



**Densitometria óssea de gatas castradas e não castradas por  
tomografia computadorizada quantitativa**

NICHOLAS NOVACK

Recife, 2015



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA E FISIOLOGIA ANIMAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
TROPICAL

**Densitometria óssea de gatas castradas e não castradas por  
tomografia computadorizada quantitativa**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso  
de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical,  
como parte dos requisitos para a obtenção do  
título de Mestre em Ciência Animal Tropical.

Orientadora: Profa. Dr<sup>a</sup>. Marleyne José Afonso Accioly Lins Amorim

Co-orientador: Prof. Dr. Fabiano Séllos Costa

Recife, 2015

## Ficha Catalográfica

N935d Novack, Nicholas  
Densitometria óssea de gatas castradas e não castradas  
por tomografia computadorizada quantitativa / Nicholas  
Novack. -- Recife, 2015.  
53f.: il.

Orientadora : Marleyne José Afonso Accioly.  
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de  
Medicina Veterinária, Recife, 2015.  
Inclui referências e apêndice(s).

1. TCQ 2. Estrógeno 3. Felino 4. Ovariohisterectomia  
I. Accioly, Marleyne José Afonso, orientadora II. Título

CDD 636.089

**Densitometria óssea de gatas castradas e não castradas por tomografia  
computadorizada quantitativa**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal Tropical, outorgado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, à disposição na Biblioteca Central desta Universidade. A transcrição ou utilização de trechos deste trabalho é permitida, desde que respeitadas às normas de ética científica.

Dissertação elaborada por

---

Nicholas Novack

Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marleyne José Afonso Accioly Lins Amorim  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Orientadora

---

Prof. Dra. Áurea Wischral  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE  
Avaliadora

---

Prof. Dr. Fabiano Séllos Costa  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE  
Co-orientador e avaliador

---

Prof. Dra. Jacinta Eufrásia Brito Leite  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE  
Avaliadora

“A mente que se abre para uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

Aos meus professores, pais e amigos  
pelos momentos dedicados a mim,  
durante o meu andamento profissional.

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer a Deus, por todas as graças que recebi em minha vida principalmente ao longo da minha carreira acadêmica. Aos meus pais que sempre estiveram presentes em todos os momentos ao longo do curso e que são à base da minha vida, que sonharam comigo e sei que agora estão muito felizes por essa nossa realização, e a minha família que de um jeito ou outro sempre esteve me apoiando.

Aos meus amigos da faculdade e colegas de profissão que ao longo do trabalho, nos momentos felizes e tristes, sempre se mostraram verdadeiros amigos. E a todos os colegas da UFRPE.

Aos meus orientadores Marleyne Amorim e Fabiano Séllos que sempre me deram uma grande força no começo no mestrado. Agradeço aos médicos veterinários Dr. Ieverton Cleiton e Dra. Thaiza Tavares.

Agradeço à UFRPE e a CAPES pelo o apoio financeiro.

Aos meus professores, a todos, pois de uma maneira ou outra participaram de todo o meu aprendizado, cada um com a sua forma, uns mais que outros, que acabaram virando amigos. Aos funcionários de UFRPE de todos os setores, também fico agradecido pelo trabalho fundamental de vocês.

Ao centro de diagnóstico FOCUS e seus funcionários, com a parceria com a UFRPE, cedendo o equipamento de tomografia. À parceria com a Pet Dream, do Dr. Bruce Lins e Dr. Gustavo Gouveia, pela a parte de exames laboratoriais. A todos os animais e tutores que participaram do meu aprendizado no decorrer do curso de mestrado e nos estágios. Aprendi tudo graças a vocês.

E um agradecimentos especial para os meus pais Geraldo Novack e Rosa Elaine Novack e minha namorada Marina Manzi no apoio fundamental.

Obrigado!!

**Sumário**

1. Introdução.....	pág 14
2. Revisão de literatura.....	pág 16
2.1 Castração.....	pág 16
2.2 Estrógeno.....	pág 18
2.3 Tomografia Computadorizada Quantitativa.....	pág 20
2.4 Densitometria Óssea.....	pág 23
3.0 Objetivos.....	pág 27
3.1 Objetivos gerais.....	pág 27
3.2 Objetivos específicos.....	pág 27
Referências.....	pág 28
4. Artigo : ‘Efeitos da idade, níveis séricos de estrógeno e radiodensidade óssea pela técnica de tomografia computadorizada quantitativas em gatas’ .....	pág 33
Apêndices.....	pág 48

**Lista de figuras**

**Figura 01:** Funcionamento de um equipamento de tomografia.....pág 22

**Figura 02** – Realização do exame de tomografia computadorizada quantitativa (TCQ), para verificar os valores de densitometria óssea em gatas.....pág 27

**Artigo: Figura 01** -Imagem em *scout* demonstrando o nível de corte para análise tomográfica ao nível do corpo vertebral da segunda vértebra lombar de gatas adultas. Observa-se as três regiões de interesse realizadas para a análise da radiodensidade óssea do osso trabecular do corpo vertebral das gatas.....pág 47

**Lista de tabelas:**

**Tabela 01**-Níveis hormonais e valores densitométricos obtidos pela técnica de tomografia computadorizada quantitativa nos 3 grupos experimentais.....pág 46

**Lista de Abreviaturas e Siglas:**

BMU: Unidades multicelulares básicas

DDP: Diferença de potencial

DEXA: Dual Energy X-Ray Absorptiometry

DMO: Densidade mineral óssea

FSH: Hormônio Folículo Estimulante

HU: Unidades Hounsfield

LH: Hormônio luteinizante

OSH: Ovariohisterectomia

RX: Raio-X

TC: Tomografia Computadorizada

TCQ: Tomografia Computadorizada Quantitativa

USG: Ultrassonografia

## **RESUMO**

A tomografia computadorizada quantitativa (TCQ) é uma técnica de alta sensibilidade, aplicada com precisão no diagnóstico de perda de massa óssea, chamada de densitometria mineral óssea, com grandes vantagens em relação à radiografia simples, porém a falta de valores de normalidade é limitante para a sua aplicação clínica. O presente trabalho teve os seguintes objetivos: estabelecer valores médios da radiodensidade do corpo vertebral da segunda vértebra lombar, através da TCQ, em gatas, aspectos envolvidos na fisiopatologia da osteopenia induzida pela castração; estudar efeitos da depleção dos estrógenos e avaliar as características da radiodensidade das fêmeas da espécie felina de cada grupo experimental, entre as gatas jovens inteiras e as gatas adultas castradas e não castradas acima de 6 anos, em um total de 22 animais. Comparando o grau de normalidade para as gatas adultas jovens e as patologias relacionadas. Estatisticamente comprovou-se uma redução de massa óssea em gatas castrada com mais de 6 anos na segunda vértebra lombar L2.

**Palavras chaves: TCQ, estrogênio, osteopenia, felino, ovariectomia**

**Abstract:**

Quantitative computerized tomography (QCT) is a highly sensitive technique, applied accurately diagnose loss of bone mass, bone mineral densitometry call with great advantages over plain radiography, but the lack of it limiting values for its clinical application. This study had the following objectives: establishing mean values of radiodensity the vertebral body of the second lumbar vertebra through the TCQ in cats, aspects involved in the pathophysiology of osteopenia induced by castration; study effects of depletion of estrogens radiodensity evaluate the characteristics of the female feline species of each experimental group, between the entire young cats and castrated adult cats spayed and not more than 6 years in a total of 22 animals. Comparing the degree of normality for young adult cats, and related. Statistically diseases was proven to be a reduction of bone mass in castrated cats over 6 years second lumbar vertebra L2.

**Key words : estrogens , osteopenia , feline, ovariectomy, TCQ**

## 1. Introdução

O interesse do proprietário em realizar castrações dos seus animais de estimação aumenta a cada dia. Seja visando o controle populacional, evitando a reprodução e o incômodo dos seus hábitos naturais, durante o cio ou para controlar a transmissão de zoonoses e prevenir doenças relacionadas ao trato reprodutivo (LIMA et al., 2010).

A ovariectomia (OSH) é o procedimento cirúrgico realizado com maior frequência em fêmeas caninas e felinas, sendo o método de eleição para castração (OLIVEIRA, 2007).

A contracepção cirúrgica parece ser, até o momento, o melhor método de controle populacional. No entanto, as possíveis complicações decorrentes do procedimento anestésico e pós-cirúrgico, são relacionados à privação hormonal de estrógeno nas fêmeas, não são discutidas. Poucos estudos são feitos sobre os malefícios que esse tipo de procedimento pode trazer para a vida adulta do animal (LIMA et al., 2010).

A castração precoce reduz o risco de neoplasias mamárias, se realizada antes do 1º ou 2º ciclo estral, e ainda elimina o risco de piometra e pseudogestação (LIMA et al., 2010). No entanto a intervenção desta prática apresenta efeitos colaterais como: obesidade, vulva infantil, alopecia, mudança da cor e da textura dos pelos, incontinência urinária, além de ser um método irreversível (EVANS, 1989).

Vários trabalhos demonstram os efeitos da exérese ovariana e suas consequências em humanos. A taxa de reabsorção óssea torna-se maior que a formação, resultando em fragilidade óssea e no aumento da incidência de fraturas patológicas (SALAMERI, 1991).

Embora os hormônios sexuais não sejam essenciais ao desenvolvimento do sistema ósseo, estes exercem influência no desenvolvimento de todo o esqueleto, pois interferem no crescimento e amadurecimento cartilaginoso, na ossificação endocondral e no metabolismo (SALAMERI, 1991).

Diferentemente da veterinária, na medicina humana existem comprovações científicas que a depleção de estrógenos, devido ovariectomia ou mesmo pela menopausa, causa vários problemas para a saúde feminina. Uma importante alteração relatada tem sido a osteoporose (COSTA-PAIVA et al., 2003).

É importante ressaltar que, embora a esterilização retire as gônadas dos animais, ainda há a presença de hormônios esteroides circulantes, provenientes da adrenal (MCDONALD et al., 1989).

Em humanos, a deficiência do estrogênio é responsável pelo aumento na remodelação óssea após a menopausa, cuja prevenção é feita pela terapia de reposição hormonal com estrogênio; porém, ainda não está esclarecido o mecanismo da ação antirreabsorvitiva do estrogênio no osso (SCHARLA et al., 1999). O estrogênio tem um efeito bifásico no crescimento ósseo, em baixas doses estimula, enquanto altas doses inibem o crescimento ósseo (CARUSO-NICOLETTI, 1985).

A determinação da densidade mineral óssea é um fator fundamental para a definição do quadro de desmineralização. Inúmeros relatos demonstram que a técnica de densitometria é útil na avaliação da densidade mineral óssea, pois tem alta precisão (VULCANO, 1998; COSTA et al., 2010), possui a vantagem de melhorar a identificação e a quantificação das alterações regionais ou sistêmicas na densidade mineral óssea, porém poucos centros veterinários utilizam este meio diagnóstico na prática clínica (ALLEN et al., 2010).

Portanto esse trabalho se justifica pela carência de pesquisas utilizando modelos de animais para estudar os efeitos da castração precoce, sobre o metabolismo ósseo, com o auxílio do exame de tomografia computadorizada.

## **2. Revisão de literatura:**

### **2.1 Castração:**

A relação entre seres humanos e animais tem aumentado progressivamente, sendo os cães e gatos, na sua grande maioria, os principais animais de estimação para os moradores das grandes cidades (MACKAY, 1993).

Paralelamente o interesse em castrar os animais de estimação, ocorre por diversos motivos; para controle de procriação (problemas de superpopulação), do incomodo de comportamento, diminuir a incidência de doenças, relacionadas ao trato reprodutor e zoonoses (LIMA et al., 2010). A superpopulação desses animais causa um problema de saúde pública (MACKAY, 1993). O período e a necessidade da esterilização ainda são controversos por depender de raça, sexo, idade e espécie (cães e gatos) (REICHLER, 2009).

As opções que existem para prevenção da gestação em gatas e cadelas são bastante limitadas, sobressaindo a ovariosalpingohisterectomia (OSH) e a contracepção hormonal (JOHNSON, 2006).

Na obstetrícia veterinária de pequenos animais, a castração é um método de controle populacional de eleição, efetivo e seguro. Este procedimento cirúrgico consiste na retirada dos ovários e útero, (OSH) nas fêmeas e na remoção total dos testículos nos machos (orquiectomia) (HOWE, 2000).

A OSH é o procedimento cirúrgico realizado com maior frequência em fêmeas caninas e felinas, (OLIVEIRA, 2007). Existem diversos pontos positivos para a indicação da esterilização das fêmeas, como prevenção de doenças ovarianas (tumores e cistos ovarianos), neoplasia mamária, doenças uterinas (piometra), doenças progesterona dependentes (hipertrofia mamária felina, pseudogestação), doenças estrógeno dependentes (estro persistente, prolapso e hiperplasia vaginal), doenças gestacionais (aborto, distocias, gestação indesejada, prolapso uterino). A castração ainda auxilia a controlar patologias que não se relacionam com sistema reprodutivo, como epilepsia, sarna demodécica e diabetes (ROMAGNOLI, 2008).

A esterilização cirúrgica, até o momento, parece ser o melhor método de controle do aumento populacional, no entanto são frequentes na literatura, relatos dos efeitos colaterais relacionados ao procedimento cirúrgico (HOWE, 2000). Podem ocorrer complicações decorrentes da intervenção anestésica ou dos efeitos sistêmicos

decorrentes da privação do estrógeno, já que os hormônios gonadais influenciam tanto na reprodução como no desenvolvimento físico, esquelético e comportamental dos animais (NAGAKURA et al., 1991). Estes fatos podem desencorajar os tutores, médicos veterinários e o poder público na indicação desta técnica (LIMA et al., 2010).

Na medicina veterinária, muito pouco tem sido estudado sobre os malefícios que esse tipo de procedimento pode acarretar para a vida adulta do animal (LIMA et al., 2010).

A obesidade é observada como um dos maiores pontos negativos da esterilização cirúrgica na veterinária. Alguns estudos sugerem que existe um pequeno ganho de peso nas fêmeas castradas, mas que pode ser controlado por dieta e alimentação (SALAMERI et al., 1991). Em um dos estudos, 90 dias após a cirurgia de castração em fêmeas, foi observado um pequeno ganho de peso nas fêmeas castradas, em relação às fêmeas controles ( $1,3 \pm 0,3$  kg;  $0,3 \pm 0,1$ kg, respectivamente), sem diferença na deposição de gordura na análise no tecido subcutâneo analisado pelo exame ultrassonográfico (HOUPPT et al., 1979). Outra doença de ocorrência frequente após a gonadectomia é a incontinência urinária, que é um dos argumentos contra a castração (KRAHE et al., 2003).

Os hormônios sexuais influenciam bastante no peso corporal atuando diretamente nos centros reguladores da atividade e saciedade e indiretamente alterando o metabolismo celular (SALMERI, 1991). Na esterilização, quando ocorre uma diminuição destes hormônios, o metabolismo diminui e cai a atividade do animal (NIELSON et al., 1989).

Embora os hormônios sexuais não sejam essenciais ao acréscimo do sistema ósseo, eles influenciam o metabolismo e o desenvolvimento do esqueleto, atuando no amadurecimento cartilaginoso, no crescimento e na ossificação endocondral (NIELSON et al., 1999).

O estrógeno pode agir de duas maneiras: em altas doses ele inibe o crescimento ósseo e em baixas doses estimula (CARUSO-NICOLETTI, 1985).

A esterilização precoce resulta em atraso da maturação, e no fechamento das epífises. O animal pode permanecer mais tempo em fase de crescimento, dificultando o fechamento das epífises, ocorre um esqueleto mais fraco em machos e pélvis mais fracas em fêmeas, resultando em animais com uma estatura um pouco menor quando comparados a animais não castradas (STUBBS, 1996).

Um estudo em felinos avaliou comparativamente o fechamento das epífises do rádio em animais não castrados e castrados até sete meses de idade, concluindo que a retirada dos ovários atrasa o fechamento epifisário em aproximadamente 60 dias, com uma diferença significativa (NICOLETTI, 1985).

Dentre outros pontos negativos, mais raros, estão: alopecia, mudanças na coloração e textura dos pelos, vulva infantil, sedentarismo, dermatite peri-vulvar, desenvolvimento insatisfatório da vulva, além da Síndrome do Resto Ovariano (EVANS, 1989).

A esterilização é uma técnica irreversível, que se torna um problema quando os tutores pretendem ter uma prole do seu animal, no futuro (ROMAGNOLI, 2008).

## **2.2 Estrógeno**

Os estrógenos desempenham papel principal na manutenção da homeostase do esqueleto e no crescimento (WEITZERMANN et al., 2006). O estrógeno e o FSH promovem o aumento da espessura do revestimento do útero.

Na produção de FSH na região anterior da hipófise, adenohipofise, que promove o crescimento do folículo, que é o responsável pela produção de estrógeno. O estrógeno e o FSH promovem o aumento da espessura do revestimento do útero (FRIEDLANDER, 2002).

O osso é um tecido extremamente vivo (KAWAMOTO et al., 2000). Está sempre em desenvolvimento, essa atividade é primeiro voltada para a modelação óssea e o crescimento ósseo, processos esses que resultam no tamanho e forma adulta dos ossos. No adulto, com ossos já formados, essa atividade metabólica envolve principalmente a remodelação óssea (SWOBODA et al., 2008).

A remodelação óssea é um processo de aposição no qual existe a remoção localizada do osso antigo e substituição por osso recentemente formado (HENDRIX, 2005) que continua por toda a vida adulta do indivíduo, sendo responsável pela renovação do esqueleto e mantendo sua integridade estrutural e anatômica. Esse processo fisiológico é regulado por diversos fatores: influência hormonal, mecanismos regulatórios intracelulares, fatores locais e externos. Alterações nesses processos podem resultar no distúrbio da osteopenia (SWOBODA et al., 2008).

O processo de remodelação ocorre em pequenos conjuntos de células chamadas de unidades multicelulares básicas de remodelação óssea (BMU), sendo caracterizado pelo acoplamento das funções dos osteoblastos e osteoclastos (DUARTE, 2004).

A deficiência de estrógeno é apontada como uma das causas primárias da perda óssea e conseqüentemente, um fator de risco para o desenvolvimento de osteoporose e osteopenia (SZEJNFELD, 2003). Duarte (2004) definiu os estrógenos como hormônios que produzem numerosas ações fisiológicas, incluindo efeitos no desenvolvimento e ações neuroendócrinas envolvidas no controle da ovulação. Os hormônios sexuais têm importante papel no crescimento ósseo e na manutenção do pico de massa óssea.

Existem claras evidências de que a ausência ou diminuição dos estrógenos leva a progressiva redução da massa óssea, pois o estrógeno tem um efeito protetor no osso por diminuir a sua reabsorção, participando da prevenção de perda óssea e reduzindo muito o risco de fraturas patológicas (KRAHE et al., 2003).

O estrógeno diminui a perda de cálcio na urina e aumenta a absorção de cálcio no trato intestinal (COSTA et al, 2010). A forma ativa de vitamina D na circulação é elevada, com níveis aumentados de estrógeno (PRIOR, 2003). O estrógeno também estimula a produção de calcitonina, que ajuda a prevenir a remoção de cálcio do osso (RICHART et al., 1984).

Com as variações do nível de estrógeno, o osso trabecular tende a ser mais sensível que o osso cortical. A redução dos níveis de estrogênio tem sido relacionada à alta incidência de fraturas vertebrais em humanos (COSTA-PAIVA et al., 2003).

Os estrógenos previnem a perda tanto do osso trabecular quanto do osso cortical, reduz em menos da metade o risco de fratura e aumentam a densidade óssea da coluna (5 a 6%) e fêmur (2 a 3%) (JEONG et al., 2005).

A osteoporose na menopausa é de extrema importância para a área da saúde humana (WOOLF; 2000), sendo considerada uma das doenças metabólicas ósseas mais significantes. A diminuição do estrógeno é o fator determinante e responsável pela gênese da osteoporose após a menopausa (BUENO, 2004), causando aceleração da atividade de reabsorção e aumentando o turn-over desse tecido, levando assim a uma perda óssea exagerada que resulta em um balanço negativo de cálcio (YAMASHIRO et al., 2001; JEONG et al., 2005).

A supressão de estrógeno altera a renovação óssea, ocorrendo um desequilíbrio entre a osteólise e a osteogênese, podendo ser por diminuição de formação ou aumento de reabsorção óssea, com mudanças ósseas (GENANT, 1998). Entretanto, esse tipo de

fragilidade não é relatado como um problema clínico veterinário em cadelas e gatas castradas (SALMERI et al.,1991).

A deficiência estrogênica leva a um aumento da atividade das unidades de remodelação óssea, com consequente aumento do desequilíbrio da remodelação (ABUBAKER, 1996). Este desequilíbrio advém da agilidade da atividade dos osteoclastos, em prejuízo dos osteoblastos que deixam de preencher as lacunas provocadas (PATULLO, 2002).

Assim, na gonadectomia em jovens, ou na menopausa precoce, pode-se observar acelerada perda óssea com instalação mais rápida da osteoporose (CAO et al., 2001; SUSANA et al., 2006).

A influência da deficiência estrogênica na reparação óssea alveolar foi investigada por (KAWAMOTO et al., 2000), que observaram que as alterações ósseas alveolares induzidas por oclusão traumática são agravadas pelos baixos níveis de estrógeno de ratas ovariectomizadas.

Para avaliar as causas e o mecanismo da osteoporose, utiliza-se a densidade óssea, cujo valor atenuado é o sinal representativo de perda óssea, frequente em pacientes com deficiência estrogênica (GENANT, 1998; DOUGLAS, 1998; PATULLO 2002).

### **2.3 Tomografia Computadorizada**

A primeira vez que a tomografia computadorizada (TC) foi utilizada como método de diagnóstico, ocorreu na década de 70, para diagnóstico de um tumor, começou a ser utilizada na década de 80, em cães, demonstrando aspectos fisiológicos de abdômen, tórax, cabeça e pescoço. Posteriormente, foram publicados trabalhos sobre a anatomia dos cães. Esses primeiros estudos foram realizados com 46 cortes de 1,5mm de espessura, em planos transversais, sagitais e dorsais, que foram reconstruídos através de programa de computador, e desde então diversos artigos foram escritos descrevendo a anatomia dos pequenos animais domésticos (GADELHA et al., 2007).

As diversas técnicas de diagnóstico por imagem que geram cortes seccionais como a ultrassonografia (USG), a ressonância magnética e a tomografia computadorizada, por exemplo, são formas de tomografia (SUTER, 2000).

A TC tem uma grande vantagem, por proporcionar obtenção de imagens seccionais, em planos diferentes, sem sobreposições das estruturas, representando uma

maior diferenciação dos tecidos moles que não poderiam ser diferenciadas em estudos radiográficos, ela proporciona também imagens tridimensionais das estruturas e um aumento na resolução de contraste (LOUZADA et al., 2001). No entanto, o exame de TC não projeta em um só plano todas as estruturas alcançadas como no RX convencional, mas demonstra as relações das diversas estruturas anatómicas envolvidas, com profundidade e volume (GADELHA et al., 2007).

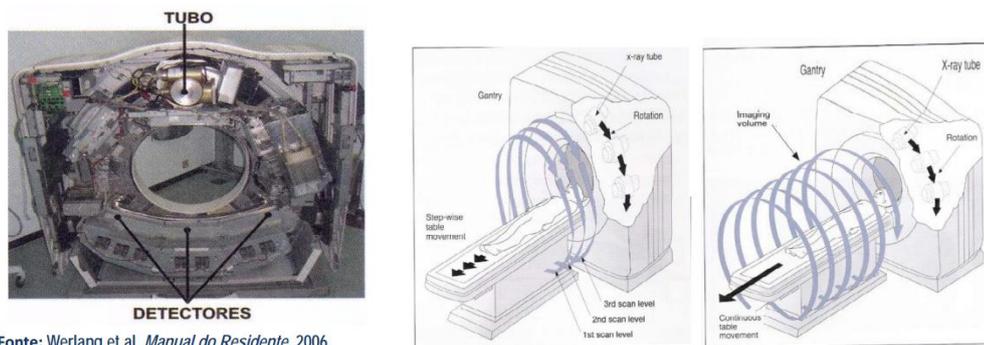
Arana, (2006), considera a TC o método de diagnóstico por imagem que apresenta, com maior precisão e qualidade a anatomia óssea. Atualmente é o melhor método disponível para avaliação das lesões em tecidos duros, podendo ser utilizada na identificação e delineamento de processos patológicos, como infecções, tumores malignos, avaliação de traumas, avaliação dos componentes ósseos da articulação, planejamento pré-cirúrgico para colocação de implantes e na avaliação pós-operatória (OLIVEIRA, 2002). É o exame indicado como meio de eleição para a investigação inicial de exames de metástases torácicas dos animais (GADELHA et al., 2007).

Na medicina, a TC é considerada a modalidade de imagem mais sensível para a detecção de imagens, todavia, para utilização em animais, ela só está disponível em grandes centros de pesquisa, tendo em vista os custos para aquisição e manutenção do equipamento.

Existem aspectos técnicos relacionados ao procedimento que devem ser observados para realizar o exame tomográfico como: miliamperagem, seleção de quilovoltagem, tempo de aquisição das imagens, contenção química do paciente (anestesia), escolha do decúbito para realização do exame tomográfico (dorsal, ventral, lateral), se necessário o uso de contraste, valores de abertura de janela, seleção da espessura dos cortes transversais; para obtenção de imagens com qualidade superior (WIDMER, 1998) (Figura 01).

Gadelha (2007) ainda afirma que na tomografia computadorizada durante a aquisição da imagem o tubo de raio-X gira 360° em torno da região do corpo do paciente a ser analisada e a imagem tomográfica ou seja “fatias” da região do corpo são obtidas, através das múltiplas projeções (Figura 2). No lado oposto ao feixe de raios-X emitidos (a ampola), há um detector de fótons que gira concomitantemente ao feixe de raios-X, são esses detectores que coletam as informações (ARANA et al., 2006).

Figura 01: Funcionamento de um equipamento de tomografia.



Fonte: Werlang et al. *Manual do Residente*, 2006

Igualmente, na radiografia digital as características das imagens vão depender exclusivamente dos fótons que são absorvidos pelo objeto em estudo, no caso os animais (ABECASSI, 1999). Dessa forma, os fótons emitidos dependem da espessura e tamanho do paciente e da capacidade deste de absorver os raios-X, dos feixes de radiação a que são expostos (GADELHA et al., 2007).

Mourão (2009) cita que todos os detectores de fótons da TC transformam os fótons emitidos em sinal digital quanto mais feixe de radiação chegar, maior é a (DDP) diferença de potencial, ou voltagem, nas fileiras de detectores, que fornecem as informações para computador para posteriormente, ser submetido à manipulação digital (o computador transforma os valores de voltagem, contínuos, em unidades digitais). Independente do fabricante e dos modelos, todos os equipamentos de TC apresentam: sistema de registro de imagens, console do operador, gerador de raios X, e um “gantry” (abertura do tomógrafo).

No entanto, hoje existe no mercado uma variedade de tomógrafos: convencionais ou simplesmente tomografia computadorizada helicoidal, tomografia computadorizada “multi-slice” e tomógrafos mais sofisticados, como “ultra-fast” e “cone-beam” (MOURÃO, 2009).

No sistema de tomografia helicoidal (espiral), ocorre uma aquisição de imagens volumétricas do corpo, através de rotações contínuas da ampola em movimento espiral (helicoidal), e os detectores em torno na mesa do aparelho, enquanto a mesa desliza pela abertura do tomógrafo (gantry), (ARANA et al., 2006).

A tomografia helicoidal nos permite reconstruir as imagens em qualquer plano contido na totalidade do volume necessário ao estudo, podendo realizar reconstruções multi-planares e principalmente reconstruções em 3D (HOFER, 2010).

As imagens do tomógrafo são formadas por uma escala de cinza, por um grande espectro de representações de tonalidades entre o preto, o branco e o cinza. A escala de cinza é responsável pelo brilho de imagem. Essa escala de cinza foi criada especialmente para a tomografia computadorizada e sua unidade, em homenagem ao cientista que desenvolveu a tomografia Hounsfield, foi chamada de unidade Hounsfield (HU). Nesta escala temos, por exemplo: ar -1000 (HU), osso de 300 a 350 HU, gordura de -120 a -80 HU, músculo de 50 a 55 HU e a água (0 HU) (HOFER, 2010).

Entre as vantagens da TC estão: realizar estudos seccionais do corpo, sem sobreposição, permitindo remontagem de imagens espaciais (3D), com melhor visualização entre as distintas densidade dos tecidos, captar diversas patologias, não observadas no raio-X, e medir com grande acurácia a densidade óssea (densitometria). Por isso, a TC vem sendo cada vez mais solicitado, por médicos veterinários (WERLANG et al., 2006).

Mas como desvantagem, a TC se utiliza de radiação, ionizante, maior que a tradicional (raio- X). Embora o risco seja baixo, é muito importante o controle da radiação. Nos casos dos animais, é preciso realizar com o animal anestesiado. Por ser uma tecnologia nova na área veterinária, a TC ainda tem um alto custo, mas que como toda a tecnologia, vai ficando mais acessível com o tempo (WERLANG et al., 2006).

## **2.4 Densitometria Óssea**

O tecido ósseo é formado basicamente de osso compacto e esponjoso, sendo que o esponjoso tem uma menor densidade ou massa óssea, em comparação ao osso compacto, por apresentar porosidade decorrente da maior quantidade de espaço inter-ósseo do que o compacto (BANKS, 1992).

O osso tem várias funções no organismo, dentre elas: sustentação, conformação do corpo, proteção para os órgãos; permite o desenvolvimento do corpo, armazenamento de íons de fósforo e cálcio e produção de células sanguíneas (DANGELO et al., 2000).

A regulação do metabolismo ósseo sofre influência, do estrógeno, tiroxina, vitamina D, calcitocina, vitaminas A e C, hormônio de crescimento, testosterona, paratormônio, dentre outros (FELDMAN et al., 1996).

A DMO estudo da densidade mineral óssea consiste em um importante parâmetro para detectar problemas ósseos. No exame de radiografia simples, a análise das alterações ficam subjetivas, sendo observadas apenas com alterações que ultrapassem os 30% de massa óssea (GARTON et al., 1994).

A determinação da DMO é um fator fundamental para a definição do quadro de desmineralização, servindo também para o estabelecimento de protocolo terapêutico e monitoramento dos pacientes acometidos, podendo dessa forma prevenir a ocorrência de fraturas patológicas (SCHARLA et al., 1999).

Assim, são necessários métodos cada vez mais confiáveis para o diagnóstico precoce e eficiente dos casos de osteoporose, osteopenia e fragilidade óssea (FRAZÃO et al., 2006).

Diferentes técnicas de densitometria são descritas na medicina veterinária e humana, visando proporcionar precisão dos dados e boas condições de trabalho (SCHARLA et al., 1999). Dentre eles a (DMO) densidade mineral óssea, a densitometria radiográfica, a tomografia computadorizada (TC) e a absorciometria de Raios-X de duas energias - DEXA (“Dual Energy X-Ray Absorptiometry”) (COSTA et al., 2010).

Os parâmetros comparativos avaliados pelos diversos métodos de imagem englobam a acurácia ou exatidão, a precisão ou reprodutibilidade, a sensibilidade e especificidade diagnóstica, a relação custo/benefício, a segurança relacionada à dose de radiação, a comodidade ou praticidade e por fim a rapidez do método empregado. Inúmeros relatos demonstram que a técnica de densitometria é útil na avaliação da densidade mineral óssea, pois apresenta alta precisão, tendo uma importância destacada (VULCANO, 1998; COSTA et al., 2010).

A DMO em relação à radiografia simples, além de detectar a osteopenia, possui a vantagem de melhorar a identificação e a quantificação das alterações regionais ou sistêmicas na densidade mineral óssea (ALLEN, 2003), porém, poucos centros veterinários utilizam este meio diagnóstico na prática clínica (ALLEN, 2003).

Enquanto a DEXA é o exame de análise mais utilizado para acompanhar os pacientes humanos com osteoporose e osteopenia, a TCQ (tomografia computadorizada quantitativa) é o exame mais sensível, ao contrário da DEXA, que pode permitir uma avaliação separada das regiões trabecular e cortical (ALLEN, 2003).

Uma das maiores questões para a aplicação da TCQ na medicina veterinária está atrelada à falta de valores de normalidade para animais domésticos e silvestres, impossibilitando fazer uma avaliação comparativa (LOUZADA et al., 1990).

Com base em estudos de humanos e poucos em animais, a veterinária tem o objetivo de padronizar as regiões pré-estabelecidas em humanos, que são: a coluna lombar. A mensuração da DMO da coluna lombar é mais indicada na faixa etária perimenopausa, o corpo total no esqueleto em desenvolvimento da faixa infanto-juvenil, a mensuração do fêmur proximal é mais indicado na faixa senil, e a mensuração do rádio distal na suspeita de hiperparatireoidismo (ALLEN, 2003).

A densidade óssea é considerada um parâmetro biofísico de grande valor experimental e clínico na avaliação do processo de mineralização óssea. Assim, várias técnicas não invasivas são estudadas visando avaliar o tecido ósseo em animais jovens, em um período de crescimento, e em animais adultos com protocolos de treinamento de baixa e alta intensidade (LOUZADA et al., 2001).

A DMO é uma análise computadorizada da quantidade de cálcio e outros minerais contidos no tecido ósseo, que esta se estabelecendo como o método mais atual, aprimorado, não invasivo e seguro para se medir a densidade mineral óssea e, comparada, com padrões para sexo, idade, sendo a capacidade de estimar a massa óssea local com grande eficiência (BOZZO, 2004).

Estudos têm sido feitos para avaliar a densidade do osso de processos fisiológicos e em situações que possam afetar a qualidade do osso ou em problemas relacionados à idade cronológica (LOUZADA, 2001) tendo como base as medidas humanas, em unidades HOUNSFIELD (HU).

O grau de atenuação HU fornecido pela TC é considerado importante em humanos para o diagnóstico e monitoramento de pacientes com enfermidades que alteram a densidade óssea (BOZZO, 2004). A densitometria óssea tem sido referida como útil no diagnóstico e orientação terapêutica com visitas ao tratamento de doenças osteometabólicas, e no estudo das reparações ósseas de fraturas (BOZZO, 2004).

No entanto, apesar das diversas técnicas para avaliação qualitativa e quantitativa do estado de mineralização óssea estarem avançando de forma acelerada, o alto custo e grau de complexidade impedem, até certo ponto, sua utilização de rotina (LOUZADA, 2001). É importante frisar o alto custo desta técnica mesmo nos serviços para humanos, principalmente a TC e DEXA, esta última é considerada, como o método “padrão ouro” (BOZZO, 2004; LOUZADA 2009).



Figura 02: Realização do exame de tomografia computadorizada quantitativa (TCQ), para verificar os valores da densitometria óssea em gatas.

**Objetivos:****Geral:**

O presente estudo teve como objetivo utilizar a tomografia computadorizada quantitativa, para obter informações quantitativas e qualitativas do processo de osteopenia em gatas.

**Específicos:**

- 1- Estabelecer valores médios de radiodensidade do osso trabecular do segundo corpo vertebral lombar, em gatas jovens e adultas não castradas.
- 2- Avaliar as características da radiodensidade óssea das fêmeas da espécie felinas jovens adultas castradas e não castradas. Comparando o grau de normalidade das gatas adultas jovens, com as patologias correlacionadas.
- 3- Avaliar a aplicação da tomografia computadorizada para o diagnóstico da osteoporose em gatas.

## Referências:

ABECASSI F. Tomografia Computadorizada, In Pisco JM, Souza LA Noções Fundamentais de imaginologia Lisboa Lidel, 1999.

ABUBAKER, A. O., Effects of sex hormones on protein and collagen content of the temporomandibular joint disc of the rat. *J Oral Maxillofac Surg*, v.54, p.721, 1996.

ALLEN, M. J. Biochemical markers of bone metabolism in animals: uses and limitations. *Vet Clin Pathol*, v.32, n.3, p.101-113, 2010.

ARANA, F. M. E.; BUITRAGO, V.P.; BENET, I.F.; TOBARRA, P. E. Tomografia computadorizada: inducción a lasaplicacionesdentales. *Ilustre Consejo General de Colegios de Odontología i Estomatólogos de España*, v. 11, n. 3, p. 311-322, 2006.

BANKS, W. J. Sistema reprodutor feminino In: *Histologia veterinária aplicada*. 2º ed., São Paulo: Ed. Manole, p. 565-588, 1992.

BOZZO, R. O. Linear density analysis of bone repair in rats using digital direct radiograph. *J Appl Oral Sci.*, v. 12, n. 4, p. 317-321, oct./dec. 2004.

CAO T, SHIROTA T, YAMAZAKI M. OHNO K, MICHI KI. Bone mineral density in mandibles of ovariectomized rabbits. *Clin Oral Implants Res*, v. 12, n. 6, p. 604-608, 2001.

CARUSO-NICOLETTI, M., CASSAROLA, F, SKERDA, M. et al. Short term, low dose estradiol accelerates ulnar growth in boys. *J Clin Endocrinol Metab*, v. 61, p. 896-898, 1985.

COSTA-PAIVA, L., HOROVITZ, A. P.; SANTOS, A.O.; FONSECHICARVASAN, G. A.; PINTO-NETO, A.M. Prevalence of osteoporosis in postmenopausal women and association with clinical and reproductive factors. *RBGO*, São Paulo, v. 25, n. 7, p. 507-512, 2003.

COSTA, L. A. V. S., LOPES. B.F.; LANIS, A.B. COSTA F.S. et al Bone demineralization in the lumbar spine of dogs submitted to prednisone therapy. *J Vet Pharmacol Ther*, v. 33, p. 583-586, 2010.

DANGELO, J. G.; FATTINI, C. A. *Anatomia básica dos sistemas orgânicos*. São Paulo: Atheneu, p. 12-30, 2000.

DOUGLAS, C. R. *Patofisiologia oral*. São Paulo: Pancast, P.233-237, 1998.

DUARTE, P. M., Effect of an estrogen-deficient state and its therapy on bone loss resulting from an experimental periodontitis in rats. *J Periodontal Res*, v. 39, n.2, p.107-110, 2004.

EVANS, J. M.; SUTTON, D. J. The use of hormones, especially progestagens, to control oestrus in bitches. *J Reprod Fertil*, v. 39, p. 163-173, 1989.

FELDMAN, E. C.; NELSON, R. W. Canine and feline endocrinology and reproduction. Philadelphia: Saunders, p. 785, 1996.

FRAZÃO, P.; NAVEIRA, M. Prevalência da osteoporose: uma revisão crítica. Rev Bras Epidemiol, v. 6, n. 2, p.206-214, 2006.

FRIEDLANDER, A. H. The physiology, medical management and oral implications of menopause. J Am Dent Assoc, v. 133, n. 1, p. 73-81, 2002.

GADELHA, F. P.; ROSA, D.A.; GABRIB, D.G.; COTRIM-FERREIRA, F. A. Aplicabilidade da tomografia computadorizada na ortodontia. Ortodontia, V. 40, P. 143-148, 2007.

GARTON, M. J.;ROBERTSON, E, M.;GILBERT, F. J.; et al Can radiologists detect osteopenia on plain radiographs. ClinRadiol, v. 49, n.2, p. 118-122, 1994.

GENANT, H. K., Bone densitometry and osteoporosis. Germany: Springer, 1998.

HENDRIX, S. L. Bilateral oophorectomy and premature menopause. Am J Med, v. 118, p. 131-135, 2005.

HOFER M. Tomografia Computadorizada-Manual Prático de Ensino 6 edição, Rio de Janeiro: Revinter, 2010.

HOUPT, K. A.; COREN, B.; HINTZ H.F.; et al. Effects of sex and reproductive status on sucrose preference, food intake and body weight of dogs. J Am Vet Med Assoc., v. 174, p. 1083-1085, 1979.

HOWE, L. M.. Long-term outcome of gonadectomy performed at an early age or traditional age in cats. J Am Vet Med Assoc, v. 217, n.11, p. 1661-1665, 2000.

JEONG, K. S., LEE J, JEONG W. NOH DH, DO SH, KIM YK. Measurement of estrogen effect on bone turnover by <sup>2</sup>H<sub>2</sub>O labeling. ClinRadiolCalcif Tissue Int, v. 76, n. 5, p. 365-370, 2005.

JOHNSON, C. A. Distúrbios do cicloestral. In: NELSON, R. W.;COUTO, C. G. Medicina interna de pequenos animais 3ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 811-832, 2006.

KAWAMOTO, S.; NAGAOKA, E. The effect of oestrogen deficiency on the alveolar bone resorption caused by traumatic occlusion. J Oral Rehabil, v. 27, n. 7, p. 587-594, 2000.

KRAHE, C.; FRIEDMAN, R.; GROSS, J.L. Risk factors for decreased bone density in premenopausal women. Braz J Med Biol Res, v. 30, n. 9, p. 1061-1066, 2003.

LIMA, A. F. M.; PARDINI, L.; LUNA, S. P. L. Avaliação de sobrevida, alterações genituninárias, comportamentais e de peso corpóreo no pós-operatório tardio em cadelas

e gatas submetidas à ovariosalpingohisterectomia sob diferentes métodos de ligadura do pedículo ovariano,. ARS VETERINARIA, Jaboticabal, São Paulo, v.26, n.2, p. 60-65, 2010.

LOUZADA, M. J. Q., Densitometria óptica radiográfica em análise de densidade óssea de mandíbulas de coelhos castrados. Rev Fac Odontol Lins, v. 13, n. 1, p. 33- 38, 2001.

LOUZADA, M. J. Q.; NOGUEIRA, G.P.; GARCIA I. R.; CARVALHO, C. A.; PAULA, G.A. Densitometria óptica radiográfica em análise de densidade óssea de mandíbulas de coelhos castrados. UNIMEO Universidade Metodista de Piracicaba, V. 13, N.1, 2001.

LOUZADA, M. J. Q. Densitometria Radiografica. Tese de livre Docência, FOA, UNESP, Araçatuba. 69 p., 2009.

MACKAY, C. A. Veterinary practioner.a role in pet overpopulation.J Am Vet Med Assoc, v. 202, p. 918-921, 1993.

MCDONALD, L. E.; PINEDA, M. H. et al. Veterinary Endocrinology and Reproduction. Philadelphia: Lea&Febinger p. 571, 1997.

MOURÃO, AP.P. Tomografia computadorizada: tecnologias e aplicações. Difusão editor, 2007: São Paulo. Computed tomography: principles, desing, artifacts and recent adavances. Jiang Hsich. 2 edição. Wiley Inter-science, Washungton, 2009.

NAGAKURA, A. R.; CLARK, T. L. et al. Positive effects of prepuberal neutering in dogs and Cats. Iowa State J Res, v. 54, n. 1, p. 34-36, 1991.

NIELSON, J. C.; ECKSTEIN, R. A.; HART, B. L. Effects of castration on problem behaviors in male dogs with reference to age and duration of behavior. *J Am Vet Med Assoc*, v. 211, p. 180 182, 1999.

OLIVEIRA, K. S. Síndrome do ovário remanescente. Acta Sci Vet, v. 35, n. 2, p. 273-274, 2007.

PATULLO, I. M. F. Estudo da Densitometria Óssea Mandibular. Jornal Brasileiro de Oclusão, ATM e Dor Orofacial, v. 2, n. 8, p. 300-305, 2002.

PRIOR, J. C.,. Spinal bone loss and ovulatory disturbances. N Engl J Med, v. 323, p. 1222-1227, 1990.

REICHLER, I. M. Gonadectomy in Cats and Dogs: A Reveiw of Risks and Benefits. Reprod Dom Anim, v. 44, n. 2, p. 29-35, 2009.

RICHART, R.M.; LINDSAY, R. Osteoporosis and its relationship to estrogen.Contemporary Ob/Gyn, v. 24, p. 201-224, 1984.

ROMAGNOLI, S. Surgical gonadectomy in the bitch e queen: should it be done at what age? In: SOUTHEN EUROPEN VETERINARY CONFERENCE, 2008, Barcelona. Anais. Barcelona, 2008.

SALMERI, K. R.; BLOOMBERG, M. S., SCRUGGS, L., et al. Gonadectomy in immature dogs: effects on skeletal, physical, and development. *J Am Vet Med Assoc*, v.198, n. 7, p. 1193-1203, 1991.

SCHARLA, S. H.; WOLF, S.; DULL, R et al. Prevalence of low bone mass and endocrine disorders in hip fracture patients in Southern Germany. *Exp Clin Endocr Diab*, v. 107, p. 547-554, 1999.

SUSANA, U. A. A influência da deficiência estrogênica no processo de remodelação e reparação óssea. *Bras Patol Med Lab*, v. 42, n. 1, p. 5-12, 2006.

SWOBODA, J. R., KIYAK HA, et al. Correlates of Periodontal Decline and Biologic Markers in Older Adults. *J Periodontol*, v. 79, n. 10, p. 1920-1926, 2008.

STUBBS, W. P., BLOOMBER, M.S.; SCRUGGS, S.L.; et al. Effects of prepubertal gonadectomy on physical and behavioral development in cats. *J Am Vet Med Assoc*, v. 209, n.11, p. 1864-1871, 1996.

SUTER, P. F. Radiographic recognition of primary and metastatic pulmonary neoplasms of dogs and cats. *J Am Vet Radiol Soc*, v. 15, n. 3, p. 3-25, 2000.

SZEJNFELD, V. L. Alterações ósseas: fisiopatologia, diagnóstico e tratamento. In: FERNANDES, C. E. Menopausa: diagnóstico e tratamento. São Paulo: Seguintop. 49, 2003.

VULCANO, L. C. Determination of the normal values of density of the radius in Rottweilers, using radiographic optical densitometry (experimental study). In: CONGRESSO MUNDIAL DE MEDICINA VETERINÁRIA DE PEQUENOS ANIMAIS, 23, 1998. Buenos Aires, Argentina. Anais... Buenos Aires.. p. 767, 1998.

WEITZMANN, M. N.; PACIFICI, R. Estrogen deficiency and bone loss: an inflammatory tale. *J Clin Invest*, v. 116, n. 5, p. 186-194, 2006.

WERLANG HZ, BERGOLI, MADALO BH, Manual do residente, Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2006.

WIDMER, W. R. Alternate imaging for the diagnosis of cancer, In: MORRISON, W. B. cancer in dogs and cats: medical and surgical management. Baltimore: Williams e Wilkins, cap 16, p. 187-231, 1998.

YAMASHIRO, T.; TAKANO-YAMAMOTO, T. Influences of ovariectomy on experimental tooth movement in the rat. *J Dent Res*, v. 80, n. 9, p. 1858-1861, 2001.

Artigo de acordo com as normas de formatação, para ser enviado para revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.

**Efeitos da idade e níveis séricos de estrógeno na radiodensidade óssea trabecular pela  
técnica de tomografia computadorizada quantitativa de gatas**

**Effects of age and estrogen levels and bone radiodensity by  
Quantitative computed tomography in female cats**

Nicholas Novack<sup>1</sup>; Ieverton Cleiton Correia da Silva<sup>2</sup>; Thaíza Helena Tavares Fernandes<sup>2</sup>;  
Fabiano Séllos Costa<sup>3</sup>; Marleyne José Afonso Accioly Lins Amorim<sup>4</sup>

- 1- Discente do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- 2- Discente do Programa de Pós-graduação em Ciência Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- 3- Professor Adjunto do Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- 4- Professora Associada do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

**Resumo:**

A osteoporose é caracterizada pela diminuição da massa óssea e deterioração da microarquitetura do osso, promovendo maior fragilidade e predisposição às fraturas patológicas. Com o objetivo de avaliar se os fatores relacionados à idade e níveis séricos de estrógenos circulantes influenciam na radiodensidade óssea, gatas foram submetidas à exames de tomografia computadorizada quantitativa (TCQ). Realizou-se análise comparativa de 3 grupos de gatas hígdas, G1 gatas adultas-jovens não castradas (n = 6), G2 acima de 6 anos castradas (n = 8) e G3 gatas acima de 6 anos não castradas (n = 8). Análise da radiodensidade do osso trabecular do corpo vertebral da segunda vértebra lombar pela técnica de TCQ demonstrou valores significativamente menores nos grupos de gatas acima de 6 anos de idade, sendo que nas gatas castradas a diminuição da radiodensidade ocorreu em maior intensidade. Não foi observada a diferença entre as concentrações de Ca, P, Paratormônio e T4 livre entre os grupos. Foi possível concluir que os fatores idade e níveis séricos de estrógeno exercem influência sobre a radiodensidade do osso trabecular em gatas, entretanto novos estudos podem ser realizados visando melhor esclarecer os aspectos fisiopatológicos deste achado assim como a sua relevância clínica.

**Palavras-chave:** osteoporose, ovariectomia, densitometria óssea, TCQ, felino

**Abstract:**

Osteoporosis is characterized by low bone mass and deterioration of bone microarchitecture, promoting greater fragility and predisposition to pathological fractures. In the order to assess that factors related to age and serum levels of circulating estrogens may influence the cats bone radiodensity submitted to quantitative CT scans. We carried out comparative analysis of three otherwise healthy cats groups, G1 being them a young adult cats not spayed group (n = 6), G2 over 6 years spayed (n = 8) and G3 over 6 years not spayed (n = 8). Radiodensity analysis of the trabecular bone in the vertebral body of the second lumbar vertebra by quantitative computed tomography technique showed significantly lower values in groups of cats over 6 years of age, and in castrated cats radiodensity it was decreased at a higher intensity. There was no difference between the concentrations of Ca, P, Parathyroid hormone and free T4, between groups. It was concluded that the factors age and serum estrogen levels have an influence on the radiodensity of the trabecular bone in cats, however further studies can be conducted to clarify the pathophysiological aspects of this finding as well as its clinical significance.

**Keywords:** osteoporosis, ovariectomy, bone densitometry, TCQ, feline

**Introdução:**

A osteoporose é caracterizada por uma diminuição da massa óssea e deterioração da microarquitetura do osso, promovendo maior fragilidade e predisposição à fraturas patológicas (Deroo *et al.*, 2006). Alterações do metabolismo mineral ósseo são condições frequentemente identificadas em pacientes humanos, desencadeando osteopenia e osteoporose e tratando-se de um relevante problema de saúde pública mundial na atualidade (Demir *et al.*, 2008). Fraturas patológicas decorrentes de osteoporose em pacientes humanos são geralmente acompanhadas de dor, deformidades ósseas e perda da independência de movimentos (Gallagher, 2001). Apesar da importância na medicina humana, existem poucos estudos direcionados para animais de companhia e animais silvestres, sendo que vários aspectos do diagnóstico e fisiopatologia desta condição permanecem obscuros (Kimmel, 2001).

Alguns fatores são claramente relacionados à ocorrência de osteoporose em pacientes humanos e aumentam significativamente a probabilidade de fraturas patológicas (Riggs *et al.*, 1998). A maior incidência de complicações da osteoporose ocorre em mulheres após a menopausa e com idade superior à 65 anos (Kanis *et al.*, 2004), sendo a idade e diminuição dos níveis de estrogênio circulante fatores altamente correlacionados com a gravidade das alterações (Lill *et al.*, 2002). Alguns estudos experimentais realizados em animais, visando a sua utilização como modelo experimental, demonstraram que o hipoestrogenismo é capaz de promover alterações do metabolismo mineral ósseo, sendo este fato caracterizado em cadelas (Nakamura *et al.*, 1992) e primatas não humanos (*Macaca fasciculatis*) (Gadeleta *et al.*, 2000).

A realização da ovariectomia em animais de companhia se tornou um procedimento rotineiro, principalmente em cidades densamente povoadas. Diversos fatores motivam a realização da castração em cadelas e gatas, visando evitar a superpopulação dessas espécies e disseminação de zoonoses (Mackay, 1993). Adicionalmente, a castração precoce atua preventivamente contra a ocorrência de tumores mamários e enfermidades do trato reprodutor (Mackay, 1993). Apesar de a ovariectomia ser um procedimento frequente em gatas domésticas, não foram identificados estudos na literatura consultada que avaliem seus efeitos sobre o tecido ósseo a longo prazo.

Diversas técnicas podem ser utilizadas para determinação da densidade mineral óssea em animais de companhia, visando estabelecer um diagnóstico precoce de osteoporose (Oliveira, 2012). Os principais métodos diagnósticos descritos para uso na rotina clínica e em pesquisas são a densitometria óptica radiográfica (Vulcano, 1998), ultrassonografia quantitativa (Costa *et al.*, 2010), tomografia computadorizada quantitativa (TCQ) e a absorciometria por dupla emissão de raios – X (DEXA). Dentre esses métodos, a TCQ se destaca por fornecer avaliações de forma altamente precisa, não-invasiva e que permite a avaliação isolada do osso trabecular e cortical (Schneider *et al.*, 2004; Oliveira, 2012). O presente estudo tem o objetivo avaliar a influência da idade e dos níveis séricos de estrógenos circulantes na radiodensidade óssea de gatas submetidas à exames de TCQ.

#### **Materiais e métodos:**

O presente estudo teve sua realização autorizada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob protocolo de número 035/2014. Foram utilizadas um total de 22 gatas domésticas, adultas, sem distinção de raça e com peso corporal médio de  $3,6 \pm 0,5$  kg (2,1 – 4,3 kg), provenientes da rotina de atendimento clínico da Universidade Federal Rural de Pernambuco e de clínicas particulares da cidade de Recife, Pernambuco, Brasil. As gatas foram distribuídas em 3 grupos experimentais, sendo estes: 1- gatas híginas com idade entre 1 e 2 anos ( $n = 6$  idade média de 1,6 anos); 2- gatas híginas não-castradas acima de 6 anos ( $n = 8$ ; idade média de 6,5 anos ); 3- gatas híginas castradas acima de 6 anos de idade ( $n = 8$ ; idade média de 6,8 anos). Os animais pertencentes em cada grupo viviam sobre as mesmas condições ambientais e alimentar, visto que possuíam o mesmo tutor. Para a seleção do grupo amostral realizou-se acurada avaliação clínica associada à exames laboratoriais (hemograma e dosagem dos níveis séricos de ALT, AST, FA, ureia, creatinina, proteína total, albumina, cortisol, T4 livre, PTH, cálcio, fósforo), sendo as amostras de sangue obtidas por venopunção jugular. Foram selecionados apenas os animais que apresentaram dentro dos parâmetros clínicos e laboratoriais normais.

Foram realizados exames de TCQ do segmento lombar da coluna vertebral de cada animal, com o objetivo de estabelecer valores de radiodensidade do osso trabecular. Para a realização do exame de tomografia, os animais foram submetidos

previamente à jejum hídrico de 4 horas e alimentar de 12 horas. No momento do exame, foram administrados, por via intramuscular cloridrato xilazina na dose de  $1 \text{ mgkg}^{-1}$ , sulfato de atropina na dose de  $0,044 \text{ mgkg}^{-1}$  e cloridrato de cetamina com dose variando entre 10 a  $15 \text{ mgkg}^{-1}$  de peso. Após contenção química, cada gata foi posicionada em decúbito esternal na mesa de exame, sendo realizados os exames tomográficos com aparelho helicoidal (GE High Speed FXi) e técnica de exame de 120 Kvp e auto mA, na velocidade de uma rotação por segundo no sentido craniocaudal. A aquisição das imagens foi realizada em cortes transversais de 2,0 mm de espessura, pitch de 1, com filtro para partes ósseas. Antecedendo cada exame, o aparelho foi calibrado com phantom específico para análises densitométricas.

Posteriormente, a estimativa da radiodensidade do osso trabecular foi realizada a partir da análise densitométrica de 3 regiões de interesse (ROI – *regions of intersting*) do corpo da segunda vértebra lombar (Figura 1). As dimensões de cada ROI foram similares em todas as análises, sendo observada em média uma área com no mínimo 500 pixels em seu interior. A análise quantitativa da radiodensidade das ROI foi obtida em unidades Hounsfield (HU), calculando os valores médios das 3 análises em cada gata.

A análise estatística foi realizada para comparação dos valores de radiodensidade óssea e exames laboratoriais entre os grupos avaliados. Foram obtidos valores de média, desvio padrão e mediana de cada grupo nas diferentes variáveis analisadas. Para comparação entre os grupos utilizou-se o teste Kruskal-Wallis e no caso de diferença significativa foram utilizadas as comparações múltiplas do referido teste. A margem de erro dos testes estatísticos foi de 5%. Os cálculos estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) na versão 2.1.

## Resultados e Discussão:

A análise estimada da densidade mineral óssea pela técnica de tomografia computadorizada helicoidal permitiu a determinação da radiodensidade do osso trabecular das gatas utilizadas nesta pesquisa. A TCQ é considerada como sendo uma técnica de alta sensibilidade (Brailon, 2002), aplicabilidade e precisão no diagnóstico de perda de massa óssea em pacientes humanos, bem como para a identificação de fraturas patológicas dos corpos vertebrais decorrentes de osteoporose (Grampp *et al.*, 1996). Estudos experimentais em animais para análise densitométrica com o uso da TCQ também foram realizados com sucesso para análise da densidade mineral óssea da vértebra lombar de cães (Gluer *et al.*, 1995), gatos, (Ching *et al.*, 1990) ovelha e minipigs (Turner, 2001) e também das vértebras dorsais de tartarugas marinhas (Oliveira *et al.*, 2012).

Como previamente citado (Costa *et al.*, 2010), foi possível em nosso trabalho realizar a seleção de ROIs, permitindo a análise e quantificação isolada da radiodensidade do osso trabecular do corpo vertebral da segunda vértebra lombar de todas as gatas dos grupos experimentais avaliados. Este fato é de grande relevância, uma vez que a TCQ, quando comparada com a DEXA, apresenta a vantagem de permitir a quantificação separada dos compartimentos de osso cortical e trabecular, enquanto que a DEXA permite apenas a análise da densidade mineral do osso de forma integral (Bozzo *et al.*, 2004). Esse aspecto é particularmente importante, uma vez que o osso trabecular é mais propenso à desenvolver osteopenia e osteoporose por ser metabolicamente mais ativo quando comparado com o osso cortical (Dannuci *et al.*, 1987). Regiões dos ossos que possuem maior quantidade de osso trabecular apresentam maior incidência de fraturas patológicas em casos de osteoporose de origem primária ou secundária (Egermann *et al.*, 2004). Apesar da maior precisão, uma das limitações para o uso da TCQ para avaliação densitométrica é a maior exposição dos pacientes à radiação X para realização das análises quando comparada com a DEXA (Allen, 2003).

Comparando-se os grupos experimentais deste estudo, comprovou-se que a idade mais avançada e os baixos níveis séricos de estrógeno foram fatores que promoveram diminuição da radiodensidade do osso trabecular de gatas, fato até então não descrito na literatura consultada para a espécie. O grupo de gatas acima de 6 anos e castradas apresentou valores numericamente inferiores de radiodensidade do osso

trabecular comparado as gatas não castradas com idade acima de 6 anos, sugerindo maior grau de desmineralização, entretanto não verificou-se significância estatística da variação de radiodensidade entre os dois grupos (Tabela 1). Apesar da carência de informações referentes à fisiopatologia da osteoporose em animais domésticos, é comprovada a influência da idade e dos níveis séricos de estrógeno para a instalação de osteoporose em diferentes espécies de animais domésticos (Hart, 2001; Turner, 2001) e silvestres (Gadeleta *et al.*, 2000), assim como na espécie humana (Gallagher, 2001). Os mecanismos de desenvolvimento de osteoporose em indivíduos com hipoestrogenismo ainda não estão totalmente esclarecidos, entretanto, foi observada uma associação com uma acelerada apoptose de osteoblastos (Bradford *et al.*, 2010), os quais não são capazes de repor a massa óssea perdida e que a taxa de reabsorção de osso trabecular e cortical excede a taxa de formação óssea em mulheres com deficiência de estrógeno (Kameda *et al.*, 1997). Em seres humanos, a terapia hormonal por reposição exógena de estrógeno tem sido eficaz, promovendo regressão total ou parcial da osteoporose, aumento da resistência óssea e atuando preventivamente contra a ocorrência de fraturas patológicas (Gallagher, 2001; Siris *et al.*, 2001; Bradford, *et al.*, 2010).

Vários estudos foram realizados em animais na tentativa de estabelecer um modelo experimental para melhor esclarecer os aspectos fisiopatológicos da osteoporose em humanos e para realização de testes terapêuticos visando o seu tratamento (Turner, 2001). Os modelos animais para experimentação científica foram considerados viáveis e de crucial importância, uma vez que testes clínicos em humanos apresentam alto custo e demandam de longo tempo de avaliação, enquanto que estudos controlados em animais fornecem maior uniformidade nas análises (Turner, 2001). Entretanto, atualmente há restrições à realização de protocolos que não sigam os princípios éticos de experimentação animal. Estudos prévios em cadelas demonstraram alterações bioquímicas séricas e a ocorrência de remodelamento ósseo após histerectomia, apresentando similaridades com os achados observados em mulheres após a menopausa (Snow *et al.*, 1984; Dannucci *et al.*, 1987), entretanto outros estudos consideram a perda de massa óssea insignificante em cadelas. Alterações do metabolismo mineral ósseo também foram promovidas com sucesso em modelos experimentais com primatas não humanos (Gadeleta *et al.*, 2000), ovelhas (Turner, 2001) e ratos (Wronski *et al.*, 1986), comprovando-se a influência do estrógeno na prevenção de osteoporose nessas espécies. Em felinos domésticos, é citado sucesso na indução à osteoporose em gatos provocado

pela imobilização de membros durante a fase de crescimento ou pela alimentação com dietas com baixos níveis de cálcio ou com altos níveis de fósforo. Entretanto, os sinais clínicos de osteoporose são considerados raros em gatas após realização de histerectomia e este fato inibiu a utilização desta espécie como modelo experimental para estudo da osteoporose em humanos (Turner, 2001; Ching *et al.*, 1990).

Todos os animais utilizados neste estudo apresentavam-se hígidos após acurada avaliação clínica e laboratorial (hemograma, urinálise e testes bioquímicos séricos). Todos apresentavam-se normocalcêmicos ao momento do exame clínico. Análises bioquímicas não demonstraram alterações significativas dos níveis séricos de T4 livre. Quadros de osteoporose secundária também podem ser desencadeados na ocorrência de alterações dos níveis séricos dos hormônios tireoidianos, uma vez que o aumento do metabolismo decorrente do hipertireoidismo promove um aumento tanto da atividade osteoblástica quanto da atividade osteoclástica do tecido ósseo, entretanto a reabsorção óssea ocorre de forma mais intensa (Hoshino *et al.*, 1995). O grupo de gatas castradas e acima de 6 anos de idade apresentou elevados níveis séricos de cortisol quando comparado com os outros grupos, entretanto os demais exames clínicos e laboratoriais excluíram a existência de hiperadrenocorticismo nessas gatas, sendo atribuído a variação sérica dos níveis de cortisol ao maior estresse da coleta em dois animais deste grupo.

Apesar da caracterização de diminuição da radiodensidade do osso trabecular, não verificou-se a ocorrência de fraturas patológicas em nenhum animal dos grupos avaliados. Fraturas espontâneas no esqueleto axial e apendicular de cadelas e gatas em decorrência de hipoestrogenismo não apresentam a frequência e a relevância que se observa na espécie humana (Gallagher *et al.*, 2001; Turner, 2001), entretanto vários aspectos ainda permanecem obscuros na literatura e a real influência dos níveis séricos de estrógeno sobre o metabolismo mineral ósseo não está totalmente esclarecido. Em cadelas, supõem-se que o menor número de ovulações durante o ano, quando comparada com primatas humanos e não humanos, faça com que os baixos níveis de estrógeno predominem durante a maior parte do ano e que aparentemente este hormônio cause menor influência sobre o metabolismo ósseo nesta espécie, fazendo que osso tenha maior resistência nos casos de hipoestrogenismo fisiológico ou iatrogênico (Mackay 1993). Entretanto foi constatado que, em cadelas da raça Beagle após 12

meses da remoção dos ovários, ocorreu uma diminuição das propriedades mecânicas dos corpos vertebrais após testes de compressão (Snow *et al.*, 1984).

**Conclusões:**

O estudo demonstrou que os fatores idade e diminuição dos níveis séricos de estrógeno estiveram associados a menores valores de radiodensidade óssea em análises tomográficas quantitativas do osso trabecular da segunda vértebra lombar de gatas, entretanto sem alterações significativas nos valores dos níveis séricos de fósforo, cálcio, PTH, T4 livre e cortisol. Apesar das manifestações clínicas e laboratoriais da alteração no metabolismo mineral ósseo não tenham sido evidenciadas, comprovou-se a existência de alterações estruturais do osso trabecular nos grupos experimentais de gatas castradas em diferentes faixas etárias, sendo necessários novos estudos para melhor esclarecimento dos aspectos fisiopatológicos destas alterações em gatas castradas.

**Referências:**

- ALLEN, M. J. Biochemical markers of bone metabolism in animals: uses and limitations. *Vet. Clin. Pathol.*, v.32, n.3, p.101-113, 2003.
- BOZZO, R. O.; ROCHA R. G.; HAITER, N.F.; PAGANINI, G.A.; CAVALCANTI, M.G. Linear density analysis of bone repair in rats using digital direct radiograph. *J. Appl. Oral. Sci.*, v.12, n.4, p.317-321, 2004.
- BRADFORD, P. G.; GERACE, K. V.; ROLAND, R. L.; CHRZAN, B. G. Estrogen regulation of apoptosis in osteoblasts. *Physiol. Behav.*, v.99, p.181-185, 2010.
- 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, p.259-266, 2002.
- CHING, S. V.; NORRDIN, R. W.; FETTMAN, M. J.; LECOUTEUR, R. A. Trabecular bone remodeling and bone mineral density in the adult cat during chronic dietary acidification with ammonium chloride. *J. Bone Miner. Res.*, v.5, p.547-556, 1990.
- COSTA, L. A.; LOPES, B. F.; LANIS, A. B; DE OLIVEIRA, D. C.; GIANNOTTI, J. G.; COSTA. F. S. Bone demineralization in the lumbar spine of dogs submitted to prednisone therapy. *J. Vet. Pharmacol. Ther.*, v.33, p.583-586, 2010.
- DANNUCCI, G. A.; MARTIN, R. B.; PATTERSON-BUCKENDAHL, P. Ovariectomy and trabecular bone remodeling in the dog. *Calcif. Tissue Int.*, v.40, p.194-199, 1987.
- DEMIR, B.; HABERAL, A.; GEYKI, P.; BASKAN, B.; OZTURKOGLU, E.; KARACAY, O.; DEVECI, S. Identification of the risk factors for osteoporosis among postmenopausal women. *Maturitas*, v.60, p.253-256, 2008.
- DEROO, B. J.; KORACH, K. S. Estrogen receptors and human disease. *J. Clin. Invest.*, v.116, p.561-570, 2006.
- EGERMANN, M.; GOLDHAHN, J.; SCHNEIDER, E. Animal models for fracture treatment in osteoporosis. *Osteoporos Int.*, v.16, p.129-138, 2005.

GADELETA, S. J.; BOSKEY, A. L.; PASCHALIS, E.; CARLSON, C.; MENSCHIK, F.; BALDINI, T.; PETERSON, M.; RIMNAC, C. M. A physical, chemical, and mechanical study of lumbar vertebrae from normal, ovariectomized, and nandrolonedecanoate-treated cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Bone*, v.27, p.541-550, 2000.

GALLAGHER, J. C.. Role of estrogens in the management of postmenopausal bone loss. *Rheum. Dis. Clin. North Am.*, v.27, p.143-162, 2001.

GLÜER, C.; ENGELKE, K.; LANG, T. F.; GRAMPP, S.; GENANT, H. K. Quantitative computed tomography (QCT) of the lumbar spine and appendicular skeleton. *Eur. J. Radiol.*, v.20, p.173-178, 1995.

GRAMPP, S.; JERGAS, M.; LANG, P.; STEINER, E.; FUERST, T.; GLUER, C. C.; MATHUR, A.; GENANT, H. K. Quantitative CT assessment of the lumbar spine and radius in patients with osteoporosis. *Am. J. Roentgenol.*, v.167, p.133-140, 1996.

HART, B. L. Effect of gonadectomy on subsequent development of age-related cognitive impairment in dogs. *Am. Vet. Med. Assoc.*, v.219, p.51-56, 2001.

HOSHINO, S.; INOUE, S.; HOSOI, T.; SAITO, T.; IKEGAMI, A.; KANEKI, M.; OUCHI, Y.; ORIMO, H. Demonstration of isoforms of the estrogen receptor in the bone tissues and in osteoblastic cells. *Calcif. Tissue Int.*, v.57, p.466-468, 1995.

KANIS, J. A.; JOHANSSON, H.; ODEN, A.; JOHNELL, O.; JAHANSSON, H.; DE LAET, C.; BROWN, J. BURCKHARDT, P.; COOPER, C.; CHRISTIANSEN, C.; CUMMINGS, S.; EISMAN, J. A.; FUJIWARA, S.; GLUER, C.; GOLTZMAN, D.; HANS, D.; KRIEG, M. A.; LA CROIX, A.; MCCLOSKEY, E.; MELLSTROM, D.; MELTON, L.J.; POLS, H.; REEVE, J.; SANDERS, K.; SCHOTT, A. M.; SILMAN, A.; TORGERSON, D.; VAN STAA, T.; WATTS, N. B.; YOSHIMURA, N. The use of clinical risk factors enhances the performance of BMD in the prediction of hip and osteoporotic fractures in men and women. *Osteoporos. Int.*, v.18, p.1033-1046, 2007.

KAMEDA, T.; MANO, H.; YUASA, T.; MORI, Y.; MIYAZAWA, K.; SHIOKAWA, M.; NAKAMARU, Y.; HIROI, E.; HIURA, K.; KAMEDA, A.; YANG, N. N.; HAKEDA, Y.; KUMEGAWA, M. Estrogen inhibits bone resorption by directly

inducing apoptosis of the bone-resorbing osteoclasts. *J. Exp. Med.*, v.186, p.489–495, 1997.

KIMMEL, D. B. Animal models for in vivo experimentation in osteoporosis research. In: MARCUS, R.; DAVID, F.; KELSEY, J. (2nd Ed). *Osteoporosis*. San Diego: ACADEMIC PRESS, p.29-47, 2001.

LILL, C. A.; GERLACH, U. V.; ECKHARDT, C.; GOLDHAHN, J.; SCHNEIDER, E. Bone changes due to glucocorticoid application in an ovariectomized animal model for fracture treatment in osteoporosis. *Osteoporos. Int.*, v.13, p.407–414, 2002.

MACKAY, C. A. Animal welfare forum: overpopulation of unwanted dogs and cats. Veterinary practitioners' role in pet overpopulation. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 202, p. 918-921, 1993.

NAKAMURA, T.; NAGAI, Y.; YAMATO, H.; SUZUKI, K.; ORIMO, H. Regulation of bone turnover and prevention of bone atrophy in ovariectomized beagle dogs by the administration of 24R,25(OH)2D3. *Calcif. Tissue Int.*, v.50, p.221-227, 1992.

OLIVEIRA, J. F.; ROSSI JUNIOR, J. L.; LEITE, F. L. G.; OLIVEIRA, D. C.; COSTA, L. A. V. S.; SILVA, I. C. C.; TEIXEIRA, M. W.; COSTA, F. S. Densitometria da vertebra dorsal, osso pleural e osso neural em tartarugas verdes hípidas por tomografia computadorizada quantitativa. *Ciência Rural*, v 42, n.8, p.1440-1445, 2012.

OLIVEIRA, D. C. Densitometria óssea em gatos hípidos por tomografia computadorizada quantitativa. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, Belo Horizonte, v.64, n.3, p.593-598, 2012. Available in <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-09352012000300010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352012000300010&lng=en&nrm=iso)>. Accessed on 08 May 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352012000300010>.

RIGGS, B. L.; KHOSLA, S.; MELTON, L. J. A unitary model for involuntional osteoporosis: estrogen deficiency causes both type I and type II osteoporosis in postmenopausal women and contributes to bone loss in aging men. *J. Bone Miner. Res.* v.13, p.763-773, 1998.

SCHNEIDER, S.; BREIT, S.M.; GRAMPP, S.; KUNZEL, W. W.; LIESEGANG, A.; MAYHOFER, E.; ZENTEK, J. Comparative assessment of bone mineral measurements obtained by use of dual-energy x-ray absorptiometry, peripheral quantitative computed tomography, and chemical-physical analyses in femurs of juvenile and adult dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v.65, p.891-900, 2004.

SIRIS, E. S.; MILLER, P. D.; BARRETT-CONNOR, E.; FAULKNER, K. G.; WEHREN, L. E.; ABBOTT, T. A.; BERGER, M. L.; SANTORA, A. C.; SHERWOOD, L. M. Identification and fracture outcomes of undiagnosed low bone mineral density in postmenopausal women: results from the National Osteoporosis Risk Assessment. *JAMA.*, v.286, p.2815-2822, 2001.

SNOW, G. R.; COOK, M. A.; ANDERSON, C. Oophorectomy and cortical bone remodeling in the beagle. *Calcif. Tissue. Int.*, v.36, p.586-590, 1984.

TURNER, A. S. Animal models of osteoporosis – necessity and limitations. *Eur. Cells Mater.*, v.1, p.66-81, 2001

VULCANO, L. C. Determination of the normal values of density of the radius in Rottweilers, using radiographic optical densitometry (experimental study). In: CONGRESSO MUNDIAL DE MEDICINA VETERINÁRIA DE PEQUENOS ANIMAIS, 23, 1998. Buenos Aires, Argentina. Anais... Buenos Aires, p. 767, 1998.

WRONSKI, T. J.; WALSH, C. C.; IGNASZEWSKI, L. A. Histologic evidence for osteopenia and increased bone turnover in ovariectomized rats. *Bone*, v.7, p.119-123, 1986.

Tabela 1. Níveis hormonais e valores densitométricos obtidos pela técnica de tomografia computadorizada quantitativa de gatas não-castradas entre 1 e 2 anos (G1), gatas não-castradas com mais de 6 anos (G2) e de gatas castradas com mais de 6 anos (G3).

Variáveis (unidades)	G1 (n=6)	G2 (n=8)	G3 (n=8)
PTH* (pg/ml)	1,27 ± 0,18 <sup>a</sup>	1,27 ± 0,18 <sup>a</sup>	1,27 ± 0,08 <sup>a</sup>
Cortisol (pg/ml)	2,54 ± 1,25 <sup>a</sup>	2,93 ± 1,3 <sup>ab</sup>	5,04 ± 1,24 <sup>b</sup>
T4 livre (pg/ml)	1,72 ± 0,16 <sup>a</sup>	1,87 ± 0,14 <sup>a</sup>	1,95 ± 0,12 <sup>a</sup>
Estradiol (pg/ml)	40,83 ± 7,22 <sup>a</sup>	17,83 ± 11,00 <sup>b</sup>	9,82 ± 3,86 <sup>b</sup>
Cálcio (ml/dl)	8,65 ± 0,62 <sup>a</sup>	9,1 ± 0,66 <sup>a</sup>	9,21 ± 1,16 <sup>a</sup>
Fósforo (ml/dl)	5,31 ± 1,19 <sup>a</sup>	5,56 ± 1,42 <sup>a</sup>	6,0 ± 0,90 <sup>a</sup>
DMO L2** (HU***)	529,72 ± 28,85 <sup>a</sup>	479,29 ± 80,03 <sup>b</sup>	454,75 ± 56,71 <sup>b</sup>

Se as letras apresentam-se distintas na mesma linha comprova-se diferença significativa entre os grupos correspondentes. \*Paratormônio, \*\*Radiodensidade óssea do osso trabéculas do corpo vertebral da segunda vértebra lombar, \*\*\* unidades Hounsfield.

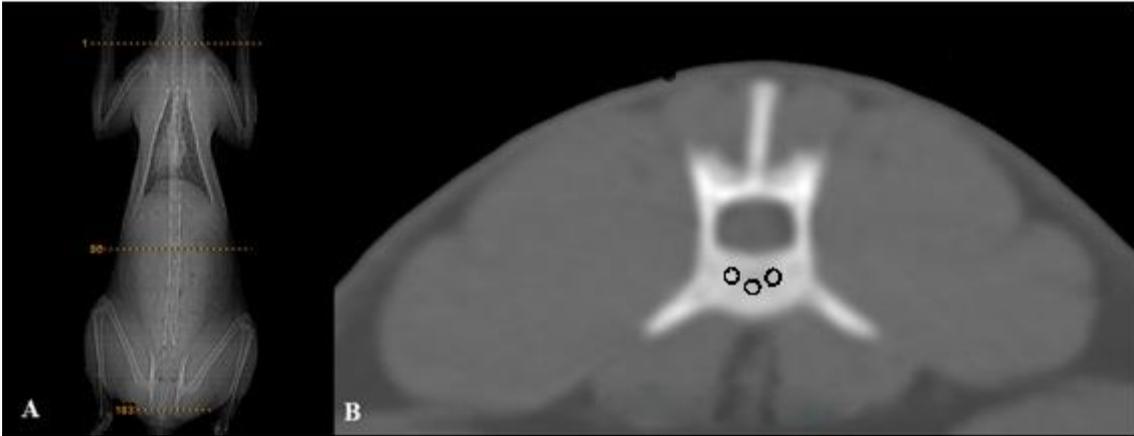


Figura 1. Imagem em *scout* demonstrando o nível de corte para análise tomográfica ao nível do corpo vertebral da segunda vértebra lombar de gatas adultas (imagem à esquerda). Observa-se as três regiões de interesse realizadas para a análise da radiodensidade óssea do osso trabecular do corpo vertebral das gatas (imagem à direita).

## Apêndices



**Universidade Federal Rural de Pernambuco**  
 Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n,  
 Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife/PE

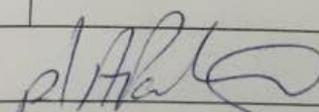
**UFRPE**

---

**Comissão de ética no uso de animais - CEUA**  
**Licença para o uso de animais em experimentação e/ou ensino**

O Comitê de ética no uso de animais CEUA da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições, autoriza a execução do projeto discriminado abaixo. O presente projeto também se encontra de acordo com as normas vigentes no Brasil, especialmente a Lei 11794/2008.

Número da licença	035/2014
Número do processo	23082.012504/2013
Data de emissão da licença	17 de fevereiro de 2014.
Título do Projeto	Densitometria óssea de gatas castradas e não castradas por tomografia computadorizada quantitativa.
Finalidade (Ensino, Pesquisa, Extensão)	Pesquisa
Responsável pela execução do projeto	Marleyne José Afonso Accioly Lins Amorim
Colaboradores	Fabiano Séllos Costa; Nicholas Novack; Levertton Cleiton Correia Silva; Gabriela Souza Borba.
Tipo de animal e quantidade total autorizada	Gato; total de 12 animais.



Prof. Dr. Marleyne José Afonso Accioly Lins Amorim  
 (Presidente em Exercício da CEUA-UFRPE)