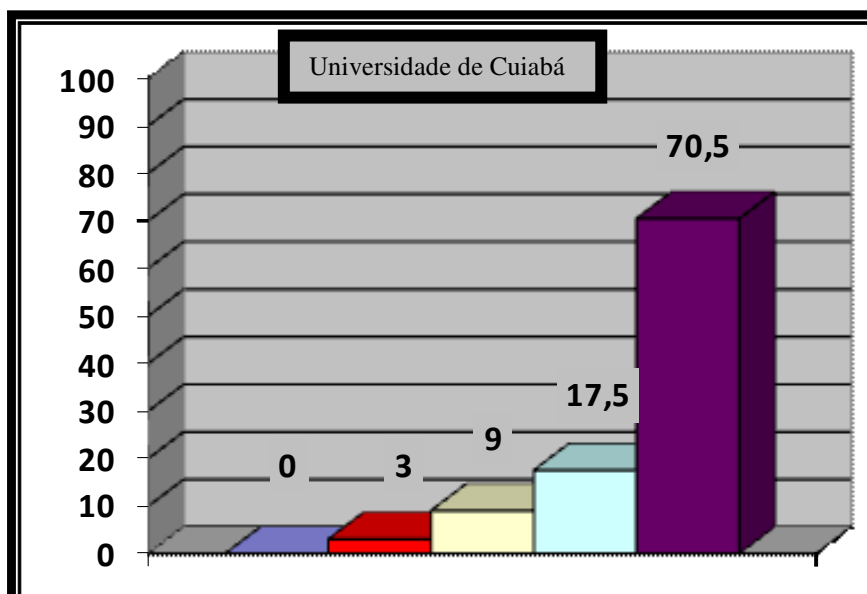


Figura 3. Grau de satisfação de 34 alunos da Universidade de Cuiabá com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, com ênfase na cabeça de gatos, como método para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional. Legenda: 1. Insatisfatório; 2. Pouco satisfatório; 3. Moderadamente satisfatório; 4. Muito satisfatório; 5. Totalmente satisfatório.

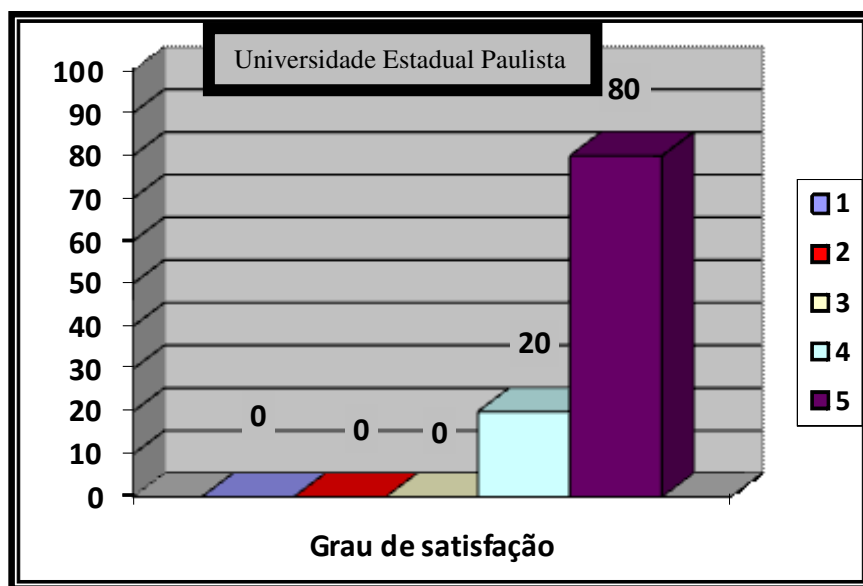


Figura 4. Grau de satisfação de 50 alunos da Universidade Estadual Paulista – campus Jaboticabal com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, com ênfase na cabeça de gatos, como método para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional. Legenda: 1. Insatisfatório; 2. Pouco satisfatório; 3. Moderadamente satisfatório; 4. Muito satisfatório; 5. Totalmente satisfatório.

Os alunos da UNESP apresentaram o maior grau de satisfação com o método proposto. Todos consideraram o método muito a totalmente satisfatório. Porém, segundo o teste de Kruskal-Wallis, não houve diferença estatística ($p=0,3912$) no grau de satisfação comparando-se as universidades. Ou seja, independente da instituição de ensino (federal, particular ou estadual), a introdução de imagens tomográficas tridimensionais ajudou os alunos a compreender com mais facilidade as radiografias da cabeça de gatos.

Segundo os resultados do teste de qui-quadrado, houve associação entre o grau de satisfação dos alunos com o método aplicado (questão 14) com a importância que os alunos dão à revisão da anatomia do sistema a ser estudado na aula de diagnóstico por imagem (questão 7, $p<0,0001$), com a aceitação dos alunos frente a introdução de novas metodologias de aprendizado (questão 8, $p<0,0006$) e com o desejo de utilizar um banco de imagens tridimensionais como auxílio no estudo do diagnóstico por imagem e de outras disciplinas (questões 12, $p<0,037$ e 17, $p<0,0023$) (Tabelas 1 a 4).

TABELA 1. Associação entre as questões 7 e 14, relativas respectivamente a importância que o aluno atribui à revisão da anatomia na aula de diagnóstico por imagem e ao grau de satisfação com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional.

Questão 14 \ Questão 7	2	3	4	5	Total
1	0	0	0	1	1
2	0	1	0	0	1
3	0	0	4	4	8
4	0	0	6	11	17
5	2	1	9	61	73
Total	2	2	19	77	100
Qui-quadrado	$p<0,0001$				

Legenda: Questão 14 (Legenda: 1. insatisfatório; 2. pouco satisfatório; 3. moderadamente satisfatório; 4. muito satisfatório; 5. totalmente satisfatório). Questão 7: 1. nenhuma importância; 2. pouca importância; 3. moderada importância; 4. Grande importância; 5. total importância.

O objetivo da introdução das imagens tridimensionais na aula de radiologia convencional foi relembrar a anatomia dos ossos e cavidades da cabeça, fazendo a associação com a imagem radiográfica sem alterações, seguida das imagens alteradas. É preciso conhecer a anatomia radiográfica, para posteriormente detectar alterações nas estruturas. A associação entre as questões sete e 14 apontou que essa sequencia didática realmente funciona. Na tabela 1 observa-se que 61 % dos alunos, que consideram totalmente importante a revisão da anatomia antes da aula de diagnóstico por imagem, acharam a introdução das imagens tridimensionais na aula totalmente satisfatória.

TABELA 2. Associação entre as questões 8 e 14, relativas respectivamente a aceitação da introdução de novas metodologias de aprendizagem nas aulas, e ao grau de satisfação com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional.

Questão 14 \ Questão 8	2	3	4	5	Total
4	0	0	5	1	6
5	2	2	14	76	94
Total	2	2	19	77	100
Qui-quadrado	p<0,0001				

Legenda: Questão 14 (Legenda: 1. insatisfatório; 2. pouco satisfatório; 3. moderadamente satisfatório; 4. muito satisfatório; 5. totalmente satisfatório). Questão 8: 1. nenhuma aceitação; 2. pouca aceitação; 3. moderada aceitação; 4. grande aceitação; 5. aceitação total.

Ao analisar a Tabela 2, observa-se que 76% dos alunos que acharam o método proposto totalmente eficaz também têm alta aceitação na introdução de novas metodologias de aprendizado nas aulas. Acredita-se que esses alunos são de uma geração que teve desde cedo contato com a tecnologia, e que acompanham a evolução desta com grande facilidade. O acesso às informações tornou-se rápida e fácil com a rede mundial de computadores (EL-KHALILI, 2005). Acredita-se que os graduandos têm como característica certa impaciência em sala de aula frente aos métodos tradicionais de ensino e que eles têm urgência em adquirir as informações

de forma mais dinâmica. Diante dessa realidade, os docentes sentem a necessidade de inovar o modo como a matéria é transmitida (MIRSHAWKA, 2004).

Na Tabela 3 nota-se que 74% dos alunos relataram que se houvesse disponibilidade de um banco de imagens tridimensionais, semelhantes às exibidas na aula ministrada, seria de grande a total a utilização deste como auxílio no estudo de diagnóstico por imagem. As respostas a esta questão (12) teve associação com a satisfação com o método proposto, segundo o teste de qui-quadrado. Mais uma vez é possível relacionar esses resultados com o perfil do aluno atual, que prefere obter a informação de forma dinâmica à consultar livros e artigos relacionados ao tema do estudo. O uso de material extra-aula pelos alunos será discutido posteriormente.

TABELA 3. Associação entre as questões 12 e 14, relativas respectivamente a utilização de um banco de imagens tridimensionais para o auxílio no estudo do diagnóstico por imagem e ao grau de satisfação com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional.

Questão 14 \ Questão 12	2	3	4	5	Total
1	0	0	1	0	1
2	0	0	1	0	1
3	0	1	1	3	5
4	1	0	5	10	16
5	1	1	11	64	77
Total	2	2	19	77	100
Qui-quadrado	p=0,0371				

Legenda: Questão 14 (Legenda: 1. insatisfatório; 2. pouco satisfatório; 3. moderadamente satisfatório; 4. muito satisfatório; 5. totalmente satisfatório). Questão 12: 1. nenhuma utilização; 2. pouca utilização; 3. moderada utilização; 4. grande utilização; 5. utilização total.

A questão 17 era semelhante à questão 12, porém mais ampla em relação a utilização de um banco de dados de imagens tridimensionais, abrangendo seu uso para a consulta em outras disciplinas além do diagnóstico por imagem (Tabela 4).

TABELA 4. Associação entre as questões 17 e 14, relativas respectivamente à relevância do uso de um banco de imagens tomográficas tridimensionais para consulta durante o curso de medicina veterinária e ao grau de satisfação com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional.

Questão 14 \ Questão 17	2	3	4	5	Total
3	0	1	5	5	11
4	0	1	9	16	26
5	2	0	5	56	63
Total	2	2	19	77	100
Qui-quadrado	p=0,0023				

Legenda: Questão 14 (Legenda: 1. insatisfatório; 2. pouco satisfatório; 3. moderadamente satisfatório; 4. muito satisfatório; 5. totalmente satisfatório). Questão 17: 1. nenhuma relevância; 2. pouca relevância; 3. moderada relevância; 4. grande relevância; 5. relevância total.

Os alunos consideraram o uso deste banco de dados relevante para seus estudos durante o curso de medicina veterinária. Na medicina, bancos de dados com imagens tridimensionais apresentam grande utilidade como complemento no ensino médicos e graduandos (EL-KHALILI, 2005).

Apesar do uso de bancos semelhantes na medicina e dos resultados positivos relacionados a aceitação dos alunos em utilizar um banco de dados de imagens tridimensionais, é preciso avaliar-se cuidadosamente este resultado. Em estudo recente foi proposta a utilização de um ambiente virtual na “internet” como ferramenta no auxílio do aprendizado do diagnóstico por imagem na graduação em medicina veterinária. Este ambiente virtual complementava as aulas presenciais disponibilizando recursos para realização de fóruns de discussão, textos sobre os

principais assuntos das aulas, imagens radiográficas, vídeos de ultrassonografia, casos clínicos e áudios das aulas presenciais. Os resultados obtidos demonstraram a não aceitação dos alunos em participar do ambiente virtual, não devido a dificuldades na utilização da tecnologia, mas sim pelo comodismo em receber as informações nas aulas presenciais expositivas (OLIVEIRA, 2010). Ou seja, na prática o aluno não mostra uma atitude favorável a participação ativa no processo de aprendizagem.

Quanto a questão sobre as disciplinas que se beneficiariam do uso de imagens tomográficas tridimensionais, os alunos relacionaram a clínica cirúrgica, fisiologia, anatomia, patologia e clínica médica.

É evidente que a aprendizagem da anatomia necessita de uma base teórica, mas visibilizar as estruturas é indispensável para a memorização e entendimento da disciplina. Estes dados indicam que a parte teórica das aulas de anatomia pode ser mais bem aproveitada com a exibição das imagens tridimensionais, associada com a teoria propriamente dita. Adicionalmente, as demais disciplinas citadas são totalmente dependentes do conhecimento prévio da anatomia, assim a revisão desta facilita o entendimento das técnicas cirúrgicas, dos processos fisiológicos, da fisiopatologia e diagnóstico das afecções.

Na Figura 5 observa-se que 94% dos alunos consideraram que as imagens tridimensionais utilizadas seriam muito a totalmente úteis para o entendimento das aulas teóricas da disciplina de anatomia veterinária, corroborando com o estudo de YAMADA (2007). O teste de qui-quadrado indicou associação ($p < 0,0001$) entre esta questão e o grau de satisfação dos alunos com o método aplicado para a aula de diagnóstico por imagem.

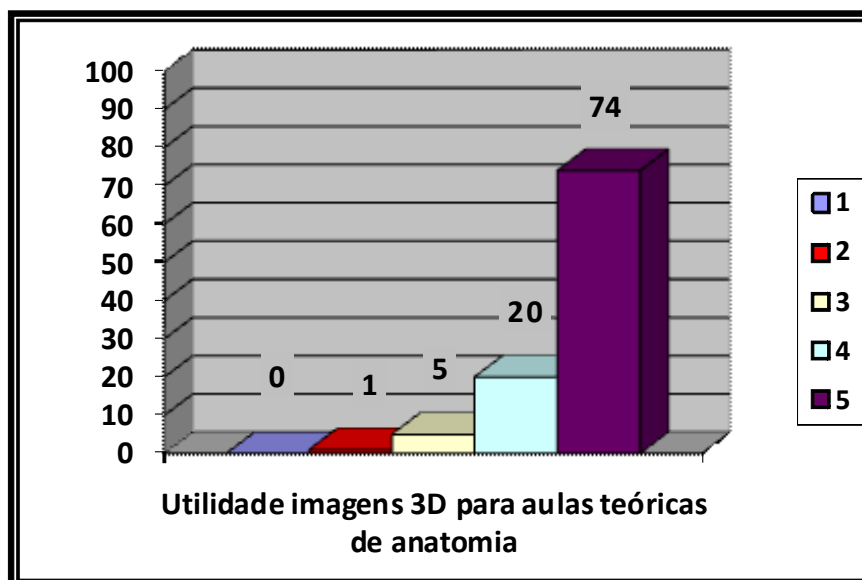


Figura 5. Opinião de 100 alunos quanto a utilidade das imagens tridimensionais apresentadas na aula proposta para o entendimento das aulas teóricas de anatomia veterinária. Legenda: 1. nenhuma utilidade; 2. pouca utilidade; 3. moderada utilidade; 4. grande utilidade; 5. utilidade total.

Quanto ao grau de dificuldade no entendimento da aula com a metodologia proposta (questão 13), 14% dos alunos consideraram não ter nenhuma dificuldade, 44% pouca dificuldade, 30% moderada dificuldade, 11% muita dificuldade e 1% total dificuldade. Pode-se concluir por meio deste dado, que mesmo com a eficácia da metodologia proposta, a dificuldade por parte dos alunos em compreender imagens radiográficas da cabeça é fato.

A Tabela 5 ilustra a associação ($p = 0,0038$) entre a questão 19 (alunos que consideram estimulante associar a anatomia com a anatomia radiográfica e a importância clínica dos achados radiográficos) e a questão 14 (alunos que tiveram alto grau de satisfação com o método aplicado para a aula de diagnóstico por imagem). Acredita-se que quando o aluno tem ciência da aplicação futura do estudo de estruturas anatômicas e de imagens radiográficas, ele se sente estimulado a estudar, perdendo a sensação de que está apenas decorando uma série de nome de estruturas com a finalidade de realizar a prova da disciplina.

TABELA 5. Associação entre as questões 19 e 14, relativas respectivamente ao quanto os alunos consideram estimulante associar a anatomia com a anatomia radiográfica e a importância clínica dos achados radiográficos e ao grau de satisfação com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional.

Questão 14 \ Questão 19	2	3	4	5	Total
3	0	1	3	2	6
4	1	0	8	14	23
5	1	1	8	61	71
Total	2	2	19	77	100
Qui-quadrado	p=0,0038				

Legenda: Questão 14 (Legenda: 1. insatisfatório; 2. pouco satisfatório; 3. moderadamente satisfatório; 4. muito satisfatório; 5. totalmente satisfatório). Questão 19: 1. nada estimulante; 2. pouco estimulante; 3. moderadamente estimulante; 4. muito estimulante; 5. totalmente estimulante.

Em relação à questão 20, a maioria dos alunos (79 %) considera a dissecação de cadáveres um método insubstituível para o aprendizado da anatomia, mas acharam importante poder relembrar aspectos anatômicos utilizando imagens de animais vivos (questão 21), como as obtidas por meio de tomografia computadorizada (99 % alunos). Houve dependência entre esta questão e a que avaliou a satisfação dos alunos com o método aplicado na aula de diagnóstico por imagem ($p < 0,0001$) (Tabela 6).

Diante disso é importante refletir a respeito das inovações tecnológicas no ensino. Embora ela possa acrescentar em termos de aproveitamento dos alunos, há limites para sua utilização. Praticamente todos os alunos acham importante haver alternativas para a aprendizagem, dispensando o sacrifício de animais, porém ficou bastante claro que métodos tradicionais como a dissecação de cadáveres são indispensáveis na formação profissional do médico veterinário. Existem estudos abordando alternativas ao uso de animais na educação (BALCOMBE, 2000; GREIF, 2003; DINIZ et al., 2006) e trabalhos com o intuito de criar protótipos ou utilizar realidade virtual como alternativa para o treinamento dos médicos (DESSER, 2007;

MALFATTI et al., 2008), mas a medicina não é uma ciência exata, e é indispensável o contato com os animais em aulas de anatomia, cirurgia, entre outras. Existem variações anatômicas entre os animais, intercorrências no transcirúrgico e uma série de situações não previstas na rotina de um médico veterinário, e este profissional precisa estar apto a reconhecer e saber agir diante dessas situações. Logo, as inovações tecnológicas devem ser complementares e não ferramentas únicas no aprendizado, corroborando com PRADO & FULBER (2006), segundo as quais as ferramentas tecnológicas precisam ser um recurso para agilizar a aprendizagem e não uma única forma, e sim um acréscimo do processo ensino-aprendizagem.

TABELA 6. Associação entre as questões 21 e 14 relativas respectivamente ao quanto os alunos consideram importante poder relembrar a anatomia utilizando imagens de animais vivos, e ao grau de satisfação com a introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional.

Questão 14 \ Questão 21	2	3	4	5	Total
Não	0	1	0	0	1
Sim	2	1	19	77	99
Total	2	2	19	77	100
Qui-quadrado	p<0,0001				

Legenda: Questão 14 (Legenda: 1. insatisfatório; 2. pouco satisfatório; 3. moderadamente satisfatório; 4. muito satisfatório; 5. totalmente satisfatório). Questão 21: 1. não; 2. sim.

As demais questões não apresentaram associação com a questão 14.

Nas instituições em que os questionários foram aplicados, as disciplinas de clínica e cirurgia são cursadas concomitantemente (Universidade Federal do Paraná) ou depois (Universidade Estadual Paulista e Universidade de Cuiabá) da disciplina de diagnóstico por imagem. Logo, não houve dependência entre o fato do aluno ter ou não algum conhecimento a respeito das afecções com a eficácia do método proposto.

A maioria dos alunos (86%) concluiu a disciplina de anatomia veterinária há no máximo quatro semestres. Durante a disciplina de anatomia veterinária, 76% dos alunos consideraram de moderado a total o seu grau de dificuldade no aprendizado dos ossos da cabeça. Apesar disso, apenas 12 alunos relataram de muita a total dificuldade em entender a aula com a metodologia proposta (questão 13).

Em relação ao grau atual de dificuldade dos alunos na disciplina de diagnóstico por imagem, apenas 14% dos alunos relatam ter nenhuma a pouca dificuldade, 40% apresentam moderada dificuldade e 46% de muita a total dificuldade na disciplina. Resultados semelhantes foram obtidos na pergunta sobre o nível de dificuldade em formar imagens mentais tridimensionais a partir de imagens radiográficas bidimensionais; 10% consideraram não ter ou ter pouca dificuldade, 39% moderada dificuldade e 51% de muita a extrema dificuldade. Ou seja, é notável a dificuldade dos alunos em relação à disciplina de diagnóstico por imagem, reforçando a idéia de que o desenvolvimento de modalidades com o intuito de facilitar o aprendizado desta disciplina é de grande importância para a formação dos alunos.

Dos 100 alunos, 56 consideraram muito a totalmente importante a disciplina de diagnóstico por imagem em relação à área que pretendem seguir. As áreas em que pretendem atuar após a conclusão do curso, citadas com maior frequência, foram clínica e cirurgia de pequenos animais (26), clínica e cirurgia de grandes animais (10), reprodução animal (10) e inspeção de produtos de origem animal/vigilância sanitária (sete). Dez alunos citaram outras áreas e 37 ainda não decidiram a área em que pretendem atuar. Não houve associação entre a área que o aluno pretende atuar após formado e a satisfação com o método de ensino proposto, então pode-se afirmar que embora praticamente metade dos alunos não ache que a disciplina de diagnóstico por imagem seja importante na prática da sua futura área de atuação, a disciplina precisa ser cursada, e métodos que facilitem seu entendimento são bem-vindos.

Os alunos mostraram preferência em participar ativamente das aulas. Apenas 16% dos alunos consideram aulas expositivas melhor para o seu aprendizado

(nenhuma ou pouca participação dos alunos nas aulas). Estes dados foram surpreendentes, visto que na prática, os alunos não respondem tão bem às solicitações de participação durante as aulas teóricas, mostrando uma postura mais passiva em sala de aula.

A maioria dos alunos afirmou que tem o hábito de complementar seus estudos com material extra-aula (64 alunos). Livros-texto (53), pesquisa na internet (47) e artigos científicos (nove) foram citados como materiais extra-aulas. Cada aluno podia marcar mais de uma opção de material extra-aula. Aproximadamente metade dos alunos busca em livros texto e pesquisas na internet uma complementação para o seu aprendizado, demonstrando novamente uma postura mais passiva. Os alunos esperam receber a informação, ou seja, estes não apresentam curiosidade, espírito inquiridor, interesse pela pesquisa, que são algumas competências esperadas no profissional que pretende atuar na medicina veterinária.

Dos 100 alunos, 98% consideraram de grande a total a importância da introdução de inovações tecnológicas no ensino das disciplinas de graduação, mas essa questão não apresentou dependência ($p=0,375$) com a questão 14 (satisfação com o método aplicado para a aula de diagnóstico por imagem), segundo o teste de qui-quadrado.

Quando questionados sobre o uso de métodos inovadores para estimular o aprendizado durante a faculdade, apenas 39 % dos alunos responderam que os professores utilizaram algum método, dentre eles a apresentação de vídeos com casos clínicos, softwares com esquemas tridimensionais, simuladores de textura em cirurgia. Sessenta (60%) alunos relataram que nenhum professor usou métodos inovadores e um aluno não respondeu à questão. Assim, fica claro que poucos professores buscam implantar métodos que estimulem o aprendizado, mas a expectativa dos alunos em relação a introdução de inovações é alta, tornando os resultados obtidos com o método proposto neste estudo bastante significativo no ensino superior.

4. Conclusões

- A introdução de imagens tomográficas tridimensionais à aula tradicional de radiologia, com ênfase na cabeça de gatos, como método para assimilar o conhecimento anatômico e radiográfico regional é eficaz.

- Os alunos de graduação aceitam bem a introdução de novos métodos de ensino e querem que inovações tecnológicas sejam levadas para a sala de aula. Entretanto, como complemento ao ensino convencional e não como ferramentas únicas de aprendizado.

- A introdução de imagens tomográficas tridimensionais pode beneficiar outras disciplinas.

5. Referências

BALCOMBE, J. *The use of animals in higher education. Problems, alternative and recommendations*. Washington: Humane society press, 2000. 112 p.

DESSER, T.S. Simulation-based training: the next revolution in radiology education? *Journal of American College of Radiology*, v.4, p. 816-824, 2007.

DINIZ, R.; DUARTE, A.L.A.; OLIVEIRA, C.A.S. et al. Animais em aulas práticas: podemos substituí-los com a mesma qualidade de ensino? *Revista Brasileira de Educação Médica*, v.30, n.2, p.31-41, 2006.

EL-KHALILI, N. 3D web-based anatomy computer-aided learning tools. *The international Arab Journal of Informatics Technology*, v.2, n.3, p.248-252, 2005.

EVANS, H.E. The skeleton. In: *Miller's Anatomy of the dog*. 3 ed., Philadelphia: W.B Saunders company, 1993. p. 128-168.

GREIF, S. *Alternativas ao uso de animais vivos na educação pela ciência responsável*. São Paulo: Instituto Nina Rosa (Projetos por amor à vida), 2003. 175 p.

KEALY, J.K.; MCALLISTER, H. A cabeça e a coluna vertebral. In: *Radiologia e Ultrasonografia do Cão e do Gato*. São Paulo, Manole, 3 ed., 2005. p 355-362.

MALFATTI, S.M.; FRAGA, L.M.; ROSA, P.R. et al., 2008. Um atlas 3D háptico para o estudo de anatomia. Disponível em: <http://acima.Incc.br/~silvano/Papers/41277.pdf>. Acesso em: 22 fev.2010.

MIRSHAWKA, J.R., 2004. A revolução do aprendizado online. Disponível em http://www.miniweb.com.br/atualidade/tecnologia/artigos/rev_online.html. Acesso em: 10 fev. 2010.

OLIVEIRA, M.E.S. Utilização de um ambiente virtual na internet como ferramenta no auxílio do aprendizado do diagnóstico por imagem na graduação em medicina veterinária. 2010. Curitiba, 53f. Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinárias) – Curso de pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná.

PRADO, C.; FULBER, A., 2006. Tecnologia mais ensino superior: uma soma inevitável no mundo acadêmico. Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos2/tecnologia-aprendizagem/tecnologia-Aprendizagem.shtml>. Acesso em: 15 mar. 2010.

RIBAS, G.C.; BENTO, R.F.; RODRIGUES JÚNIOR, A.J. Reproduções impressas de imagens tridimensionais estereoscópicas para ensino, demonstrações e documentações. *International Archives of Otorhinolaryngology*, v.4, n.2, p.48-54, 2000.

SANTOS, E.F.G.; CRUZ, M.D.; PAZZETO, V.T., 2001. Ambiente educacional rico em tecnologia: a busca do sentido. Disponível em < http://www2.abed.org.br/visualizaDocumento.asp?Documento_ID=19>. Acesso em: 10 fev. 2010.

SANTOS, E.S.; NACIF, M.S., CARVALHO, F.G. Bases práticas. In: SANTOS, E.S. & NACIF, M.S. *Manual de Técnicas em Tomografia Computadorizada*. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2009, p.57-66.

SCHAFFER, S.S. Profile of medical student teaching in radiology: teaching methods, staff participation, and rewards. *Academic Radiology*, v.7, n.10, p.868-874, 2000.

SCHALLER, O. *Nomenclatura Anatômica Veterinária Ilustrada*. São Paulo: Manole, 1999, 614p.

WRIGHT, M.; WALLACK, S. A short guide to CT and CT terminology. In: *The Little Book of CT in Veterinary Medicine*. San Diego: Animalinsides, 2007. p. 7-29.

YAMADA, K.; MORIMOTO, M.; KISHIMOTO, M. et al. Virtual endoscopy of dogs using multi-detector row CT. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.48, n.4, p.318-322, 2007.

CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES

Vivemos em uma época em que a tecnologia evolui rapidamente, e os profissionais de todas as áreas precisam se adaptar diariamente às mesmas. No caso específico dos profissionais de ensino, é necessário estar especialmente atento, pois estamos lidando com uma geração que tem grande facilidade em absorver as inovações tecnológicas. Buscar levar para a sala de aula essas inovações tende a aproximar o professor dos alunos, pois assim ambos falam a mesma linguagem. Nesse sentido, a metodologia proposta neste estudo pode ser aplicada no ensino do diagnóstico por imagem e de outras disciplinas. A idéia é tornar as aulas mais interessantes, estimular os alunos e elevar o nível dos futuros profissionais.

Os exames de imagem estão se tornando cada vez mais acessíveis na medicina veterinária, e seu uso não deve ficar restrito ao diagnóstico. São inúmeras as possibilidades de aplicação das imagens geradas por modernos softwares associados aos equipamentos de imagem. Assim, inúmeros estudos podem ser realizados a partir dessa idéia inicial, que se restringiu apenas aos ossos da cabeça de gatos.

Imagens semelhantes às obtidas podem ser realizadas em todos os sistemas corpóreos, bancos de dados podem ser disponibilizados para estudo durante o curso de graduação, e até mesmo associações entre médicos veterinários e profissionais da informática podem ser realizadas com o intuito de gerar programas interativos. Enfim, as possibilidades são diversas.

O investimento feito na educação é em longo prazo um investimento feito na sociedade como um todo, e os profissionais do ensino são agentes importantes, nesse processo.

APÊNDICE

APÊNDICE

Nome: _____ Idade: _____
Semestre: _____ Instituição: _____

1. Há quantos semestres você concluiu a disciplina de Anatomia Veterinária?
2. Na sua instituição de ensino, as disciplinas de Clínica e Cirurgia são cursadas antes, concomitantemente ou depois da disciplina de Diagnóstico por Imagem?
() Antes () Concomitantemente () Depois
3. Em qual área da Medicina Veterinária você pretende atuar após concluir o curso? (Se ainda não definiu, colocar quais áreas se identifica mais)
4. Como você avalia seu grau de dificuldade no aprendizado dos ossos da cabeça durante a disciplina de Anatomia Veterinária? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 para nenhuma dificuldade e 5 para total dificuldade)
1 2 3 4 5
5. Como você avalia seu grau de dificuldade no aprendizado da disciplina de Diagnóstico por Imagem até o momento? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 para nenhuma dificuldade e 5 para total dificuldade)
1 2 3 4 5
6. Qual o grau de importância que você atribui à disciplina de Diagnóstico por Imagem em relação à área que você pretende seguir? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 para nenhuma importância e 5 para totalmente importante)
1 2 3 4 5
7. Você considera importante revisar a anatomia do órgão ou sistema que será estudado antes da aula de Diagnóstico por Imagem do órgão ou sistema propriamente dito? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 para nenhuma importância e 5 para totalmente importante)
1 2 3 4 5
8. Você considera que aceita bem a introdução de novas metodologias de aprendizagem nas aulas - uso de softwares, internet, realidade virtual, etc - visando melhorar o ensino das disciplinas na graduação? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 nenhuma aceitação e 5 total aceitação).
1 2 3 4 5
9. Quanto as aulas teóricas, você prefere aulas expositivas ou formas de ensino em que o aluno participa ativamente? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 para nenhuma participação (aula expositiva) e 5 para total participação (participar ativamente))
1 2 3 4 5

10. Você tem o hábito de complementar seus estudos com material extra-aula?

☐ Sim ☐ Não

Se sim, assinale qual material (você pode assinalar mais de uma opção)?

☐ Livros-texto ☐ Artigos científicos ☐ Pesquisa na internet ☐ Outros _____

11. Como você considera seu nível de dificuldade em entender as imagens radiográficas (formar imagens mentais tridimensionais – corpo do animal-, a partir de imagens bidimensionais – imagens radiográficas)? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 para nenhuma dificuldade e 5 para extrema dificuldade)

1 2 3 4 5

12. Caso fosse disponibilizado, por meio de computador, um banco de imagens tridimensionais como as exibidas hoje em aula, você o utilizaria como auxílio no estudo do Diagnóstico por Imagem? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 para não utilizaria (nenhuma frequência) e 5 utilizaria (frequência total))

1 2 3 4 5

13. Como você avalia o seu grau de dificuldade no entendimento da aula de hoje?

(Em uma escala de 1 a 5, considere 1 para nenhuma dificuldade e 5 para dificuldade total)

1 2 3 4 5

14. Você considera que a revisão da anatomia com imagens tridimensionais e outros métodos de reconstrução de imagens tomográficas facilitaram o entendimento das regiões de interesse radiográfico abordadas nessa aula? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 não facilitam e 5 para facilitam totalmente)

1 2 3 4 5

15. No seu ponto de vista, imagens como as apresentadas na aula de hoje seriam úteis para o entendimento das aulas teóricas da disciplina de Anatomia Veterinária? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 para nenhuma utilidade e 5 para total utilidade)

1 2 3 4 5

16. Você acha que imagens como as apresentadas na aula de hoje auxiliariam o ensino de outras disciplinas? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 para nenhum auxílio e 5 para total auxílio)

1 2 3 4 5

Se você considera que auxiliariam, qual seriam essas disciplinas?

17. Caso houvesse disponível em sua instituição um banco de imagens tomográficas tridimensionais dos sistemas corpóreos, para ser consultado durante o curso de Medicina Veterinária, qual seria a relevância deste nos seus estudos? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 nenhuma relevância e 5 para total relevância)

1 2 3 4 5

18. Que grau de importância você atribui à introdução de inovações tecnológicas no ensino das disciplinas de graduação? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 nenhuma importância e 5 total importância)

1 2 3 4 5

19. Muitas vezes os alunos sentem-se desestimulados durante a disciplina de Anatomia Veterinária por não conseguirem associar a importância do aprendizado de inúmeras estruturas anatômicas com sua aplicação futura. Para você é estimulante o aprendizado por meio de uma aula de radiologia que revisa a anatomia de forma bem ilustrada e em seguida destaca os sinais radiográficos e a importância clínica e cirúrgica associada às afecções? (Em uma escala de 1 a 5, considere 1 nada estimulante (nenhum estímulo) e 5 como totalmente estimulante)

1 2 3 4 5

20. Você considera a dissecação de cadáveres um método insubstituível para o aprendizado da anatomia?

☐ Sim ☐ Não

21. Em tempos de fortes discussões sobre ética no uso e experimentação animal, você considera importante o fato de podermos relembrar aspectos anatômicos utilizando imagens de animais vivos, como é o caso de imagens obtidas por tomografia computadorizada?

☐ Sim ☐ Não

22. Algum professor utilizou, durante a graduação, métodos inovadores para estimular o seu aprendizado?

☐ Sim ☐ Não

Se utilizou, quais foram?