

ISSN 2175-8395

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Instrumentação  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**ANAIS DO VII WORKSHOP DA REDE DE  
NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO**

Maria Alice Martins  
Odílio Benedito Garrido de Assis  
Caue Ribeiro  
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

**Editores**

Embrapa Instrumentação  
São Carlos, SP  
2013

**Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:**

**Embrapa Instrumentação**

Rua XV de Novembro, 1452  
Caixa Postal 741  
CEP 13560-970 - São Carlos-SP  
Fone: (16) 2107 2800  
Fax: (16) 2107 2902  
www.cnpdia.embrapa.br  
E-mail: cnpdia.sac@embrapa.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: João de Mendonça Naime  
Membros: Dra. Débora Marcondes Bastos Pereira Milori  
Dr. Washington Luiz de Barros Melo  
Sandra Protter Gouvea  
Valéria de Fátima Cardoso  
Membro Suplente: Dra. Lucimara Aparecida Forato

Revisor editorial: Valéria de Fátima Cardoso  
Capa - Desenvolvimento: NCO; criação: Ângela Beatriz De Grandi  
Imagem da capa: Imagem de MEV-FEG de Titanato de potássio – Henrique Aparecido de Jesus  
Loures Mourão, Viviane Soares

**1a edição**

1a impressão (2013): tiragem 50

Todos os direitos reservados.  
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).  
CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.  
Embrapa Instrumentação

---

Anais do VII Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio –  
2012 - São Carlos: Embrapa, 2012.

Irregular  
ISSN 2175-8395

1. Nanotecnologia – Evento. I. Martins, Maria Alice. II. Assis, Odílio Benedito Garrido de.  
III. Ribeiro, Caue. IV. Mattoso, Luiz Henrique Capparelli. V. Embrapa Instrumentação.

---

© Embrapa 2013

---

# DENSITOMETRIA ÓSSEA DE RATOS ALIMENTADOS COM RAÇÃO REVESTIDA COM FILMES BASEADOS EM ZEÍNAS E NANOFIBRAS DE CELULOSE

---

Tassiane R. A. Corrêa<sup>1,3\*</sup>, Juliana Aparecida Scramin<sup>1,3</sup>, Bruna Biffe<sup>2</sup>, Charles Chenwei Wang<sup>2</sup>, Keico Okino Nonaka<sup>2</sup>, Paulo Renato Orlandi Lasso<sup>3</sup>, Lucimara Aparecida Forato<sup>3</sup>, Rubens Bernardes Filho<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Biotecnologia, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Fisiologia, SP., Brasil.

<sup>3</sup> Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil.

\*tassianecorrea@ig.com.br

**Projeto Componente:** PC6    **Plano de Ação:** PA2

---

## Resumo

O osso é um tecido conectivo especializado que forma, com a cartilagem, o sistema esquelético. A densitometria óssea é uma medida quantitativa da massa óssea que permite o diagnóstico e o acompanhamento do tratamento da osteoporose, bem como a avaliação do risco de fratura. Dois grupos de animais foram submetidos à alimentação da ração com revestimento de filmes de zeínas com nanofibra de celulose e ração sem revestimento. Após acompanhamento, esses animais foram sacrificados e seus ossos analisados; os resultados mostram que os ossos dos animais que ingeriram a ração revestida não sofreram qualquer perda óssea ou de minerais.

**Palavras-chave:** Filmes Comestíveis, Densitometria óssea, Microtomografia.

---

## Introdução

O osso é um tecido conectivo especializado que cumpre três funções: mecânica, protetora de órgãos vitais e medula óssea e metabólica, com reserva de íons principalmente cálcio e fósforo, para a manutenção da homeostase sérica, essencial à manutenção da vida (Lelovas et al., 2008). Como em todos os tecidos conectivos, os componentes fundamentais do osso são células e a matriz extracelular. Esta última é particularmente abundante e é constituída por fibras colágenas e proteínas não-colágenas (Min et al., 2012). O método mais utilizado para analisar a saúde óssea é a medida da densidade mineral óssea é a densitometria óssea. O exame de densitometria óssea institui-se como um método eficiente, simples, rápido para se medir a densidade mineral óssea, e detectar o grau da osteoporose, indicar a probabilidade de fraturas e auxiliar no tratamento médico (Hawkins et al., 2009).

A Tomografia Computadorizada (TC) é uma técnica que permite a visualização de seções transversais (cortes internos) de um objeto de forma não destrutiva (Lasso et al., 2008). Mais

que uma simples imagem radiográfica, a TC divide virtualmente o objeto de estudo em “fatias” nas quais são mapeados parâmetros físicos como a densidade e a porosidade de cada região interna do objeto que são apresentadas na forma de imagens bidimensionais e tridimensionais (3D).

Por exemplo, no caso de ossos, pode-se estudar a estrutura trabecular, medindo-se a sua densidade, para verificar a existência de processos de osteopenia ou osteoporose (Chappard et al., 2010). Filmes à base de proteínas apresentam propriedades mecânicas superiores aos filmes produzidos a partir de polissacarídeos. Filmes baseados em proteínas agem como barreiras que controlam a transferência de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, óleos e gorduras. Uma proteína que vem sendo muito utilizada são as zeínas, que são extraídas do milho, ricas em prolamina e glutamina e apresentam características estáveis de formação de filmes, podendo ser empregadas no revestimento de superfícies orgânicas. Assim, para avaliar a toxicidade ou não destes materiais, neste trabalho analisou-se ossos da tíbia e vértebras de ratos

submetidos à alimentação de ração revestida com filmes de zeína com nanofibras de celulose.

## Materiais e métodos

Foram utilizados 20 ratos machos da linhagem Wistar com idade de 3 meses, que foram divididos em dois grupos de 10 indivíduos, todos ficaram em gaiolas metabólicas para controle de urina, fezes, ingestão de água e alimentação por 50 dias.

O grupo de animal experimental foi alimentado com ração Bio Tec da marca Biobase revestida com os filmes de zeína com nanofibra de celulose e o grupo controle com ração do mesmo lote porém sem revestimento. Ao término desses dias, os animais foram sacrificados, retirados os seguintes ossos: vértebras, tíbia e fêmur,

Neste trabalho foi feito as análises da Tíbia e da Vértebra por Densitometria óssea e Microtomografia de Raio-x respectivamente. As tíbias foram analisadas no Densitômetro ósseo da Unesp de Araçatuba, no equipamento DPX – Alpha Lunar, EUA, software especial para pequenos animais.

## Resultados e discussão

Os resultados das análises das tíbias seguem na tabela :

Tab 1– Tabela de Densitometria óssea do grupo de animais controle e experimental (CMO = Conteúdo Mineral Ósseo e DMO = Densidade Mineral Óssea).

<b>Controle</b>			
<b>Animal</b>	<b>CMO</b>	<b>Area</b>	<b>DMO</b>
1	0.28	1.63	0.17
2	0.25	1.35	0.19
3	0.28	1.57	0.18
4	0.29	1.61	0.18
5	0.25	1.56	0.16
6	0.26	1.64	0.16
7	0.24	1.44	0.16
8	0.31	1.66	0.19
9	0.31	1.77	0.18
10	0.24	1.54	0.15
<b>Média</b>	<b>0.27</b>	<b>1.58</b>	<b>0.17</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>0.03</b>	<b>0.12</b>	<b>0.01</b>
<b>Controle</b>			
<b>Animal</b>	<b>CMO</b>	<b>Area</b>	<b>DMO</b>
1	0.23	1.39	0.17
2	0.3	1.67	0.18
3	0.26	1.52	0.17
4	0.23	1.53	0.15
5	0.32	1.77	0.18
6	0.25	1.51	0.16
7	0.28	1.58	0.18
8	0.25	1.71	0.15
9	0.3	1.73	0.17
10	0.28	1.48	0.19
<b>Média</b>	<b>0.27</b>	<b>1.59</b>	<b>0.17</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>0.03</b>	<b>0.12</b>	<b>0.01</b>

Conforme mostrado na tabela, os dois grupos de animais não tiveram variações nos valores do Conteúdo Mineral ósseo (CMO) e na Densidade Mineral óssea (DMO). Os valores desses dois parâmetros comparando os animais que foram alimentados com a ração com revestimento, com os animais que foram alimentados com a ração sem revestimento, não tiveram diferença significativa que nos mostrasse que a ração revestida poderia interferir ou alterar a estrutura óssea desses animais, ou seja, esse tipo de alimentação proporcionada aos animais não causou nenhum dano, ou algum tipo de propensão à doenças relacionadas aos ossos.

Tab 3 – Tabela de Comparação de estrutura dos ossos entre grupo Controle (C1, C5 e C10) e grupo Experimental (E1, E5 e E10) por Microtomografia de Raio-X.

	<b>C1</b>	<b>C5</b>	<b>C10</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>Volume do Tecido (mm<sup>3</sup>)</b>	175.13	180.10	224.52	<b>193.25</b>	<b>27.19</b>
<b>Volume do Osso (mm<sup>3</sup>)</b>	20.90	21.90	26.53	<b>23.11</b>	<b>3.00</b>
<b>Percent. do volume do Osso (%)</b>	11.94	12.16	11.82	<b>11.97</b>	<b>0.17</b>
<b>Espessura da trabecula (mm)</b>	0.19	0.18	0.18	<b>0.18</b>	<b>0.01</b>
<b>Numeros de trabeculas (mm)</b>	0.61	0.69	0.64	<b>0.65</b>	<b>0.04</b>
<b>Separação das trabeculas (mm)</b>	1.56	1.53	2.03	<b>1.71</b>	<b>0.28</b>
	<b>E1</b>	<b>E5</b>	<b>E10</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>Volume do Tecido (mm<sup>3</sup>)</b>	225.41	307.33	226.56	<b>253.10</b>	<b>46.97</b>
<b>Volume do Osso (mm<sup>3</sup>)</b>	20.95	32.31	23.01	<b>25.42</b>	<b>6.05</b>
<b>Percent. do volume do Osso (%)</b>	9.30	10.51	10.16	<b>9.99</b>	<b>0.63</b>
<b>Espessura da trabecula (mm)</b>	0.17	0.18	0.19	<b>0.18</b>	<b>0.01</b>
<b>Numeros de trabeculas (mm)</b>	0.54	0.60	0.55	<b>0.56</b>	<b>0.03</b>
<b>Separação das trabeculas (mm)</b>	1.98	2.15	1.80	<b>1.97</b>	<b>0.17</b>

A tab 3 é mostrado os resultados de Microtomografia de Raio-x, nessa análise conseguimos calcular o volume do tecido nos ossos, o volume do osso, quantidade de trabéculas e a espessura delas. Comparando os valores dos animais controle com os experimentais, observamos que todos os parâmetros do grupo experimental, foram superior ao grupo controle, isso talvez deve-se ao grupo experimental ter se alimentado melhor com a ração revestida em relação ao grupo controle com a ração não revestida. Porém essa alteração nos parâmetros não é prejudicial, muito pelo contrário, quanto maior o volume ósseo, mais massa óssea, ou seja, mais cálcio, fósforo e outros minerais.

---

## Conclusões

---

Os resultados obtidos, neste experimento, nos permite concluir que a ração revestida com filmes de zeína e nanofibra não influenciou na densidade mineral óssea e nem o conteúdo mineral ósseo. O que é um indicativo de que o consumo de alimentos revestidos com filmes de zeína com adição de nanofibras de celulose e plastificantes não influenciam o desenvolvimento ósseo na fase de crescimento dos animais utilizados neste experimento.

---

## Agradecimentos

---

Os autores agradecem ao CNPq, Finep, Capes e Projeto MP1 Rede Agronano – Embrapa.

---

## Referências

---

CHAPPARD, D.; LIBOURAN, H.; LEGRAND, E.; IFRAH, N.; MASSON, C.; BASLE, M.F.; AUDRAN, M. Computed microtomography of bone specimens for rapid analysis of bonechanges associated with malignancy, *The Anatomical Record*, v. 293, p. 1125 – 1133, 2010.

HAWKINS, J.; CIFUENTES, M.; PLESHKO, N.L.; SOHAN, H.A.; SHAPSES, S.A. Energy restriction is associated with lower bone mineral density of the tibia and femur in lean but not obese female rats. *The journal of Nutrition: Nutrition and Disease*, p. 31 – 37, 2009.

LASSO, P.R.O.; VAZ, C.M.P.; NAIME, J.M. Recomendações para utilização do microtomógrafo de raios-X Sky Scan 1172 em ciências agrárias e biológicas, In *Documentos Embrapa*, ISSN 1518-7179, 22p, 2008.

LELOVAS, P.P.; XANTHOS, T.T.; THOMA, S.E.; LYRITIS, G.P.; DONTAS, I.A. The laboratory rat as an animal model for osteoporosis research. *Comparative Medicine*, v. 58, n. 5, p. 424 – 430, 2008.

MIN, D.; XIANG, W.Y.; GRIFFITH, J.F.; GANG, L.; AHUJA, A.T.; WAI, P.S. Characteristics of rat lumbar vertebral body bone mineral density and differential segmental responses to sex hormone deficiency: a clinical multidetector computed tomography study. *Biomed Environ Science*, v. 25, n.6, p. 607 – 613, 2012.