

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

ADRIANO MARCHIORI

**TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO DIAGNÓSTICO DE LIPIDOSE
HEPÁTICA EM JABUTI-PIRANGA (*Chelonoidis carbonaria* - SPIX, 1824)**

**ALEGRE – ES
2013**

ADRIANO MARCHIORI

**TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO DIAGNÓSTICO DE LIPIDOSE
HEPÁTICA EM JABUTI-PIRANGA (*Chelonoidis carbonaria* - SPIX, 1824)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Diagnóstico e Terapêutica das Enfermidades Clínico-cirúrgicas.

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Séllos Costa.

ALEGRE – ES

2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

M317t Marchiori, Adriano, 1981-
Tomografia computadorizada no diagnóstico de lipidose hepática em Jabuti-Piranga (*Chelonoidis carbonaria* – SPIX, 1824) / Adriano Marchiori. – 2013.
47 f. : il.

Orientador: Fabiano Séllos Costa.
Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Tomografia. 2. Tartaruga. 3. Esteatose hepática. 4. Lipidose. 5. Fígado. 6. Radiodensidade. I. Costa, Fabiano Séllos. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 61

ADRIANO MARCHIORI

**TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO DIAGNÓSTICO DE LIPIDOSE
HEPÁTICA EM JABUTI-PIRANGA (*Chelonoides carbonaria* – SPIX, 1824)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Diagnóstico e Terapêutica das Enfermidades Clínico-cirúrgicas.

Aprovada em 31 de julho de 2013.

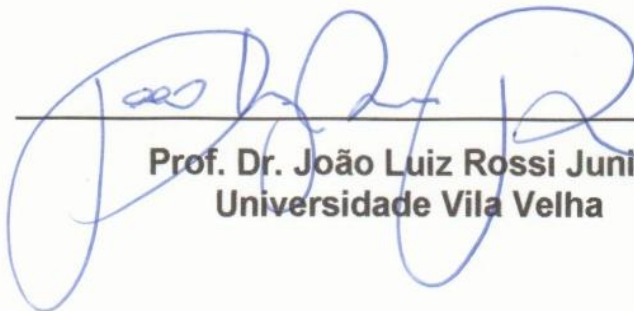
COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Fabiano Séllos Costa
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Orientador



Profª. Drª. Karina Preising Aptekmann
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. João Luiz Rossi Junior
Universidade Vila Velha

À minha família e aos meus amigos, que sempre estiveram presentes.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me permitido chegar até aqui.

À minha família, por todo apoio ao longo da vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fabiano Séllos Costa, pela confiança. Por ter me recebido em Recife durante meses. Por todos os ensinamentos durante a graduação e o mestrado, minha gratidão e admiração. Pelo exemplo profissional e humano. Pela amizade.

À Prof^a. Dr^a. Karina Preising Aptekmann, por todo o apoio durante esses dois anos de mestrado. Pelas horas e horas dedicadas (inclusive aos domingos) me ajudando, minha eterna gratidão. Pela amizade. Impossível expressar em palavras o quanto sou grato por tudo.

À Prof^a. Dr^a. Isabella Vilhena Freire Martins, por todas as vezes que atendeu às minhas solicitações. Sua ajuda foi fundamental diversas vezes.

Aos colegas do mestrado, em especial aos amigos Daniel Cometti Borlini, Grasielle Bonadiman Cypriano Mazioli e Márcio Paiva Barcellos, pela ajuda mútua.

Aos amigos Ieverton Cleiton Correia da Silva, do FOCUS Diagnóstico Veterinário, e Floriano Pereira Nunes Júnior, da UFRPE, por toda a ajuda durante minha passagem por Recife.

Aos colegas do Parque Estadual Dois Irmãos – Recife PE, Luciana Carla Rameh de Albuquerque Zanotti, Daniel Barreto de Siqueira, Alexandre Pinheiro Zanotti, pela ajuda, dedicação e comprometimento.

À equipe da CLINVET, pela compreensão, por todos os momentos em que estive ausente.

“O grau de civilização de uma sociedade pode ser medido pela forma como trata os seus animais.”

(Mahatma Gandhi 1869-1948)

RESUMO

MARCHIORI, ADRIANO. **Tomografia computadorizada no diagnóstico de lipidose hepática em jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria* - SPIX, 1824)**. 2013. XXp. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2013.

O fígado desempenha diversas funções importantes à manutenção dos mecanismos fisiológicos normais. Algumas doenças hepáticas podem interferir diretamente na anatomia do órgão, podendo levar a quadros permanentes de lesão hepática. O diagnóstico precoce de alterações favorece o tratamento adequado, possibilitando a prevenção de danos irreversíveis ao órgão. Testudines criados em cativeiro estão sujeitos a alterações hepáticas em decorrência de problemas nutricionais. O diagnóstico clínico de doença hepática em testudines é difícil, sendo importante a utilização de métodos de diagnóstico por imagem. Embora os estudos em animais ainda sejam recentes, a utilização de tomografia computadorizada (TC) em Medicina Veterinária apresenta grande aplicabilidade para a avaliação do fígado e outros órgãos abdominais. A técnica apresenta grande sensibilidade em diferenciar pequenas alterações de densidade tecidual com precisão. O aumento da utilização de TC em animais favorece a obtenção de diagnósticos precoces de doenças do fígado. O objetivo deste estudo foi identificar a prevalência de lipidose hepática em jabuti-piranga de cativeiro (*Chelonoides carbonaria*) através da técnica de tomografia computadorizada quantitativa. Exames de tomografia computadorizada foram realizados em 10 jabutis machos adultos, observando-se valores médios de atenuação radiográfica do parênquima hepático de $11,2 \pm 3,0$ HU. Sete jabutis apresentavam-se com valores médios inferiores a 20 UH, sendo um quadro compatível com lipidose hepática. Os exames foram realizados de forma rápida, não invasiva e sem contenção química. Os dados obtidos possibilitaram um diagnóstico precoce das alterações e a instalação de medidas corretivas de manejo ambiental e alimentar.

Palavras-chave: hepatopatia; testudines; diagnóstico por imagem

ABSTRACT

MARCHIORI, ADRIANO. **Computed tomography in the diagnosis of hepatic lipidosis in jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria* - SPIX, 1824)**. 2013. XXp. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2013.

The liver performs many important functions for the maintenance of normal physiological mechanisms. Hepatic anatomy can be affected by liver diseases that can lead to permanent damages. Early diagnosis of hepatic disorders allows proper treatment and prevention of irreversible damages to the organ. Testudines bred in captivity are subject to liver disorders by nutritional problems. Clinical diagnosis of liver disease in testudines is difficult, it is important to use methods of diagnostic imaging. Although studies with animals are still recent, the use of computed tomography (CT) in Veterinary Medicine provides wide applicability for the liver evaluation and other abdominal organs. The technique has highly sensitive and precision in differentiating small changes in tissue density. The increase of CT using in animals may achieve early diagnosis of liver diseases. The aim of this study was to identify the prevalence of hepatic lipidosis in captive red-footed tortoise (*Chelonoides carbonaria*) by quantitative computed tomography technique. CT scans were performed in 10 adult male tortoises, observing values of radiographic attenuation of the hepatic parenchyma of 11.2 ± 3.0 HU. Seven tortoises presented with mean values less than 20 HU, with symptoms compatible with hepatic lipidosis. The examinations were non-invasive, performed quickly without anesthesia. The data obtained allowed an early diagnosis of alterations and installation of corrective measures for environmental management and food.

Keywords: liver disease; testudines, diagnostic imaging

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
CAPÍTULO 1		
Figura 1 -	Imagem tomográfica da cavidade celomática de jabuti-piranga em corte transversal, ao nível do fígado, demonstrando as regiões de interesse analisadas em lobos direito e esquerdo (A). Imagem em <i>scout</i> demonstrando o nível de corte selecionado (B). Utilizada janela para tecidos moles.	37
ANEXOS		
Figura 1–	Recinto dos jabutis, Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Brasil.....	46
Figura 2–	Obtenção de medidas do comprimento da curvatura da carapaça dos jabutis, Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Brasil.....	46
Figura 3–	Obtenção de medidas da largura da curva da carapaça dos jabutis do Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Brasil.....	47
Figura 4–	Realização do exame de tomografia computadorizada helicoidal em jabutis provenientes do Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Brasil.....	47

LISTA DE SIGLAS E/OU ABREVIATURAS

TC –	Tomografia Computadorizada
kV –	Quilovolt (s)
HU –	Unidades Hounsfield
mm ² –	Milímetros quadrados
ROIs –	Regiões de Interesse
PTH–	Paratormônio
INMET –	Instituto Nacional de Meteorologia
CCC –	Comprimento da Curvatura da Carapaça
LCC –	Largura da Curvatura da Carapaça
Kg –	Quilogramas
cm –	Centímetros
mm –	Milímetros
KVp –	Kilovolt peak
mA –	Miliampère
CEUA –	Comitê de Ética e Experimentação Animal
DP –	Desvio Padrão

LISTA DE SÍMBOLOS

(°C) – Graus Celsius

(%) – Porcentagem

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
CAPÍTULO 1		
Tabela 1–	Valores biométricos e de grau de atenuação radiográfica do parênquima hepático de jabutis provenientes do Parque Estadual Dois Irmãos, Recife Brasil.....	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1. Tomografia computadorizada de fígado.....	16
2.2. Doenças hepáticas em testudines.....	20
CAPÍTULO 1	24
3. Cap. 1 – Prevalência de lipidose hepática em jabutis-piranga de cativeiro avaliados por tomografia computadorizada quantitativa	24
RESUMO	26
INTRODUÇÃO.....	27
MATERIAL E MÉTODOS	28
RESULTADOS	29
DISCUSSÃO.....	29
REFERÊNCIAS	33
4. CONCLUSÕES GERAIS	38
5. REFERÊNCIAS	39
6. ANEXOS.....	46

1. INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada (TC) é uma técnica de diagnóstico por imagem que utiliza os mesmos princípios da radiografia convencional, produzindo, no entanto, imagens seccionais de estruturas, sem sobreposição de imagens (TIDWELL, 2007). A aquisição de imagens da TC permite mensurar o grau de absorção da radiação-X por diferentes tipos de tecidos, possibilitando estimar com precisão a radiodensidade de estruturas (DOYON et al., 2004). Imagens tomográficas reproduzem as estruturas dos tecidos moles abdominais com detalhes e bom contraste (SAMII; BILLER; KOBLIK, 1998). Os valores médios de atenuação da radiação pelos diferentes tecidos é calculado em relação ao padronizado para a água, que possui valor de atenuação 0 (zero) (TIDWELL, 2007), e são dados em HU (Unidades Hounsfield) (HATHCOCK; STICKLE, 1993).

A TC pode ser utilizada para avaliação hepática. Em testudines, o fígado pode conter depósitos de gordura e ter sua função e aparência modificadas (MCARTHUR et al., 2004). Esses depósitos, embora sejam importantes fontes de energia durante fases como a hibernação, também são fundamentais no fornecimento de lipídios para a vitelogênese nas fêmeas (GATTEN, 1985). Nas duas situações o fígado normalmente aumenta de tamanho e tem sua coloração e textura alteradas. Essas mudanças fisiológicas devem ser diferenciadas de doenças hepáticas primárias com acúmulo de gordura decorrente de desequilíbrio nutricional, anorexia ou outras condições clínicas (MCARTHUR et al., 2004). Embora possa ocorrer de forma fisiológica em testudines, a lipidose hepática, é descrita como uma das alterações hepáticas mais frequentes nesses animais, muitas vezes em associação com uma série de condições crônicas (MOHAMMAD et al., 1990, JOHNSON, 1995). Medidas de manejo inadequadas em animais de cativeiro podem desencadear alterações metabólicas que favorecem a ocorrência de lipidose hepática (MCARTHUR et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a ocorrência de lipidose hepática em testudines mantidos em cativeiro, provenientes do Parque Dois Irmãos, Recife, Brasil, por meio da técnica de tomografia computadorizada quantitativa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA DO FÍGADO

O fígado compreende cerca de 3 a 4 % do peso corporal na maioria das espécies animais (DIVERS; COOPER, 2000). É o maior órgão visceral em todos os vertebrados (HUYNH; LALOI, 2013). Algumas funções do fígado são fundamentais para a manutenção dos processos fisiológicos normais, como a digestão, o metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas, detoxificação de substâncias, imunorregulação e reserva de vitaminas. Algumas doenças hepáticas sistêmicas podem interferir de forma significativa na atividade do órgão, devido à sua variedade de funções (HUYNH; LALOI, 2013). O diagnóstico precoce de alteração na função do fígado é de grande importância, e permite a adoção de medidas profiláticas com o objetivo de se evitar agravos irreversíveis (BUNCH, 2004).

A tomografia computadorizada (TC), criada pelo engenheiro elétrico britânico Godfrey Newbold Hounsfield e pelo físico norte-americano Allan McLeod Cormack, produz imagens seccionais de uma região do corpo, sem sobreposição de estruturas (TIDWELL, 1999). Imagens tomográficas são formadas nos planos transversal, dorsal, sagital e oblíquo. Considerada um exame precursor da era da imagem digital, a técnica gera imagens através de cálculos de computadores. Utiliza os mesmos princípios da radiografia convencional, baseada na densitometria dos raios-X, apresentando, no entanto, um contraste comparativamente superior, permitindo diferenciar pequenas atenuações de radiação (TIDWELL, 2007). Feixes de raios-X com alto kV são emitidos pelo tomógrafo. Detectores dispostos alinhados no lado oposto ao feixe de radiação fazem a mensuração da atenuação do feixe primário, após a passagem pelo objeto (OHLERTH; SCHARF, 2007).

Os valores médios de atenuação são dados em HU (Unidades Hounsfield) (HATHCOCK; STICKLE, 1993). Os valores de atenuação dos diferentes tecidos é calculado em relação ao padronizado para a água, que possui valor de atenuação 0 (zero) (TIDWELL, 2007). O tubo de emissão de raios-X gira ao redor do paciente. Simultaneamente, a mesa de exames onde o paciente é posicionado move-se longitudinalmente. Esses movimentos simultâneos permitem a formação de uma imagem tridimensional, na qual cada elemento de volume, o voxel, é representado com seu real coeficiente de absorção linear (TIDWELL, 2007).

A imagem bidimensional da radiografia convencional representa em cada ponto (pixel) a somatória de vários coeficientes de absorção linear no caminho dos feixes de raios-X (TIDWELL, 1999). A densidade tecidual, caracterizada pela densidade eletrônica dos átomos do paciente, tem influência direta na absorção linear dos raios-X (OHLERTH; SCHARF, 2007).

O exame tomográfico é, portanto, um método radiológico que permite mensurar o grau de absorção da radiação-X por diferentes tipos de tecidos, possibilitando estimar com precisão a radiodensidade das estruturas avaliadas (DOYON et al., 2004). Segundo TIDWELL (2007), imagens tomográficas podem captar diferenças de densidades teciduais de 0,05%.

A técnica possui ampla aplicabilidade como método de diagnóstico por imagem, sendo importante na caracterização de várias doenças (NAKAMURA et al., 2005, OHLERTH; SCHARF, 2007, SMALLWOOD; GEORGE, 1993, TEIXEIRA et al., 2007). A utilização da TC permite a visualização de vários órgãos sem sobreposição de imagens, fornecendo informações sobre forma e radiodensidade específica de cada estrutura, possibilitando a detecção e caracterização de pequenas alterações (ALVES, 2004). Imagens tomográficas apresentam alta precisão de detalhes e bom contraste entre as estruturas dos tecidos moles abdominais (SAMII; BILLER; KOBLIK, 1998).

Lesões hepáticas focais ou difusas podem levar a alterações na conformação anatômica do fígado. Em ambos os casos, além das diferenças anatômicas observadas, há alteração na radiodensidade do fígado. A utilização da TC permite uma mensuração precisa da radiodensidade tecidual e a detecção de pequenas alterações nos valores normais de atenuação radiográfica (DOYON et al., 2004).

A utilização da técnica para a avaliação da cavidade abdominal pode fornecer maior precisão de detalhes do que o exame de radiografia convencional ou de ultrassonografia (FERREIRA et al., 1998). Em humanos, a aplicação da TC é uma importante ferramenta para o monitoramento de pacientes com enfermidades hepáticas, como esteatose e glicogenose, caracterizadas por alterar a densidade do parênquima hepático (ROCKALL et al., 2003, KODAMA, 2007).

Valores de referência de atenuação do fígado em humanos variam de 50 a 70 HU (OHLERTH; SCHARF, 2007). A TC demonstra uma forte correlação entre os valores de atenuação radiográfica e a ocorrência de esteatose hepática (BYDDER et al., 1981). Quanto maior o percentual de gordura em um órgão, menores serão os

valores médios de atenuação em HU. Portanto, a densidade hepática é inversamente proporcional ao teor de gordura acumulada. Tecidos hepáticos de humanos com percentual de gordura acima de 5% caracterizam a esteatose (ABDELMALEK; DIEHL, 2007).

A técnica tem sido utilizada clinicamente para o acompanhamento de pacientes portadores de doenças crônicas (BRAILLON, 2002, ROCKALL et al., 2003, COXSON; ROGERS, 2005). A descrição de alterações em um órgão em particular só é possível a partir do conhecimento da apresentação anatômica normal de cada espécie (SMALLWOOD; GEORGE II, 1992, 1993, FERREIRA et al., 1998).

Estudos de Kodama (2007) mostram a importância da avaliação comparativa do fígado e do baço para caracterização de alteração de radiodensidade do parênquima hepático na espécie humana. De acordo com Doyon et al. (2004) e Kodama (2007), a densidade normal do parênquima hepático de pacientes humanos é sempre superior à do parênquima esplênico. A partir da caracterização dos valores de densidades normais de cada tecido específico, é possível relacionar aumentos ou diminuição de radiodensidade à ocorrência de doenças (FERREIRA et al., 1998).

A TC tem sido amplamente utilizada no diagnóstico de alterações abdominais em humanos, e sua utilização em pequenos animais vem aumentando à medida que há maior disponibilidade de equipamentos (KEALY; MCALLISTER, 2005). Os primeiros estudos com TC em animais ocorreram em 1980 (FIKE, et al., 1980, SMALLWOOD; GEORGE II, 1992, 1993).

Segundo Teixeira et al. (2007), a utilização de TC em animais apresenta como vantagens a rapidez na aquisição das imagens, o que diminui a ocorrência de artefatos de movimento e a segurança, por ser uma técnica não invasiva. A aquisição de imagens tomográficas do fígado permite a localização e caracterização de lesões em toda a extensão do órgão (WINTER; KINNEY; KLEINE, 2005, OHLERTH; SCHARF, 2007).

Ferreira et al. (1998) obteve valores médios de atenuação de parênquima hepático de 81,31 HU em cães normais. Em outro estudo, Cáceres et al. (2006) encontraram valores médios de atenuação de parênquima hepático de cinco cães hígdos, variando de 60 a 70 HU, com valores médios de 65 HU. (COSTA et al., 2010) determinaram os valores de atenuação médios de fígados de oito cães adultos hígdos, a partir da média de três regiões de interesse (ROIs – regions of interest), referentes a uma área de $25 \pm 0,1 \text{mm}^2$, obtendo valores médios de 59,58

HU. Essas diferenças de valores podem estar relacionados a calibração do aparelho de tomografia ou à espessura de corte utilizada no experimento (COSTA et al., 2010).

Ohlerth; Scharf (2007) avaliaram a presença de nódulos hepáticos associados à equinococose hepática alveolar em cães e demonstraram a aplicabilidade da angiografia tomográfica para avaliação de *shunts* porto-sistêmicos. Nakamura et al. (2005) realizaram estudo para avaliação do uso da TC no diagnóstico de lipidose em 6 gatos saudáveis. Durante o experimento, os animais foram submetidos a jejum alimentar de 72 horas para indução de lipidose hepática e tiveram os valores médios de radiodensidade hepática diminuídos de 53,8 HU para 46,8 HU, demonstrando que a TC é um método eficiente para o diagnóstico de lipidose hepática em felinos.

2.2. DOENÇAS HEPÁTICAS EM TESTUDINES

Testudines são répteis caracterizados por apresentarem casco que, em sua porção dorsal é denominado carapaça e, em sua porção ventral é chamada de plastrão. Pertencem à ordem Chelonia ou Testudinata que, por sua vez, divide-se em duas subordens: Cryptodira e Pleurodira. A mais marcante diferença entre as subordens é em relação ao movimento de retração da cabeça ao interior do casco. A subordem Cryptodira compreende as superfamílias Testudinidea (jabutis), Trionychoidea (cágados) e Chelonioidea (tartarugas), e tem como característica principal a capacidade de recolher a cabeça de forma reta, sem curvar o pescoço, o que não ocorre nos animais da subordem Pleurodira (BOYER; BOYER, 2006, CUBAS; BAPTISTOTTE, 2007).

O fígado é o maior órgão visceral em todos os vertebrados (HUYNH; LALOI, 2013). Nos testudines, é dividido em dois lobos principais e uma vesícula biliar. Lateralmente, estende-se de um lado ao outro da cavidade celomática e possui reentrâncias que conferem acomodação ao coração e os pulmões (BOYER; BOYER, 2006, CUBAS; BAPTISTOTTE, 2007). Embora o fígado normal de testudines tenha textura e cor semelhantes aos dos demais vertebrados (MCARTHUR et al., 2004), fígados de répteis, em geral, diferem macroscopicamente de outras espécies animais, variando de tamanho de acordo com a morfologia do animal. Na maioria das espécies animais, compreende aproximadamente 3 a 4 % do peso corporal, sendo um pouco menos em testudines e crocodilianos (DIVERS; COOPER, 2000).

O fígado desempenha papel fundamental na digestão, no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas, e promove os processos de detoxificação de substâncias, imunorregulação e reserva de vitaminas (HUYNH; LALOI, 2013). O fígado de testudines tem função semelhante à da maioria dos vertebrados. Ele atua como o maior depósito de tecido adiposo e reserva de gordura no corpo. Como nos outros vertebrados, o fígado dos testudines realiza a maior parte dos processos de homeostase do organismo, como a ativação da vitamina D (MCARTHUR et al., 2004).

A função do fígado dos testudines é afetada na hibernação, quando uma grande quantidade de gordura é armazenada temporariamente, o que ocorre também na reprodução (vitelogênese), por causa do aumento na síntese de

proteínas. Nas duas situações o fígado normalmente aumenta de tamanho e tem sua coloração e textura alteradas. Doenças hepáticas primárias com acúmulos de gordura são diferenciadas da reprodução e hibernação, pois geralmente são relacionadas a desequilíbrio nutricional, ou estão associadas a anorexia e outras condições clínicas (MCARTHUR et al., 2004). A lipidose hepática é, portanto, um distúrbio metabólico, e deve ser diferenciada do conceito de doença clínica (DIVERS; COOPER, 2000).

Necropsias de testudines que vieram a óbito por trauma revelaram depósitos de gordura no fígado, indicando que essa pode ser uma condição fisiológica normal nesses animais, uma vez que esses eles podem conter grande quantidade de gordura hepática (MCARTHUR et al., 2004).

De forma distinta a mamíferos e aves, que necessitam de depósitos de gordura subcutânea como reserva energética e como isolante térmico, testudines armazenam tecido adiposo no interior da cavidade celomática e no fígado, podendo ser mobilizada para ser utilizada. Esses depósitos, embora sejam importantes fontes de energia durante fases como a hibernação, também são fundamentais no fornecimento de lipídios para a vitelogênese nas fêmeas (GATTEN, 1985).

Em seres humanos, quadros de acúmulo de gordura no fígado podem estar associados a um complexo de doenças hepáticas que podem variar desde esteatose a esteatohepatite, podendo levar ao desenvolvimento de consequente fibrose e cirrose (FORD; GILES; MOKDAD, 2004). Nesses indivíduos, diversos fatores podem favorecer a ocorrência de esteatose hepática (ANGULO; LINDOR, 2002), mas as principais causas são aquelas relacionadas à síndrome metabólica (MARCHESINI et al., 2001), como obesidade, resistência à insulina e hiperlipidemia (NASRALLAH; WILLIS; GALAMBOS, 1981, BACON et al., 1994). Segundo Day; James (1998), a ocorrência de esteatose hepática na espécie humana é o primeiro evento anterior a outras alterações celulares que levam a quadros de inflamação do parênquima hepático.

As principais causas de doenças hepáticas em testudines são relacionadas a desequilíbrio nutricional, doenças infecciosas, doenças inflamatórias, hepatotoxinas, neoplasias e lipidose hepática (MCARTHUR et al., 2004). Testudines são expostos a substâncias potencialmente tóxicas com frequência, tanto na natureza como em ambiente de cativeiro. Não é rara a ocorrência de intoxicação iatrogênica de animais criados em cativeiro (HARMS et al., 2003).

A ivermectina, embora seja utilizada com segurança em répteis em geral, apresenta efeito tóxico em diversas espécies de testudines devendo, portanto, ser evitada nesses animais (TEARE; BUSH, 1983). Outros fármacos utilizados com finalidades terapêuticas, são descritas como tóxicas para testudines, como o metronidazol (BONNER, 2000). Testudines podem ser intoxicados com produtos químicos presentes na água (ADKINS; DRIGGERS, 2003), metais pesados, chumbo e defensivos agrícolas (WILKINSON, 2004).

A lipidose hepática, embora possa ocorrer de forma fisiológica em testudines, é descrita como uma das alterações hepáticas mais frequentes nesses animais, muitas vezes de forma patológica, em associação com uma série de condições crônicas como diabetes, deficiência nutricional, hiperestrogenismo, atividade tireoidiana anormal, dietas gordurosas, privação alimentar, anorexia por doenças secundárias e excesso de paratormônio (PTH) (MOHAMMAD et al., 1990, JOHNSON, 1995).

Embora não existam muitos relatos de doenças primárias da glândula paratireóide em répteis, as alterações da glândula secundárias a deficiência na ingestão de cálcio na dieta, ou baixa suplementação de vitamina D3, são comuns (MADER, 2006). O hiperparatireoidismo secundário nutricional ocorre em resposta a baixos níveis de cálcio sérico, frequentemente como resultado de fornecimento de alimentos inapropriados a determinada espécie. Em consequência, há aumento na produção de PTH pela glândula paratireóide (CAPEN, 1989). Em testudines, além dos problemas relacionados diretamente ao metabolismo de cálcio, como reabsorção óssea e deformidades de carapaça, o hiperparatireoidismo secundário nutricional pode contribuir para o desenvolvimento de lipidose hepática (MCARTHUR et al., 2004). Mohammad et al. (1990) sugerem que quadros crônicos de hiperparatireoidismo podem interferir no metabolismo lipídico normal, levando ao desenvolvimento de lipidose hepática.

De forma geral, testudines em ambiente silvestre alimentam-se de folhas, frutos, animais invertebrados, resto de carcaças e demais alimentos encontrados no solo. Animais criados em cativeiro necessitam de suplementação alimentar de proteína e cálcio, com dieta rica em fibras e com baixos teores de gordura. Recomenda-se alimentação contendo principalmente vegetais (70 a 85%), frutas (10 a 20%), proteína de origem animal (5 a 10%) e suplementação de cálcio e minerais (CUBAS; BAPTISTOTTE, 2007). Alimentação inapropriada, como ração para

animais domésticos, tem sido associada com obesidade e lipidose hepática (MCARTHUR et al., 2004). Doenças importantes podem estar associadas a problemas metabólicos, secundários a erros de manejo alimentar em cativeiro (MASSANA; SILVESTRE, 2008).

No passado, as formulações dietéticas disponíveis para testudines em cativeiro continham, basicamente, frutas e legumes de baixo custo comercial e fácil disponibilidade, como alface, tomate e pepino. Estudos comparativos de Fowler (1976) demonstraram valores significativamente distintos no teor de proteína, carboidratos e minerais de animais alimentados em cativeiro a animais de vida selvagem.

Embora existam estudos com informações importantes sobre a fisiologia digestiva de testudines (BJORNDAL, 1987; BJORNDAL, 1989) e informações disponíveis sobre as preferências nutricionais de algumas espécies na natureza (BURGE; BRADLEY, 1976; HANSEN, 1976; COOMBS, 1977), ainda há pouca informação sobre as reais exigências nutricionais de testudines.

Estudos de Roskopf et al. (1981) em animais de cativeiro, relataram mortalidade em 84 Jabutis do Deserto e 2 Jabutis Texas. Nesses animais, dos órgãos avaliados, o fígado foi o que apresentou percentual mais significativo de lesões (72,6%), em comparação a outras vísceras. Embora os testudines sejam reconhecidamente animais resistentes, sobrevivendo por meses sem alimento e em níveis severos de desidratação (NORTON, 2005), aspectos nutricionais tem sido relatados como limitantes à saúde, crescimento, reprodução e longevidade (GERSHWIN; BEACH; HURLEY, 1985). É necessário ampliar as pesquisas e determinar valores de referência relativos de macro e micronutrientes, pois são de grande importância na prevenção de deficiências nutricionais em espécies selvagens (SCHWEIGERT, 1995).

Devido à ampla variedade de funções do fígado, doenças hepáticas sistêmicas podem interferir de forma significativa em sua atividade (HUYNH; LALOI, 2013). No entanto, a interpretação clínica de alterações hepáticas em répteis é difícil, em função dos poucos estudos realizados e da escassez de dados específicos nesses animais (SIMPSON, 2006).

CAPÍTULO 1

OCORRÊNCIA DE LIPIDOSE HEPÁTICA EM *Chelonoidis carbonaria* (SPIX, 1824) DE CATIVEIRO AVALIADOS POR TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA QUANTITATIVA

Artigo a ser submetido à publicação na Revista Veterinary Radiology & Ultrassound

TITLE PAGE

OCORRÊNCIA DE LIPIDOSE HEPÁTICA EM *Chelonoidis carbonaria* (SPIX, 1824) DE CATIVEIRO AVALIADOS POR TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA QUANTITATIVA

Adriano Marchiori, Ieverton C. C. Silva, Floriano P. N. Junior, Luciana C. R. A. Zanotti, Daniel B. Siqueira, Alexandre P. Zanotti, Lorena A. V. S. Costa, Marcelo W. Teixeira; Karina, P. Aptekmann, Fabiano S. Costa

Palavras-chave: testudines, hepatopatia, fígado gorduroso, *Chelonoidis carbonaria*

Título resumido: Lipidose hepática em *chelonoidis carbonaria* (SPIX, 1824)

Resumo

A tomografia computadorizada quantitativa é uma técnica sensível e de alta aplicabilidade para a determinação do grau de atenuação radiográfica do parênquima hepático. Medidas de radiodensidade do fígado podem auxiliar no diagnóstico de lipidose hepática em humanos e animais. O objetivo deste estudo foi identificar a prevalência de lipidose hepática em jabutis-piranga de cativeiro (*Chelonoidis carbonaria*) pela técnica de tomografia computadorizada quantitativa. Exames de tomografia computadorizada foram realizados em 10 jabutis machos adultos, observando-se valores médios de atenuação radiográfica do parênquima hepático de $11,2 \pm 3,0$ HU. Sete jabutis (70 % dos animais) apresentavam-se com valores médios inferiores à 20 UH, sendo quadro compatível com lipidose hepática. Os dados obtidos possibilitaram um diagnóstico precoce das alterações e instalação de medidas corretivas de manejo ambiental e alimentar.

Introdução

Doenças hepáticas em testudines podem ser causadas por agentes infecciosos, doenças inflamatórias, hepatotoxinas, alterações nutricionais, neoplasias e lipidose. A lipidose hepática é uma condição frequentemente identificada em testudines de forma geral, podendo estar relacionada a um evento fisiológico ou diversas condições clínicas de caráter crônico.¹ Vários aspectos referentes à sua patogênese permanecem obscuros e o estabelecimento do diagnóstico *antemortem* em testudines é difícil em diversas ocasiões, fazendo com que a maioria dos casos sejam diagnosticados somente após realização de necropsia.² Particularmente em animais de cativeiro, a lipidose hepática é considerada uma condição muito frequente, uma vez que medidas de manejo podem desencadear alterações metabólicas que propiciam sua ocorrência. Algumas condições podem predispor a lipidose hepática, tais como dieta muito energética, hiperparatireoidismo secundário nutricional e fotoperíodo inadequado.¹

O exame tomográfico é um método radiológico que permite mensurar o grau de absorção da radiação-X por diferentes tipos de tecidos, possibilitando estimar com precisão a radiodensidade das estruturas avaliadas.³ . Imagens tomográficas podem captar diferenças de densidades teciduais de 0,05%.⁴ A técnica possui ampla aplicabilidade como método de diagnóstico por imagem, sendo importante na caracterização de várias doenças.^{5,6,7,8} Imagens tomográficas apresentam alta precisão de detalhes e bom contraste entre as estruturas dos tecidos moles abdominais.⁹

Os valores médios de atenuação são dados em HU (Unidades Hounsfield).¹⁰ Graus de atenuação radiográfica do parênquima hepático menores que 20 HU são compatíveis com o diagnóstico de lipidose em testudines em geral¹¹ e tartarugas verdes (*Chelonia mydas*).¹² No entanto, não foram encontrados valores de normalidade da radiodensidade hepática em jabutis na literatura consultada. O objetivo deste estudo é identificar a prevalência de lipidose hepática em jabutis-piranga de cativeiro (*Chelonoidis carbonaria*) provenientes do Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Brasil, por meio da técnica de tomografia computadorizada quantitativa.

Materiais e Métodos

Para a realização deste estudo, foram utilizados 10 jabutis-piranga (*Chelonoidis carbonaria*), provenientes do Parque Dois Irmãos, Recife, Brasil (latitude -8.05 e longitude -34.95). Os animais viviam em cativeiro sob as mesmas condições climáticas e de manejo. Todos os jabutis eram adultos, machos, com peso e biometria semelhantes. Todas as avaliações foram realizadas no mês de agosto de 2012 também na cidade de Recife, onde nesta época do ano a temperatura oscila entre 21°C e 29°C, segundo dados do instituto nacional de meteorologia do Brasil (INMET).

Foram obtidos dados de anamnese dos jabutis, assim como exame clínico, pesagem e biometria da carapaça de cada animal por meio das medidas de comprimento da curvatura da carapaça (CCC) e largura da curvatura da carapaça (LCC). O peso médio do grupo experimental foi de $7,2 \pm 0,8$ kg. Medidas biométricas da carapaça foram adquiridas, obtendo-se valores médios de $46,2 \pm 2,5$ cm para CCC e $42,2 \pm 2,2$ cm para LCC.

Com relação ao manejo dos animais foi constatado que a alimentação fornecida era composta por frutas e verduras diariamente e fonte de proteína (carne moída ou ração de cães) duas vezes por semana. O ambiente que os animais viviam era um recinto aberto composto por terra, vegetação arbustiva e cocho para alimentação. Todos os jabutis tinham acesso diário à luz solar. A avaliação clínica dos animais não revelou alterações dignas de nota no momento do exame.

Exame tomográfico dos animais.

Anteriormente à realização dos exames, o tomógrafo (Hi-Speed FXI - General Eletrics, 06828-0001, Fairfield, Connecticut - single slice, pitch de 2,0, 120 KVp, auto mA) foi devidamente calibrado, propiciando melhor padronização dos resultados. As imagens foram obtidas por aquisição helicoidal em cortes transversais de 2mm de espessura e utilizando filtro de reconstrução para tecidos moles.

Os exames de tomografia computadorizada foram realizados sem a necessidade de contenção química e os jabutis foram posicionados em decúbito ventral. Posteriormente à aquisição das imagens os jabutis retornaram imediatamente para os recintos de origem. Após o exame tomográfico e digitalização das imagens, novas imagens foram geradas a partir de reconstrução multiplanar

para melhor visibilização do fígado e identificação dos lobos hepáticos direito e esquerdo, permitindo a seleção das regiões de interesse (ROI) para análise densitométrica. Uma análise cuidadosa foi necessária para excluir estruturas vasculares da região de interesse selecionada.

Duas ROIs em cada lobo hepático em dois diferentes níveis de corte foram selecionados, totalizando oito ROIs por jabuti, obtendo-se posteriormente os valores médios de cada animal. Cada ROI apresentava uma área de $25 \pm 0,1 \text{ mm}^2$ (Figura 1). Para a análise descritiva do grau de atenuação radiográfica do parênquima hepático do grupo experimental, obteve-se valores de média e desvio padrão.

A realização deste estudo foi aprovada pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal (CEUA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob protocolo de número 000944/2011

Resultados

As medidas de peso, CCC e LCC apresentaram pouca variação, demonstrando uma uniformidade das dimensões corporais dos jabutis pertencentes ao grupo experimental. Os valores médios e individuais biométricos e graus de atenuação radiográfica do parênquima hepático dos jabutis estão ilustrados na Tabela 1. Os valores médios dos graus de atenuação hepática referentes às oito ROI de cada fígado variaram de -14 a 21,1 HU ($11,2 \pm 3$).

Discussão

Sete jabutis (70%) apresentaram valores médios inferiores a 20 HU, valores compatíveis com lipidose hepática, de acordo com dados obtidos de outras espécies de quelônios¹². Apenas três jabutis (30%) apresentaram grau de atenuação radiográfica superior a 20 HU, entretanto, nenhum dos animais apresentou-se próximo aos valores normalidade estabelecidos para outras espécies de quelônios¹¹.

Apesar das técnicas de diagnóstico por imagem serem pouco utilizadas na avaliação semiológica de quelônios, esses exames complementares pode contribuir significativamente no manejo desses animais¹³. A tomografia computadorizada é um método não-invasivo que proporciona significativas vantagens para a detecção de enfermidades, sendo considerada uma técnica ideal para o diagnóstico de afecções

esqueléticas e de tecidos moles em quelônios.¹⁴ Apesar disto, informações referentes aos achados tomográficos de jabutis são escassas na literatura. Em comparação com a radiografia convencional, a TC proporciona melhor distinção de densidades específicas dos tecidos, assim como permite o diagnóstico de discretas alterações no tamanho, formato, contorno e posicionamento de diversos órgãos.^{15, 16} Particularmente para a avaliação hepática de quelônios, o exame tomográfico torna-se muitas vezes necessário, uma vez que a presença da carapaça limita a realização de estudos ultrassonográficos e coleta de fragmento hepático para análise histopatológica ou citológica.¹⁷

Em pacientes humanos é citado que várias doenças hepáticas podem afetar o fígado e alterar a sua densidade, sendo difícil a diferenciação clínica na maioria dos casos.^{5,6} Desta forma, tomografia computadorizada quantitativa é rotineiramente utilizada para estabelecer um diagnóstico diferencial entre esteatose e glicogenose sem que exista a necessidade de técnicas invasivas para realização de biopsia hepática.^{18,19} Estudos prévios em humanos demonstram que ocorre um decréscimo entre 1,0 e 1,5 HU na atenuação radiográfica do parênquima hepático para cada 1% de aumento da concentração lipídica nos hepatócitos.¹⁹

Poucas informações são citadas na literatura a respeito da quantificação do grau de atenuação radiográfica do parênquima hepático normal de quelônios.^{11, 12, 14} Em tartaruga do mediterrâneo (*Hermans Tortoises*) são citados valores normais de radiodensidade do fígado entre 50 e 70 HU.¹¹ Outro estudo em tartarugas marinhas da espécie *Chelonia mydas*, cita como valores de normalidade um grau médio de atenuação radiográfica de $60,09 \pm 5,3$ HU, entretanto os autores consideram importantes a realização de estudos adicionais em tartarugas com diferentes faixas etárias, sexo, condições corporais e na presença de hepatopatias para melhorar a aplicabilidade da técnica nesta espécie.¹² Apesar de escassas informações espécie-específicas para quelônios, a caracterização de valores de radiodensidade hepática menores que 20 HU são compatíveis com quadro de lipidose hepática.¹¹

Os resultados obtidos do grau de atenuação radiográfica do parênquima hepático pela técnica de tomografia computadorizada a partir de uma amostra de 10 jabutis de cativeiro permitiu a identificação de lipidose na maioria dos jabutis pertencentes ao grupo experimental. Nosso estudo possibilitou a realização de exames de uma amostra representativa dos jabutis desta espécie do Parque

Estadual Dois Irmãos, sugerindo a necessidade de alterações no manejo alimentar e ambiental.

A lipidose hepática pode ser um evento fisiológico e a interpretação clínica das alterações hepáticas é difícil em quelônios.²⁰ A função hepática de algumas espécies de quelônios é afetada pela hibernação, onde uma grande quantidade de gordura é armazenada temporariamente e também pela vitelogênese quando ocorre um significativo aumento da síntese proteica.¹ No grupo amostral do presente estudo foi possível excluir que a lipidose fosse um evento fisiológico, uma vez que todos eram machos e que esta espécie de quelônio não hiberna nas condições climáticas da região Nordeste do Brasil.

É citado que quelônios em cativeiro são altamente propensos a alterações metabólicas, uma vez que sua alimentação quando controlada por humanos pode gerar problemas nutricionais,²¹ uma vez que muitas dietas são formuladas de forma empírica, resultando em deficiências nutricionais. Em ambiente silvestre, os jabutis se alimentam de folhas, frutos, animais invertebrados, restos de carcaças e demais alimentos encontrados no solo e os jabutis criados em cativeiro necessitam de suplementação alimentar de proteína, cálcio, com dieta rica em fibras e com baixo teor de gorduras.²² Consideramos que o exame tomográfico do fígado e a medida da radiodensidade do parênquima pode ser uma ferramenta importante para a profilaxia da lipidose hepática em jabutis e em outras espécies de quelônios, permitindo um diagnóstico precoce da enfermidade, monitoramento dos pacientes e correção precoce de medidas de manejo inadequadas.

No grupo experimental avaliado, as imagens foram obtidas sem administração de contraste iodado intravenoso, uma vez que, apesar do meio de contraste auxiliar na identificação de estruturas vasculares, a sua presença irá interferir no grau de atenuação radiográfica do parênquima hepático e fornecerá um resultado irreal.²³

A metodologia de análise sugerida nesta pesquisa para avaliação do grau de atenuação radiográfica do parênquima hepático foi de fácil realização e efetiva para o diagnóstico de lipidose hepática nos jabutis. Os valores obtidos de atenuação radiográfica do parênquima hepático correspondem ao grau de atenuação média dos pixels selecionados no ROI, dados em HU.²⁴ No presente estudo, as áreas das regiões de interesse selecionadas do parênquima hepático foram padronizadas com uma área média de $25 \text{ mm}^2 \pm 0,1$. Os níveis de corte para avaliação também foram padronizados, tendo como referência a imagem da silhueta cardíaca em cortes

transversais. Este procedimento também é citado por outros autores, onde é mencionado que a padronização do ROI é importante para conferir maior precisão aos resultados.

Conclui-se na presente pesquisa que a tomografia computadorizada quantitativa do parênquima hepático de jabutis de cativeiro da espécie *Chelonoides carbonaria* possibilitou o diagnóstico de lipidose hepática de forma rápida e não invasiva e as informações obtidas deram suporte para a realização de alterações de medidas de manejo alimentar no local de cativeiro. Sugere-se que a avaliação amostral da radiodensidade hepática de quelônios possa ser uma ferramenta importante para melhor compreensão das suas exigências nutricionais e metabólicas quando em cativeiro.

Referências

1. McArthur SMJ, Innis C. Anatomy and physiology. Oxford: Blackwell publishing Ltd, 2004.
2. Divers SJ, Stahl SJ, Camus A. evaluation of diagnostic coelioscopy including liver and kidney biopsy in freshwater turtles (*Trachemys Scripta*). J Zoo Wildlife Med. 2010;41: 677-687.
3. Doyon D. Tomografia computadorizada. Rio de Janeiro: MEDSI, 2004.
4. Tidwell AS. Principles of computed tomography and magnetic resonance imaging. Philadelphia: W.B. Saunders Co 2007.
5. Nakamura M, Chen HM, Momoi Y, Iwasaki T. Clinical application of computed tomography for the diagnosis of feline hepatic lipidosis. J Vet Med Sci. 2005;67: 1163-1165.
6. Ohlerth S, Scharf G. Computed tomography in small animals – Basic principles and state of the art applications. Vet J. 2007;173: 254-271.
7. Smallwood JE, George TF. anatomic atlas for computed-tomography in the mesaticephalic dog - thorax and cranial abdomen. Vet Radiol Ultras. 1993;34: 65-84.
8. Teixeira M, Gil F, Vazquez JM, Cardoso L, Arencibia A, Ramirez-Zarzosa G, et al. Helical computed tomographic anatomy of the canine abdomen. Vet J. 2007;174: 133-138.
9. Samii VF, Biller DS, Koblik PD. normal cross-sectional anatomy of the feline thorax and abdomen: comparison of computed tomography and cadaver anatomy. Vet Radiol Ultras.39: 504-511.
10. Hathcock JT, Stickle RL. principles and concepts of computed-tomography. Vet Clin North Am Small Animal Pract. 1993;23: 399-415.

11. Gumpenberg M. Chelonians. UK: Wiley-Blackwell, 2011.
12. Bonelli M.A. ODC, Costa L.A.V.S.C., Forattini J.G.C., Rossi-Júnior J.L., Leite F.L.G., Costa F.S. Quantitative computed tomography of the liver in juvenile green sea turtles (*Chelonia mydas*). 2013;- 44: 310-314.
13. Silverman S. Diagnostic imaging. St. Louis: Elsevier Saunders 2006.
14. Gumpenberger M, Henninger W. The use of computed tomography in avian and reptile medicine. *Semin Avian Exotic Pet Med.* 2001;10: 174-180.
15. Gaudron C. Imagerie medicale applique'e a l'anatomie clinique des che'loniens en consultation. *International Congress On Testudo Genus.* Hyeres-France: Chelonii, 2001;161-179.
16. Valente ALS, Cuenca R, Zamora M, Parga ML, Lavin S, Alegre F, et al. Computed tomography of the vertebral column and coelomic structures in the normal loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *Vet J.* 2007;174: 362-370.
17. Rockall AG, Sohaib SA, Evans D, Kaltsas G, Isidori AM, Monson JP, et al. Hepatic steatosis in Cushing's syndrome: a radiological assessment using computed tomography. *Europ J Endocrinol.* 2003;149: 543-548.
18. Tsujimoto T, Takano M, Nishiofuku M, Yoshiji H, Matsumura Y, Kuriyama S, et al. Rapid onset of glycogen storage hepatomegaly in a type-2 diabetic patient after a massive dose of long-acting insulin and large doses of glucose. *J Intern Med.* 2006;45: 469-473.
19. Simpson M. Hepatic Lipidosis in a Black-Headed Python (*Aspidites melanocephalus*). *Vet Clin Exot Anim.* 2006;9: 589-598.
20. Mader M. Metabolic bone disease. St. Louis (MO): Elsevier Inc, 2006.

21. Cubas PH, Baptistotte, C. Chelonia (Tartaruga, cágado, jabuti). São Paulo: Roca, 2007.
22. Seeram E. Computed Tomography: Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2008.
23. Adams JE. Quantitative computed tomography. *Europ J Radiol.* 2009;71: 415-424.
24. Costa L, Lopes BF, Lanis AB, de Oliveira DC, Giannotti JG, Costa FS. Bone demineralization in the lumbar spine of dogs submitted to prednisone therapy. *J Vet Pharmacol Therap.* 2010;33: 583-586.
25. Kodama Y. Comparison of CT Methods for Determining the Fat Content of the Liver. *Am J Roentgenology.* 2007;188: 1307-1312.

Tabelas

Tabela 1- Valores biométricos e de grau de atenuação radiográfica do parênquima hepático de jabutis provenientes do Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Brasil.

Animais	Biometria			Radiopacidade hepática (HU)
	Peso (Kg)	CCC (cm)	LCC (cm)	
1	7,0	43	40	11,3
2	8,0	47	43	-14,0
3	8,0	47	44	31,2
4	8,0	49	46	21,5
5	8,0	50	43	17,1
6	7,5	48	39	21,1
7	7,0	46	41	-3,0
8	7,0	45	44	9,1
9	6,5	45	42	7,0
19	5,5	42	40	7,9
MÉDIA	7,2	46,2	42,2	11,2
DP	0,8	2,5	2,2	3,0

Legenda: DP – desvio padrão; kg – quilogramas; cm – centímetros; CCC – comprimento da curvatura da carapaça; LCC – largura da curvatura da carapaça e HU – Hounsfield Unit.

Figuras

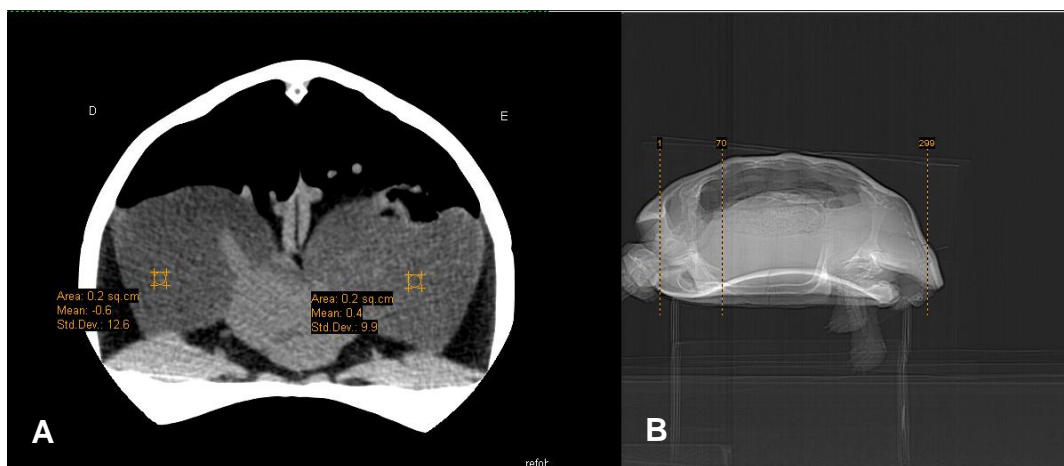


Figura 1 – Imagem tomográfica da cavidade celomática de jabuti-piranga em corte transversal, ao nível do fígado, demonstrando as regiões de interesse analisadas em lobos direito e esquerdo (A). Imagem em scout demonstrando o nível de corte selecionado (B). Utilizado janela para tecidos moles.

4. CONCLUSÕES GERAIS

Animais mantidos em cativeiro, frequentemente apresentam problemas relacionados a distúrbios nutricionais. Muitas vezes a falta de informação sobre as reais necessidades nutricionais de uma espécie leva a distúrbios alimentares. No ambiente de cativeiro, há a necessidade de suplementação da alimentação. Os jabutis-piranga (*Chelonoidis carbonaria*) avaliados tomograficamente durante o estudo apresentavam diminuição da densidade hepática, por acúmulo de gordura no fígado. Essas informações sobre radiodensidade hepática permitiram a caracterização do quadro de lipidose hepática nos quelônios, provavelmente ocasionados por erros de manejo nutricional.

5. REFERÊNCIAS

ABDELMALEK, M. F.; DIEHL, A. M. - De Novo nonalcoholic fatty liver disease after liver transplantation. v.13, n.6, p.790, 2007.

ADKINS, E.; DRIGGERST, T.; FERGUSON, G.; GEHRMANN, W.; GYLMESI, Z.; MAY, E.; OWENS, T. Ultraviolet light and reptiles, amphibians, Roundtable. **Bull Assoc. Reptil Amphib. Vet.**, v.13, p.27–37, 2003.

ALVES, L.C. **Tomografia computadorizada de la cavidad toracica del perro (*Canis familiares* I.) mediante aparato de sexta generacion y medios de contraste oral y vascular.** 2004. Tese (doutorado) - Murcia Univ., Murcia, Spain.

ANGULO, P.; LINDOR, K. D. - Non-alcoholic fatty liver disease. **J Gastroenterol Hepatol**, v. - 17, p. - S190, 2002.

BACON, B. R. et al. Nonalcoholic steatohepatitis: An expanded clinical entity. **Gastroent**, v. - 107, n. - 4, p. - 1109, 1994.

BJORNDAL, K.A. Digestive efficiency in a temperate herbivorous reptile, *Gopherus polyphemus*. **Copeia**, p.714-720, 1987.

BJORNDAL, K.A. Flexibility of digestive responses in two generalist herbivores, the tortoise *Geochelone carbonaria* and *Geochelone denticulata*. **Oecologia**, v.78, p.317-321, 1989.

BONNER, B.B. Chelonian therapeutics. **Vet. Clin. North Am. Exotic Animal Practice**, v.3, p.257-332, 2000.

BOYER, T.H.; BOYER, D.M. Turtles, tortoises and terrapins. In: MADER, D.R. **Reptile Medicine and Surgery**. 2. ed. Missouri: Saunders Elsevier, 2006. p.78-87.

BRAILLON, P. M. Quantitative Computed Tomography Precision and Accuracy for Long-Term Follow-up of Bone Mineral Density Measurements: A Five-Year In Vitro Assessment. **J Clin Densitom**, v.5, n.3, p.259-266, 2002.

BUNCH, S.E. Distúrbios hepáticos agudos e sistêmicos que acometem o fígado. In: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. (Eds). **Tratado de medicina interna veterinária: doenças do cão e do gato**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.1398-1412.

BURGE, B.L.; BRADLEY, W.B. 1976. Population density, structure and feeding habits of the desert tortoise, *Gopherus agassizi*, in a low desert study area in southern Nevada. **Proc. Desert Tortoise Council**, p.51-74, 1976.

BYDDER, G. M. et al. Computed tomography attenuation values in fatty liver. Ct- **J Comput Tomogr**, v.5, n.1, p.33-35, 1981.

CÁCERES, A. V.; ZWINGENBERGER, A.; HARDAM, E.; LUCENA, J.M.; SCHWART, T. Helical computed tomographic angiography of the normal canine pancreas. **Vet. Radiol. Ultrasound**. v.47, n.3, p.270-278, 2006.

CAPEN, C.C. The calcium regulating hormones: parathyroid hormone, calcitonin, and cholecalciferol. In: MCDONALD, L.E.; PINEDA, M.H. (Eds). **Veterinary Endocrinology and Reproduction**. 4. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1989. p.92–185.

COOMBS, E.M. 1977. Status of the desert tortoise, *Gopherus agassizii* in the state of Utah. **Proc. Desert Tortoise Council**, p.95-101, 1977.

COSTA, L. et al. Bone demineralization in the lumbar spine of dogs submitted to prednisone therapy. **J Vet Pharmacol Ther.**, v.33, n.6, p.583-586, 2010.

COXSON, H. O.; ROGERS, R. M. Quantitative Computed Tomography of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Acad Radiol.**, v.12, n.11, p.1463, 2005.

CUBAS, P.H.; BAPTISTOTTE, C. Chelonia (Tartaruga, cágado, jabuti). In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de Animais Selvagens**. São Paulo: Roca, 2007. p.86-119.

DAY, C. P.; JAMES, O. F. W. Steatohepatitis: A tale of two “hits”? **Gastroenterol**, v.114, p.842-845, 1998.

DIVERS, S.J.; STAHL, S.J.; CAMUS, A. Evaluation of diagnostic coelioscopy including liver and kidney biopsy in freshwater turtles (*Trachemys Scripta*). **J Zoo Wildlife Med.**, v.41, p. 677-687, 2010.

DIVERS, S.J.; COOPER, J.E. Reptile Hepatic Lipidosis. **Semin. Avian Exotic Pet Med.**, v.9, n.3, p.153-164, 2000.

DOYON, D.; CABANIN, E.A.; FRIJA, J. **Tomografia computadorizada**. 2.ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 2004. 392p.

FERREIRA, F.M.; AUGUSTO, A.Q.; WERNER, P.R.; FRANCO, J.H.A. A tomografia computadorizada em medicina veterinária: uma breve descrição do método e suas aplicações clínicas. **Rev. Clínica Vet.**, v.3, n.12, p.27-32, 1998.

FIKE, J.R.; DRUY, E.M.; ZOOK, B.C.; DAVIS, D.O.; THOMPSON, J.E.; CHANEY, E.R.; BRADLEY, E.W. Canine anatomy as assessed by computerized tomography. **American Journal of Veterinary Research.**, v.41, p.1823-1832, 1980.

FORD, E. S.; GILES, W. H.; MOKDAD, A. H. Increasing Prevalence of the Metabolic Syndrome Among U.S. Adults. **Diabetes Care**, v. 27, n. 10, p. 2444-2449, 2004.

FOWLER, M.E. Respiratory disease in captive tortoises. **Proc. Desert Tortoise Council**, p.89-98, 1976.

GATTEN, R.E. The uses of anaerobiosis by amphibians and reptiles. **Am. Zool.**, v.25, p.945-954, 1985.

GERSHWIN, M.E.; BEACH, R.S.; HURLEY, L.S. **Nutrition and Immunity**. San Diego: Academic Press, 1985.

HANSEN, R.M.; JOHNSON, M.K.; VAN DEVENDER, T.R. Foods of the desert tortoise, *Gopherus agassizii*, in Arizona and Utah. **Herpetologica**, v.32, p.247-251, 1976.

HARMS, C. A.; MALLO, K.M.; ROSS, P.M.; SEGARS, A. Venous blood gases and lactates of wild loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) following two capture techniques. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 39, n. 2, p. 366-374, 2003.

HATHCOCK, J.T.; STICKLE, R.L. Principles and concepts of computed tomography. **Vet. Clin. North Am. Small Animal Pract.**, v.23, p.399-415, 1993.

HUYNH, M.; LALOI, F., Diagnosis of Liver Disease in Domestic Ferrets (*Mustela putorius*). **Vet Clin Exot Anim.**, v. - 16, n. - 1, p. - 144, 2013.

JOHNSON, S.E. Diseases of the liver. In: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. (Eds.) **Textbook of Internal Veterinary Medicine**. Philadelphia: WB Saunders, 1995, p.1350-1353.

KEALY, J.K.; MCALLISTER, H. **Radiologia e ultra-sonografia do cão e gato**. São Paulo: Manole, 2005. 436p.

KODAMA, Y. Comparison of CT Methods for Determining the Fat Content of the Liver. **Am J Roentgenol**, v.188, n.5, p.1307-1312, 2007.

MADER, D.R. Metabolic bone disease. In: MADER, D.R. (Eds). **Reptile medicine and surgery**. 2. ed. St. Louis (MO): Elsevier, 2006. p.841–51.

MARCHESINI, G. et al. Nonalcoholic fatty liver disease: a feature of the metabolic syndrome.(Statistical Data Included). **Diabetes**, v. 50, n. 8, p. 1844, 2001.

MASSANA, J.S.; SILVESTRE, A.M. Manejo y alimentación de tortugas y galápagos em cautividad. **Consulta Difus Vet.**, v.147, p.33-41, 2008.

MCARTHUR, S.; MEYER, J.; INNIS, C. Anatomy and physiology. In: MCARTHUR, S.; WILKINSON, R.; MEYER, J. (Eds). **Medicine and surgery of tortoises and turtles**. Oxford (NY): Blackwell, 2004. p.35–72.

MOHAMMAD, A.; KASIM, S.E.; SOLIMAN, A.R.; MASSRY, S.G. Excess parathyroid hormone adversely affects lipid metabolism in chronic renal failure. **Kidney International**, v. 37, n. 3, p. 854, 1990.

NAKAMURA, M.; CHEN, H.M.; MOMOI, Y. & IWASAKI, T. Clinical application of computed tomography for the diagnosis of feline hepatic lipidosi. **J Vet Med Sci**, v.67, n.11, p.1163-1165, 2005.

NASRALLAH, S.M.; WILLIS, C.E.J.; GALAMBOS, J.T. Hepatic morphology in obesity. **Dig. Dis. Sci.**,v.26, p.325–327, 1981.

NORTON, T.M. Chelonian emergency and critical care. **Semin. Avian Exotic Pet Med.**, v.14, n.2, p.106-130, 2005.

OHLERTH, S.; SCHARF, G. Computed tomography in small animals – Basic principles and state of the art applications. **Vet J**, v.173, n.2, p.254-271, 2007.

ROCKALL, A. G. et al. Hepatic steatosis in Cushing's syndrome: a radiological assessment using computed tomography. **Eur J Endocrinol**, v.149, n.6, p. 543-548, 2003.

ROSSKOPF, W.J.; HOWARD, E.; GENDRON, A.P.; WALDER, E. & BRITT, J.O. Mortality studies on *Gopherus agassizii* and *Gopherus belandieri* tortoises. In **Proceedings of the Desert Tortoise Council**. pp.108-112, 1981.

SAMII, V. F.; BILLER, D. S.; KOBLIK, P. D. Normal cross-sectional anatomy of the feline thorax and abdomen: comparison of computed tomography and cadaver anatomy. **Vet. Radiol. Ultrasound.**, v. 39, n. 6, p. 504-511, 1998.

SCHWEIGERT, F.J. Comparative aspects of vitamin A and carotenoid metabolism in exotic mammals. In: GANSLOSSER, U.; HODGES, J.K.; KAUMANN, W. (Eds). **Research in Captive Propagation**. Furth: Filander Verlag. 1995, p.130–146.

SIMPSON, M. Hepatic Lipidosis in a Black-Headed Python (*Aspidites melanocephalus*). **Vet Clin Exot Anim.**, v. - 9, n. - 3, p. - 598, 2006.

SMALLWOOD, J.E.; GEORGE II, T.F. Anatomic atlas for computed tomography in the mesaticephalic dog: head and neck. **Vet. Radiol. Ultrasound.**, v.33, n.4, p.217-240, 1992.

SMALLWOOD, J.E.; GEORGE II, T.F. Anatomic atlas for computed tomography in the mesaticephalic dog: thorax and cranial abdomen. **Vet. Radiol. Ultrasound.**, v.34, n. 2, p.65–84, 1993.

TEARE, J. A.; BUSH, M. Toxicity and efficacy of ivermectin in chelonians. **J Am Vet Med Assoc**, v. 183, n. 11, p. 1195-1197, 1983.

TEIXEIRA, M.; GILF, F.; VAZQUEZ, J.M.; CARDOSO, L.; ARENCIBIA, A.; RAMIREZ, G. & AGUT, A. Helical computed tomographic anatomy of the canine abdomen. **Vet. J.**, v.174, p.133–138, 2007.

TIDWELL, A. S. Advanced imaging concepts: A pictorial glossary of CT and MRI technology. **Clin Tech Small Anim Pract**, v.14, n.2, p.65-111, 1999.

TIDWELL, A. S. Principles of computed tomography and magnetic resonance imaging. In: THRALL, D.E. (Ed.). **Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology**. 5 ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co. 2007, p.50-77.

WILKINSON, R. Clinical Pathology. In: MCARTHUR, S.; WILKINSON, R.; MEYER, J. (Eds). **Medicine and Surgery of Tortoises and Turtles**. Ames: Blackwell Publishing. 2004, p.141-186.

WINTER, M. D.; KINNEY, L. M.; KLEINE, L. J. Three-dimensional helical computed tomographic angiography of the liver in five dogs. **Vet. Radiol. Ultrasound.**, v.46, n.6, p. 494-499, 2005.

6. ANEXOS



Figura 1- Recinto dos jabutis, Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Brasil.



Figura 2- Obtenção de medidas do comprimento da curvatura da carapaça dos jabutis, Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Brasil.



Figura 3- Obtenção de medidas da largura da curva da carapaça dos jabutis utilizados para avaliação da radiodensidade hepática, Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Brasil.



Figura 4 – Realização do exame de tomografia computadorizada helicoidal em jabutis provenientes do Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Brasil.