

## INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DIETAS NA DENSIDADE ÓSSEA DE CALOPSITAS (*Nymphicus hollandicus*).

Orlando Baptista Camargo Filho<sup>1</sup>  
Silvia Helena Venturoli Perri<sup>1</sup>  
Luiz Eduardo Corrêa Fonseca<sup>1</sup>  
Sérgio Diniz Garcia<sup>1</sup>  
Mário Jefferson Quirino Louzada<sup>1</sup>

### RESUMO

O mercado *pet* está se desenvolvendo rapidamente e muitos lares possuem como animal de estimação as Calopsitas (*Nymphicus hollandicus*), que muitas vezes são criadas e alimentadas de forma errônea, trazendo riscos à saúde dos animais. A maioria dos psitacídeos, dentre eles as Calopsitas, têm preferência pela ingestão de sementes principalmente as de girassol, sendo assim, os proprietários passam a fornecer apenas sementes de girassol. Isso pode levar a um quadro de desnutrição e alterações no padrão ósseo. Neste experimento foram analisados três grupos de Calopsitas, cada qual composto por quinze aves. Cada grupo recebeu um tipo de alimentação diferente. Um foi alimentado com ração (GR), outro alimentado com aveia, painço e girassol (GMIX) e o último alimentado com girassol (GG). Este trabalho teve por objetivo determinar a influência de diferentes dietas na densidade óssea da ulna das Calopsitas, utilizando como meio para avaliação a "Densitometria Radiográfica". A análise estatística demonstrou um aumento do consumo em todos os grupos, e que a massa corporal não variou no GG. O crescimento ósseo em comprimento foi notado em todos os grupos, e não houve diferença significativa entre eles. A espessura foi maior no GR e não houve variação nos demais. A fosfatase alcalina e o cálcio sérico não variaram em todos os grupos, e o GMIX apresentou menor concentração sérica de fósforo. Não havia diferença estatística significativa na densidade óssea entre os grupos no início do experimento. Os resultados obtidos neste experimento com a metodologia proposta demonstraram que o GR apresentou ossos mais densos que os demais grupos.

**Palavras-chave:** calopsita, osso, densitometria radiográfica, densidade óssea.

## INFLUENCE OF DIFFERENT DIET IN BONE DENSITY COCKATIELS (*Nymphicus hollandicus*).

### ABSTRACT

The pet market is developing rapidly and many homes have as a pet the Cockatiel (*Nymphicus hollandicus*), which are often created and nurtured erroneously, bringing risks to animal health. Most psitacídeos, including the Cockatiels, are preferred by eating mostly sunflower seeds, so the owners ended just providing only sunflower seeds. This led to the development of malnutrition and changes in bone pattern. In this experiment we analyzed three groups of Cockatiels, each consisting of fifteen birds. Each group received a different kind of food. One was fed with feed (GR), another fed with oats, millet and sunflower (GMIX) and last fed with sunflower (GG). This study aimed to determine the effect of different diets on density of ulna bone of Cockatiels, using as a means to evaluate the "Radiographic Densitometry." Statistical analysis demonstrated an increase in consumption of all groups, and the body weight did not change in GG. Bone growth in length was verified in

<sup>1</sup> Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba – Unesp, São Paulo, Brasil.

all groups, and no significant difference between them. The thickness was greater in GR and there was no change in the other groups. The serum calcium and alkaline phosphatase did not differ in all groups, and GMIX concentration showed lower serum phosphorus. There was no statistically significant difference in bone density between the groups at the beginning of the experiment. The results obtained in this experiment with the proposed methodology demonstrated that GR had denser bones than the other groups.

**Keywords:** cockatiels, bone, radiographic densitometry, bone density.

## INFLUENCIA DE DIFERENTES DIETAS EN LA DENSIDAD ÓSEA DE LAS CAROLINAS (*Nymphicus hollandicus*).

### RESUMEN

El mercado de animales domésticos se viene incrementando rápidamente en los últimos años en Brasil y en muchos hogares es bastante común encontrarse a las Carolinas (*Nymphicus hollandicus*) presentes como animales domésticos. Ocurre que en muchos casos ellas son creadas y alimentadas de modo equivocado, lo cual acarrea serios riesgos a su salud. La mayor parte de las psitácidas, incluyendo a las Carolinas (*Nymphicus hollandicus*), tienen gran aprecio a la ingestión de semillas, y principalmente a las de la flor del girasol. Al percatarse de ello los propietarios pasan a solamente ofrecer dicha semilla, lo cual resulta ser un grave error e incluso fatal en muchas ocasiones. A lo que a nutrición se refiere, tal dieta puede llevarlas a un cuadro de desnutrición severa y a alteraciones en su patrón óseo. Se analizaron tres grupos de Carolinas (*Nymphicus hollandicus*) compuestos por 15 aves en cada grupo. Cada grupo recibió un diferente tipo de alimentación. Un grupo fue alimentado con ración comercial (GR), un grupo fue alimentado con avena, panizo y semillas de girasol (GMIX) y el otro grupo fue alimentado con semillas de girasol (GG). El presente estudio tiene por objetivo determinar la densidad ósea de las Carolinas. Utilizando como medio de evaluar el efecto de diferentes dietas sobre la "Densitometría Radiográfica" que tiene una excelente eficacia, sensibilidad y precisión. Los resultados obtenidos apuntaron a que el grupo alimentado con ración comercial obtuvo respuestas superiores a los demás grupos. El análisis estadístico mostró que hubo un aumento del consumo en todos los grupos y que la masa corporal no cambió en GG. Se observó el crecimiento de los huesos en longitud en todos los grupos y no hubo diferencia significativa entre ellos, puesto que el espesor fue mayor en GR y no hubo ningún cambio en la otra variación en el otro. El calcio no cambió en todos los grupos y GMIX tuvieron menor fósforo sérico y la fosfatasa alcalina no cambió en el otro. El análisis mostró que no existía diferencia significativa en la densidad ósea entre al inicio de los grupos en el comienzo del experimento. Al final GR mostraron una mayor densidad ósea. Los resultados obtenidos en este experimento con la metodología propuesta demostraron que el grupo alimentado con la dieta tenía huesos más densos que el alimentado con semillas de girasol.

**Palabras clave:** carolina, hueso, densitometría radiográfica, densidad ósea.

### INTRODUÇÃO

O grande interesse por aves exóticas como animais de estimação estimulou o mercado de produtos e serviços a partir da comercialização de itens que inclui desde dietas balanceadas até serviços especializados (1).

Além da grande diversidade de espécies de aves em todo o mundo, mais de 9000 espécies, as diferentes aves também possuem especificidades nutricionais (2).

Em cativeiro, a maioria dos psitacídeos ainda é alimentada com mistura de sementes, predominantemente a semente de girassol. A alimentação exclusiva com essas misturas é extremamente prejudicial à saúde e à longevidade das aves, pois possuem excesso de gordura, quantidade e relação de cálcio e fósforo inadequados, além de níveis de aminoácidos e de vitaminas insuficientes (3).

Existe uma grande preocupação na criação de aves ornamentais, que é a dificuldade de padronização da alimentação para as diversas espécies de aves (4).

Várias rações balanceadas específicas para psitacídeos vêm sendo comercializadas no mercado brasileiro. Essas formulações substituem plenamente os alimentos in natura, são práticas de usar, boa palatabilidade, boa digestibilidade, facilitam a preparação, a higiene e o armazenamento (3).

As recomendações para as dietas de psitacídeos consistem em oferecer uma ração formulada comercialmente, água fresca, nenhuma semente, nenhuma vitamina, nenhum mineral, nenhuma areia, com ou sem uma suplementação com quantidades pequenas de legumes e frutas (não mais que 20% da dieta) (5).

As reais necessidades nutricionais dos psitacídeos ainda são um desafio. As rações comerciais adulta parecem ser superiores às rações caseiras e definitivamente superiores às rações de sementes (5).

Entretanto, ainda faltam dados mais abrangentes sobre as rações, e os anúncios dos fabricantes podem não refletir essa escassez de informações (2).

Problemas de saúde advindos de deficiência e desequilíbrios associados a dietas exclusivamente de sementes são comuns, e tais dietas devem ser evitadas. Sementes oleosas, especialmente as de girassol contêm níveis excessivos de gordura (2).

A densitometria radiográfica vem sendo utilizada para avaliar a densidade óssea e é referida como recurso útil no diagnóstico e orientação terapêutica com vistas ao tratamento de doenças osteometabólicas, estudo de reparação óssea de fraturas e procedimentos cirúrgicos (6).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes dietas na densidade óssea da ulna de calopsitas, utilizando-a como meio para avaliação da técnica da “Densitometria Radiográfica”.

## MATERIAL E MÉTODOS

As calopsitas utilizadas no experimento foram adquiridas de vários criadores da região de Sorocaba. Formou-se então um lote com 45 aves que estavam com aproximadamente 90 dias de idade em média no dia da sua chegada para o início do experimento. A determinação do sexo foi realizada 60 dias após o início do experimento por um laboratório especializado em determinação do sexo pelo DNA (Unigen Tecnologia do DNA).

Realizou-se exame de sexagem pela análise do DNA da amostra biológica das aves no qual se utilizaram as penas da região peitoral. Foram identificadas 14 fêmeas e 31 machos.

Exames de fezes foram realizados no laboratório clínico do Hospital Saúde Animal pelos métodos willis e sulfato de zinco em todas as aves e não foi encontrada infestação por helmintos ou protozoários.

As aves apresentavam condição corporal semelhante ao que foi demonstrado com a pesagem das mesmas no dia de sua chegada.

As aves foram acondicionadas de forma aleatória em gaiolas individuais, da marca londrina, de tamanho apropriado, com 25 cm de largura, 48 cm de altura e 45 cm de comprimento, numeradas e identificadas de 1 a 15. As gaiolas foram organizadas na parede do recinto escolhido para a realização do experimento, em três fileiras com 15 gaiolas cada e em níveis diferentes, sendo que aves de cada grupo foram distribuídas igualmente nos três níveis num total de cinco gaiolas por nível.

Foi dado um período de adaptação de 36 dias, porque as aves que iriam receber a ração industrializada precisavam deste período para a adaptação e posterior introdução da nova dieta, pois nunca haviam recebido este tipo de dieta. Uma vez adaptadas à nova dieta, realizaram-se as primeiras avaliações radiográficas. As aves foram transportadas até o local onde se realizaram as radiografias, utilizando-se 3 caixas de transporte específicas com capacidade cada qual para 15 aves, numeradas de 1 a 15, identificadas quanto aos grupos. Para realização dos exames radiográficos, as aves foram contidas manualmente, sem auxílio de fitas adesivas, para evitar arrancamento das penas e, deste modo, diminuir o estresse das aves.

A ulna foi o osso escolhido para a avaliação densitométrica por possuir boa espessura e apresentar menor sobreposição de tecidos moles e penas, o que poderia influenciar os resultados e aumentar a densidade do osso analisado.

Após a contenção física, as aves foram colocadas em decúbito dorsal. A asa direita foi estendida sobre o chassi e uma escada de alumínio foi posicionada acima da asa. A seguir a tomada radiográfica foi realizada, Figura 1A.

O mesmo procedimento foi repetido com todas as aves. Elas permaneciam contidas por no máximo 20 segundos, desde a retirada das caixas de transporte até o final do procedimento radiográfico.

As avaliações radiográficas foram realizadas no dia zero, 95 dias, 183 dias, 278 dias e 386 dias após o início do experimento por cinco vezes.

O aparelho de raios-X da marca Macrotec modelo Macrovet 500 HF foi utilizado para a realização dos procedimentos. Todos os filmes radiográficos foram processados numa processadora automática em revelador da marca macrotec mx-2. A técnica radiográfica utilizada foi testada e só então padronizada durante todo o experimento. Utilizaram-se tempo de três milissegundos, 200 mA e Kv de 49 durante todo o experimento.

Foram utilizados chassis radiográficos carregados com filmes convencionais da marca Kodak 18x24 cm durante todo o experimento.

Foram analisados, neste experimento, três grupos de Calopsitas (*Nymphicus hollandicus*), compostos por 15 aves cada, em que cada grupo recebeu um tipo de alimento diferente. Um grupo recebeu ração (GR), outro uma mistura de sementes composta por painço, aveia e girassol (GMIX) e o último girassol (GG).

O alimento foi pesado a cada cinco dias, no início e no final de cada período, para se determinar a quantidade do alimento consumido e o não consumido. Utilizou-se uma balança digital modelo SF-400 electronic. Pela média do consumo do período, obteve-se o consumo diário de cada ave.

O grupo GR recebeu 50g de alimento, o GMIX recebeu 100g e o GG recebeu 150g. Essas quantidades foram determinadas durante o período de adaptação, havia sobra de alimento em todos os grupos no período que foi adotado no experimento e o desperdício pelas aves era mínimo. Outro motivo é que a ração, por ser peletizada e ter baixo teor de umidade, acabava por absorver a umidade do ar, ocorrendo a rejeição pelas aves pela mudança de consistência da ração. As dietas foram fornecidas em comedouros de metal com grade para evitar que as aves tomassem banho seco. A água estava disponível durante todo o experimento em bebedouros grandes com capacidade de 300 ml, de plástico transparente, o que favorecia a visualização da água e a higiene do bebedouro. Muitos bebedouros foram substituídos durante o experimento por terem sido danificados pelas aves.

A pesagem dos alimentos foi repetida por 58 vezes e, no final desse período, foi calculada a média de consumo de cada ave.

Foi confeccionada uma escada de alumínio (liga 5052 F) para ser utilizada nas tomadas radiográficas como referencial densitométrico.

Para a determinação das espessuras dos degraus da escada de alumínio foi utilizado um micrometro da marca Digimess com 0,01 mm de precisão. As medidas estão relacionadas abaixo, no quadro 1.

Quadro 1. Relação dos degraus e suas respectivas espessuras

Degraus	Espesura em mm
1°	0,37
2°	0,54
3°	0,77
4°	1,06
5°	1,30
6°	1,50
7°	1,80
8°	2,15
9°	2,70
10°	3,20
11°	3,90
12°	7,90

As aves não ficaram expostas ao sol para mimetizar o que normalmente ocorre com as aves em gaiolas no dia a dia.

No final do experimento, foi realizada uma coleta de sangue, retirando-se 1 ml de sangue da jugular de todas as aves para se determinar as concentrações de cálcio, fósforo e da fosfatase alcalina sérico. Estes exames foram processados no laboratório clínico da FMVA/UNESP.

Para a densitometria radiográfica, inicialmente foram realizadas tomadas radiográficas com aparelho radiográfico pertencente ao Hospital Veterinário Saúde Animal Sorocaba S/P e ao Centro veterinário de diagnóstico por imagem CVDI Sorocaba S/P.

O software “IMAGE J” (versão 1.47c/ Java 1.6.0; livre na internet) foi utilizado para contornar toda a região de interesse, no caso a ulna, utilizando recursos de definição de área do programa, e para determinar o nível de densidade média, em tons de cinza (até 256), das ulnas e dos degraus da escada de alumínio, Figura 1B.



Figura 1. A. Imagem fotográfica da asa no momento da tomada radiográfica; B. Imagem fotográfica da tela do computador, programa “IMAGE J”, mostrando o contorno da ulna para análise densitométrica.

Os valores da densitometria radiográfica da ulna foram convertidos para valores relativos à espessura em milímetros de alumínio (7,8). Efetuando-se as etapas descritas por Louzada (9).

Assim, as imagens foram capturadas com scanner HP modelo scanjet G 4050 e obtidas as DRs nas regiões de interesse (RDI) e nos degraus da escada de alumínio foi delimitando retângulos em todos os degraus como região de interesse.

Os valores da densidade radiográfica foram convertidos para valores da espessura com auxílio do computador e do programa computacional e, assim, a densidade passou a ser expressa em equivalentes de milímetro de alumínio.

## RESULTADOS

Das 45 aves que iniciaram o experimento, cinco morreram, sendo uma ave do GR, duas do GMIX e duas do GG. No GR, eram três fêmeas, doze machos e neste grupo morreu um macho. No GMIX, eram seis fêmeas, nove machos e neste grupo morreram duas fêmeas. No GG, eram cinco fêmeas, dez machos e neste grupo morreram dois machos.

A tabela 1 apresenta o consumo médio do tipo de alimentação recebida e a massa corporal nos momentos inicial - Mo e momento final - Mf do experimento.

Tabela 1. Média ( $\bar{x}$ ) e desvio padrão (S) do consumo das diferentes dietas e da massa corporal, em g das aves, segundo o tipo de alimentação recebida por cada grupo e momento de avaliação.

Tipo de alimentação	Consumo ( $\bar{x} \pm S$ )		Massa corporal ( $\bar{x} \pm S$ )	
	Mo	Mf	Mo	Mf
Ração	6,47 $\pm$ 1,35 Bc	8,33 $\pm$ 0,48 Ac	87,20 $\pm$ 7,91 Ba	100,29 $\pm$ 12,84 Aa
Mix de sementes	9,63 $\pm$ 1,59 Bb	14,23 $\pm$ 1,20 Ab	90,40 $\pm$ 7,53 Ba	101,23 $\pm$ 14,65 Aa
Girassol	15,63 $\pm$ 3,06 Ba	18,06 $\pm$ 1,64 Aa	93,13 $\pm$ 8,53 Aa	95,23 $\pm$ 15,70 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si (P>0,05)

A tabela 2 apresenta o comprimento médio em mm da ulna e a espessura em mm nos momentos inicial - Mo e momento final - Mf do experimento

Tabela 2. Média ( $\bar{x}$ ) e desvio padrão (S) do comprimento e da espessura, em mm, segundo o tipo de dieta recebida e momento de avaliação.

Tipo de alimentação	Comprimento mm( $\bar{x} \pm S$ )		Espessura mm( $\bar{x} \pm S$ )	
	Mo	Mf	Mo	Mf
Ração	38,68 $\pm$ 1,47 Ba	40,14 $\pm$ 1,29 Aa	2,85 $\pm$ 0,20 Ba	2,95 $\pm$ 0,21 Aa
Mix de sementes	38,09 $\pm$ 1,51 Ba	39,11 $\pm$ 1,42 Aa	2,71 $\pm$ 0,17 Aab	2,77 $\pm$ 0,14 Ab
Girassol	38,02 $\pm$ 1,65 Ba	39,03 $\pm$ 1,32 Aa	2,57 $\pm$ 0,21 Bb	2,74 $\pm$ 0,16 Ab

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si (P>0,05)

A tabela 3 apresenta a concentração sérica média de cálcio, fósforo e fosfatase alcalina.

Tabela 3. Média ( $\bar{x}$ ), desvio padrão (S) e mediana (Md) das variáveis bioquímicas do cálcio, fósforo e fosfatase alcalina, segundo o tipo de dieta recebida e momento de avaliação.

Tipo de alimentação	Cálcio (mm/dl)		Fósforo (mm/dl)		Fosfatase Alcalina (U/L)	
	$\bar{x} \pm S$	Md	$\bar{x} \pm S$	Md	$\bar{x} \pm S$	Md
Ração	14,4 $\pm$ 2,5 a	14,0	10,5 $\pm$ 3,0 a	11,5	173,2 $\pm$ 59,3	163,0 a
Mix de sementes	13,4 $\pm$ 3,1 a	13,9	6,9 $\pm$ 2,5 b	8,0	276,4 $\pm$ 165,3	253,0 a
Girassol	15,0 $\pm$ 2,9 a	15,5	8,6 $\pm$ 2,4 ab	9,0	196,7 $\pm$ 137,2	164,5 a

Valores seguidos de mesma letra, na coluna, não diferem entre si (P>0,05).

A tabela 4 apresenta a densidade óssea em mmAl das aves nos momentos inicial - Mo e momento final - Mf do experimento

Tabela 4. Média ( $\bar{x}$ ), desvio padrão (S) e mediana (Md) da densidade óssea (DO), em mmAl, segundo o tipo de dieta recebida e momento de avaliação

Tipo de alimentação	DO (mmAl)			
	Mo		Mf	
	$\bar{x} \pm S$	Md	$\bar{x} \pm S$	Md
Ração	1,08 $\pm$ 0,17	1,15 Ba	1,44 $\pm$ 0,30	1,33 Aa
Mix de sementes	1,09 $\pm$ 0,17	1,10 Ba	1,33 $\pm$ 0,21	1,28 Ab
Girassol	1,15 $\pm$ 0,10	1,18 Ba	1,24 $\pm$ 0,13	1,29 Ab

Medianas seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si (P>0,05).

Quadro 2. A porcentagem (%) de cálcio e fósforo disponíveis nas diferentes dietas que foram fornecidas as aves dos grupos GR, GMIX e GG durante o experimento.

Ração e sementes	Ca %	P %
Ração	0,27	0,22
Girassol	0,22	0,40
Aveia	0,23	0,38
Painço	0,20	0,31

O mix de sementes é composto por 70% painço, 25% aveia e 5% girassol. Portanto, o total de cálcio no mix de sementes é de 0,21% e o de fósforo é de 0,33%, sendo que a somatória do mix de sementes tem concentrações desses minerais inferiores às concentrações encontradas nas sementes de girassol.

As análises dos dados (comprimento, espessura, consumo e massa corporal) foram submetidas à análise de variância com medidas repetidas, sendo as médias comparadas pelo teste de SNK (Student-Newman-Keuls). Os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias, pré-requisitos necessários para a análise de variância.

Os dados (cálcio e fósforo) foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas através do teste de SNK (Student-Newman-Keuls). Foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias, pré-requisitos necessários para a análise de variância.

As variáveis DO e FA foram analisadas por meio do teste de Wilcoxon para comparar os momentos (inicial e final) para cada tipo de alimentação e do teste de Kruskal-Wallis para comparar os tipos de alimentação em cada momento, seguido do teste de SNK para comparações múltiplas.

Coefficiente de correlação de Spearman entre as variáveis, massa corporal e DO, para cada momento (inicial e final) foi calculado. As estatísticas foram consideradas significativas quando P < 0,05. As análises estatísticas foram efetuadas empregando-se os programas computacionais SAS versão 9.3 (Statistical Analysis System) e Bioestat versão 5.3.

## DISCUSSÃO

Os psitacídeos se alimentam principalmente de sementes, frutos e flores. Os lóris consomem néctar, algumas espécies são frugívoras e os demais psitacídeos são, predominantemente, comedores de sementes. No cativeiro, a maioria dos psitacídeos ainda é alimentada com mistura de sementes, predominantemente o girassol (3). Este fato foi o fator motivador para a elaboração deste experimento com a finalidade de avaliar como as diferentes dietas influenciam na densidade óssea de aves.

O crescimento é um termo utilizado genericamente, determinado pela somatória do aumento de tamanho e ganho de peso do animal, na verdade, o que ocorre nos jovens é um aumento de proteína corporal e deposição de gordura. O crescimento apresenta acontecimentos concomitantes e coordenados de ganho de peso, aumento da proteína corporal observada nos músculos e a sustentação feita por osso, também em desenvolvimento (4). Isso foi observado durante o decorrer deste experimento, onde se observou o aumento da massa corporal das aves em todos os grupos estudados independente do tipo de dieta que tenham recebido.

A massa corporal não variou no GG, mesmo sendo o grupo com maior consumo de sementes. Para que as aves possam desempenhar o máximo do seu potencial genético, é necessário que tenham uma dieta balanceada em quantidade e qualidade de nutrientes o que, provavelmente, não ocorreu no grupo GG, uma vez que as aves foram alimentadas apenas com sementes de girassol.

A alimentação exclusiva com misturas de sementes é extremamente prejudicial à saúde e à longevidade de aves, pois possuem excesso de gordura, quantidade e relação de cálcio e fósforo inadequados, além de níveis de aminoácidos e de vitaminas insuficientes (3). Sementes oleosas, especialmente as de girassol, contêm níveis excessivos de gordura e podem ser deficientes em vitamina A, bem como em carotenoides de pró-vitamina A, vitamina D, E, B e K, riboflavina, ácido pantotênico, niacina, biotina, colina, iodo, ferro, cobre, manganês, selênio, sódio, cálcio, zinco e alguns aminoácidos (lisina e metionina, p.ex.) (2).

Os grupos que foram estudados neste experimento apresentaram aumento do consumo dos alimentos oferecidos ao longo do tempo, em que o GR apresentou menor consumo entre os três grupos estudados 8,33g em média. No GMIX o consumo foi de 14,23g e no GG 18,06g, o maior consumo. Por ser um alimento pobre em nutrientes sugere-se que o GG, apresentou maior consumo provavelmente para tentar compensar a falta de nutrientes da semente de girassol decorrente da alimentação exclusiva.

As aves pertencentes ao grupo GR apresentaram comprimento de ulna de 40,14 mm, as GMIX de 39,11 mm e as GG de 39,03 mm. A análise estatística apontou que houve crescimento do osso no comprimento em todos os grupos independente do tipo de alimentação recebida, porém não houve diferenças estatísticas significativas entre eles. O crescimento longitudinal do osso é um processo coordenado entre proliferação e maturação da cartilagem, reabsorção da cartilagem calcificada e substituição por tecido ósseo que, posteriormente, também será calcificado (10).

Possivelmente, este resultado foi encontrado em todos os grupos porque todas as aves atingiram o desenvolvimento ósseo em comprimento característico para a espécie. Mesmo não havendo diferença significativa entre os grupos, pode-se observar que o GR apresentou comprimento maior. Outros estudos podem ser realizados para avaliar se o aumento na envergadura da asa em um mm ou mais pode ser favorável evolutivamente para a espécie.

As aves pertencentes ao grupo GR apresentaram espessura de ulna maior 2,85 mm em comparação com os demais grupos. O grupo GMIX apresentou espessura de 2,71 mm e no GG a espessura foi de 2,57 mm.

Neste caso, a diferença foi significativa e, provavelmente, se deve à qualidade da ração utilizada neste experimento, pois possui em sua composição básica níveis de garantia

mínimos para o cálcio e fósforo que é de 2.000 mg/kg para os dois minerais e são enriquecidos com vitamina D3 na concentração de 220,00 UI/kg de ração.

A concentração sérica de cálcio não apresentou diferença estatística significativa entre os três grupos estudados, sendo que todos os grupos apresentaram valores de referência próximos do normal que é de 8,5 – 13,0 mg/dl (3,11). Nas aves deste experimento, os resultados apontaram que todos os grupos apresentaram concentração sérica de cálcio superior aos valores normais para a espécie; para as aves do grupo GR, o valor ficou em 14,4 mg/dl, o GMIX ficou em 13,4 mg/dl e o GG valor de 15,0 mg/dl. Dois hormônios participam desse controle, o paratormônio e a calcitonina: O paratormônio tem a missão de controlar minuto a minuto a calcemia (5,12).

Ele é secretado quando o cálcio ionizável plasmático tende a diminuir e sua secreção é inibida quando o elemento aumenta em concentração no sangue ou quando a glândula paratireoide capta uma elevação nas concentrações de calcitriol (diidroxicalciferol, a forma ativa da vitamina D) (5).

Uma vez no sangue, o paratormônio mobiliza o cálcio das reservas esqueléticas para o fluido extracelular (12). O paratormônio atua, então, quando o cálcio da dieta é baixo e existe uma tendência à sua diminuição plasmática. Pode ocorrer uma diminuição na concentração de cálcio como resultado de uma quantidade inadequada de cálcio na dieta e de uma postura excessiva de ovos (5). A calcitonina tem um menor leque de ações: ela atua diminuindo a atividade dos osteócitos e osteoclastos, diminuindo, com isso, a saída do cálcio dos ossos. A elevação do cálcio ionizável plasmático ou a ingestão de refeições ricas em cálcio promove a liberação de calcitonina pela tireoide (13).

A concentração sérica de fósforo não apresentou variação estatística significativa entre o GR e o GG. O GMIX apresentou a menor concentração sérica de fósforo. Todos os grupos apresentaram valores maiores que os de referência que é de 3,2 a 4,8 mg/dl (11). Para o GR o valor ficou em 10,5 mg/dl, o GG apresentou valor de 8,6 mg/dl e o GMIX o valor de 6,9 mg/dl.

O fósforo é o segundo mineral mais abundante no organismo (14). As sementes e farelos de oleaginosas são boas fontes de fósforo, ao contrário da baixa concentração de cálcio nos grãos de cereais (15).

O intestino delgado é o sítio de absorção da maior parte do fósforo ingerido, particularmente o jejuno (16).

Muitos autores relatam que o fósforo está intimamente relacionado ao controle do apetite e da deficiência alimentar. A disponibilidade de fósforo para as aves varia muito, dependendo da fonte. Sabe-se que o fósforo de origem animal está 100% disponível para as aves, porém, o fósforo de origem vegetal tem menor disponibilidade. Um sintoma exclusivo de sua deficiência é a perda de apetite (14,17).

Muitos nutricionistas optam por adicionar a enzima fitase sintética, aumentando a disponibilidade de fósforo (14).

A concentração sérica de fosfatase alcalina (FA) não apresentou variação estatística significativa entre os diferentes grupos. Sendo que todos os grupos apresentaram padrões dentro dos valores normais de referência que está entre 0 a 346 UI/L (3). A fosfatase alcalina é encontrada no osso, rins, intestino e fígado (18,19). Os osteoblastos secretam grande quantidade de fosfatase alcalina quando estão depositando ativamente na matriz óssea. Acredita-se que a fosfatase aumente a concentração local de fosfato inorgânico ou que ative as fibras de colágeno de tal maneira que causem a deposição de sais de cálcio. O nível de fosfatase é geralmente um bom indicador da taxa de formação de osso (20). As elevações inconsistentes de origens variáveis fazem com que a FA tenha pouco valor diagnóstico nas aves (18).

Após a centrifugação das amostras de sangue, foi possível notar que todas as aves que comeram misturas de sementes e girassol apresentaram o plasma com grau variado de icterícia. Isto não foi observado no grupo GR.

Neste experimento, ficou demonstrado pela análise estatística que não houve diferença significativa na densidade óssea entre os grupos no início do experimento, pois as aves estavam com a mesma idade e recebiam o mesmo tipo de alimentação. No final do experimento, o grupo GR apresentou densidade óssea superior aos demais. Os grupos GMIX e o GG não apresentaram diferença significativa entre si.

Várias rações balanceadas para psitacídeos vêm sendo comercializadas no mercado brasileiro, classificadas como ração de manutenção, reprodução e criação de filhotes. Essas formulações substituem plenamente os alimentos *in natura*, são práticas de usar, de boa palatabilidade, boa digestibilidade e tornam as aves mais nutridas e menos suscetíveis às infecções oportunistas e problemas metabólico-nutricionais (3).

Neste estudo, as aves não foram expostas ao sol procurando mimetizar o que ocorre em domicílio, pois os proprietários nem sempre tem tempo de colocá-las para tomar banho de sol ou desconhecem a necessidade das aves com relação aos raios ultravioleta para fixação do cálcio nos ossos.

Os precursores de vitamina D são convertidos na forma ativa pela ação de luz ultravioleta em porções de pele não cobertas por penas ou óleo das glândulas uropigianas (2), principalmente nas pernas e nos pés (21). Pode ocorrer deficiência de vitamina D se os níveis dietéticos forem deficientes e a ave não tiver exposição à luz solar natural ou outra fonte de luz ultravioleta (5).

Convém lembrar aqui que a luz solar, para ser eficiente do ponto de vista da produção de vitamina D nos organismos, deve incidir diretamente sobre o corpo do animal. A luz filtrada através de vidro perde sua ação benéfica (22).

O problema que ocorre com as aves em gaiolas é que a maioria destas gaiolas está no interior das casas e não recebem quantidades suficientes de luz solar direta para converter a provitamina D3 em vitamina D3 (23). É necessário lembrar que, ao adquirir uma ave como animal de estimação, não se deve esquecer a necessidade de fornecer banho de sol ou utilizar luz artificial UVB diariamente.

Na elaboração do experimento, havia a ideia de mensurar a quantidade de cálcio e fósforo contido nas fezes, para fazer uma comparação com o cálcio ingerido pelas aves com o cálcio eliminado nas fezes. Isso não foi possível devido a grande contaminação das fezes com penas e cascas de sementes sendo impraticável a separação deste material das fezes.

A vantagem em usar o programa como o "IMAGE J" é a possibilidade de realizar vários ajustes nas imagens que serão analisadas, o que possibilitou a análise da ulna das calopsitas (*Nymphicus hollandicus*,) uma vez que este osso é pequeno demais para a análise de densidade óssea pelo densitômetro ósseo com aparelho padrão DXA. Outras vantagens são a disponibilidade de forma fácil e livre na internet do programa "IMAGE J" e o fato de a técnica não ser invasiva, preservando a condição física das aves.

Devido aos altos custos para se adquirir aparelhos mais sofisticados para a realização de exames de densidade óssea de rotina em clínicas veterinárias, a densitometria pela DR passa a ser uma opção barata, precisa e eficiente, sendo necessários apenas alguns equipamentos como *scanner*, computador e o programa computacional para a realização de exames de rotina com baixo custo e boa precisão.

Os resultados deste experimento mostraram que não houve diferença estatística da densidade óssea entre machos e fêmeas. Outros experimentos podem ser elaborados para avaliar a densidade óssea entre machos e fêmeas na estação reprodutiva.

Neste experimento, as aves foram criadas separadas e não ocorreu à formação de casais. Fêmeas reprodutivamente ativas depositam cálcio medular em resposta ao estrogênio. Essas densidades ósseas não devem ser consideradas patológicas em radiografias de fêmeas em

postura, mas em outras aves, podem refletir um aumento patológico da atividade estrogênica (2).

O custo do alimento e a falsa sensação de que a ave está comendo muita semente e está satisfeita são fatores que estimulam os proprietários a oferecer uma alimentação de qualidade duvidosa para sua ave. Hoje, o custo de meio quilo de girassol é aproximadamente de três reais, o mix de sementes dois reais e a ração comercial da marca Nutrópia utilizada no experimento, treze reais. É necessário que outros estudos sejam realizados, fazendo-se uma comparação com outras marcas de ração comercial para avaliar se elas têm influência positiva ou negativa na densidade óssea. Devemos lembrar que as vantagens da ração quanto à boa palatabilidade, boa digestibilidade, facilidade de armazenamento, higiene e a baixa ou nenhuma impregnação de agrotóxico são fatores que devem ser observados quando se optar pela dieta ideal. Apesar do alto valor do custo da ração comercial quando comparado ao custo da semente de girassol e do mix de sementes, os resultados indicaram a superioridade da ração na saúde do animal.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste experimento com a metodologia proposta demonstraram que o grupo que se alimentou de ração apresentou ossos mais densos quando comparados àqueles que se alimentaram de mix de sementes e ou exclusivamente de sementes de girassol.

## COMITE DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Todos os procedimentos realizados encontram-se de acordo com as normas e princípios éticos de experimentação animal, estabelecidos pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da FMVZ/UNESP, sendo o experimento aprovado pela mesma (protocolo nº 02206-CEUA) em 16 de outubro de 2012.

## REFERÊNCIAS

1. Cubas ZS. Terapêutica dos animais silvestres. In: Andrade SF. Terapêutica veterinária. 2ª ed. São Paulo: Roca; 2002. p. 574.
2. Macwhirter P. Anatomia, fisiologia e nutrição básica. In: Tully Jr TN, Dorrestein GM, Jones AK. Clínica de aves. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010. p.44.
3. Godoy SN. Psittaciformes. In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL. Tratado de animais selvagens medicina veterinária. São Paulo: Roca; 2006. p. 223-4.
4. Benez SM. Aves. 4ª ed. Ribeirão Preto: Tecmedd; 2004. p. 95.
5. Rupley AE. Manual de clínica aviária. 1ª ed. São Paulo: Roca;1999.p. 3-29-322-390.
6. Louzada MJQ, et al. Densitometria óptica radiográfica em análise de densidade óssea de mandíbula de coelhos castrados. Rev Fac Odontol Lins.2001; 13(1):33-8.
7. Louzada MJQ, et al. Metodologia para avaliação de densidade em imagens radiográficas. Revista Brasileira de Engenharia- Caderno de Engenharia Biomédica.1998; 14(2): 37-47.

8. Louzada MJQ, et al. Avaliação de densidade óssea em imagens radiográficas: estudo em peças ósseas de cães. Revista Brasileira de Engenharia- Caderno de Engenharia Biomédica. 1998; 14(1):47-64.
9. Louzada MJQ. Densitometria Radiográfica [tese Livre Docência]. Faculdade de Odontologia, Curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista; 2009.
10. Aires MM. Fisiologia. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1999; p. 861.
11. Jr Tully TN, Dorrestein GM, Jones AK. Clínica de aves. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.p. 286.
12. Birchard SJ, Sherding RG. Clínica de pequenos animais. São Paulo: Roca; 1998. p. 260-1, 1998.CARPENTER, J.W. Formulário de animais exóticos. 3ª ed. São Paulo: MedVet; 2010. p. 271.
13. Carciofi AC, Oliveira LD. Doenças Nutricionais. In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL. Tratado de animais selvagens medicina veterinária. São Paulo: Roca, 2007. p. 844-5.
14. Andreatti Filho RL. Saúde aviária e doenças. São Paulo: Roca, 2006.p.302-6.
15. Lana RP. Nutrição e alimentação animal. Viçosa: UFV; 2005. p.106,116.
16. Nunes IJ. Nutrição animal básica. 2ª ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1998. p. 275,200.
17. Maynard LA, et al. Nutrição animal. 3ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. p.279.
18. Harris DJ. Testes clínicos. In: Tully Jr TN, Dorrestein GM, Jones AK. Clínica de aves. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p.70.
19. Kerr MG. Exames laboratoriais em medicina veterinária. 2ª ed. São Paulo: Roca, 2003. p. 107, 167.
20. Guyton AC, Hall JE. Tratado de fisiologia médica. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.p. 901.
21. Englert SI. Avicultura. 6ª ed. Guaíba: Ed. Agropecuária, 1991.p.61-6.
22. Reis J. Doenças das aves. 7ª ed. São Paulo: Ed. Melhoramentos.p. 235, 196.
23. Steiner CV, Davis RB. Patologia de las aves enjauladas. Zaragoza: Acribia, 1985.p. 93.

**Recebido em: 12/08/2013**

**Aceito em: 07/07/2014**