

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE NATAÇÃO NO COMPORTAMENTO ÓSSEO EM RATOS QUE RECEBERAM PROPILTIOURACIL**Geferson Nunes Araújo<sup>1</sup>, Laís Tonello<sup>1</sup>, Jéssica de Carvalho<sup>1</sup>, Eduardo Fernandes de Miranda<sup>2</sup>**RESUMO**

Hipotireoidismo, patologia caracterizada pela diminuição dos hormônios tiroxina (T4) e triiodotironina (T3). Um desses distúrbios é a diminuição da massa óssea, decorrente da diminuição do metabolismo das células ósseas, causada pela perda de cálcio. Podemos encontrar, na literatura, estudos comprovando que o exercício aeróbico aumenta o ganho de massa óssea, reabilitando-a em um estado mais saudável. O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos de 120 dias de treinamento de natação no comportamento ósseo de ratos em condição de hipotireoidismo. Foram utilizados 24 ratos *Rattus Norvegicus*, machos, de aproximadamente 45 dias, peso entre 200g / 250g, subdivididos aleatoriamente em quatro grupos: grupo treinado em condição de hipotireoidismo (GT-HIPO), grupo sedentário em condição de hipotireoidismo (GS-HIPO), grupo treinado – água destilada (GT-AD) e grupo sedentário – água destilada (GS-AD). Os GT-HIPO e GT-AD foram treinados por cinco dias/semana durante 1h, com sobrecarga presa ao tórax correspondente a 5% do peso corporal de cada animal. Após os 120 dias, os animais foram sacrificados para retirada do fêmur, rádio, tíbia e úmero, para análise do comprimento e peso. Dentre os resultados encontrados, o comprimento dos ossos não obteve diferença significativa; o peso teve diferença significativa ( $p < 0,05$ ): no úmero e fêmur, os GT-AD e GS-AD, em comparação os GT-HIPO e GS-HIPO; na tíbia e rádio, os GT-AD e GS-AD também apresentaram diferença significativa do GT-HIPO. Portanto, este estudo não conseguiu alcançar a hipótese almejada, que seria uma alteração tanto no comprimento, quanto no peso ósseo.

**Palavras-chave:** Cretinismo, Exercício Físico, Densidade Mineral Óssea.

- 1- Centro Universitário UnirG - Gurupi-TO.
- 2- Centro Universitário UNIRG - Gurupi-TO  
Laboratório de Biociências da Motricidade Humana (LABIMH) - UNIRIO

**ABSTRACT**

Effects of swimming training on bone behavior in rats that had received propiltiouracil

Hypothyroidism is a pathology characterized by a decrease of the hormones thyroxine (T4) and triiodothyronine (T3), which causes several structural disorders in the body. One of these disorders is the decrease in bone mass caused by calcium loss in the diminution of the metabolism of bone cells. It can found in the literature showing that aerobic exercise increases bone mass gain rehabilitating it in a healthier state. This study aimed to analyze the effects of 120 days of swimming training on bone behavior of rats in condition of hypothyroidism. We used 24 rats *Rattus Norvegicus*, male with approximately 45 days, weighing 200g / 250g randomly divided into four groups: Trained group in a state of hypothyroidism (GT-HIPO), Sedentary group on condition of hypothyroidism (GS-HIPO), Trained group – distilled water (GT-AD) and sedentary group – distilled water (AD-GS). The GT-HIPO and GT-AD were trained for five days/week for 1 hour with overload attached to the thorax corresponding 5% of body weight of each animal. After 120 days the animals were sacrificed to remove the femur, radio, tibia and humerus to analyze their length and weight. Among the findings, the length of the bones did not achieve significant difference, but the weight was significant ( $p < 0,05$ ) in the humerus and the femur in GT-AD and GS-AD when compared to the GT-HIPO and GS-HIPO, in tibia and the radio GT-AD and GS-AD compared to in the GT-HIPO. Therefore, this study failed to achieve the desired hypothesis, which would be a change both in bone length and weight.

**Key words:** Cretinism. Physical exercise. Bone mineral density.

Endereço para correspondência:  
geferson-08@hotmail.com  
lais101288@gmail.com  
jessi\_caedfisica@hotmail.com  
eduardounirg@gmail.com

## INTRODUÇÃO

O hipotireoidismo é ocasionado pela baixa produção dos hormônios pela tireóide, acarretando várias desordens endócrinas (Ganong, 1989; Rastogi e Stephen, 2010; Pluta, 2010). Com a diminuição do metabolismo das células ósseas, causada pela perda de cálcio, acarretando a osteopenia, tais sintomas aumentarão, ocasionando a osteoporose. Sendo que em seres humanos, a osteoporose é decorrente do aumento do catabolismo ósseo e redução do processo anabólico do osso (Ribeiro e colaboradores, 2004; Lida e colaboradores, 2010), retardando o crescimento e modificando todo metabolismo ósseo.

Já o exercício físico apresenta efeito significativo sobre o osso, minimizando a osteopenia. Com atividades de baixa carga de treino, com carga moderada, o exercício auxilia no ganho de massa óssea, promovendo também alterações no metabolismo ósseo (Oscarino e Seakides, 2005; Liu, Brumme-Smith e Ilich, 2011).

O tecido ósseo se reorganiza de acordo com a mudança da força do mecanismo, ou seja, mudando as intensidades do exercício físico haverá transformação no osso (Florindo, 2000). Sendo que a prática de atividade física, com uma carga moderada por quatro semanas, trará um aumento significativo na mineralização óssea dos membros superiores e inferiores, quando comparado com um grupo controle. Pode-se, assim, incluir atividades e exercícios físicos de locomoção para produzir um pico de massa óssea (Angin e Erden, 2009).

Mediante a abordagem realizada anteriormente, não foi encontrado, na literatura, estudos que apontam o exercício físico como uma alternativa para minimizar os efeitos deletérios do hipotireoidismo. Deste modo, parte-se do seguinte objetivo: analisar os efeitos de 120 dias de treinamento de natação no comportamento ósseo de ratos em condição de hipotireoidismo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

Foram utilizados 24 ratos, de espécie *Ratus Norvegicus*, com aproximadamente 45 dias e peso entre 200g a 250g. Mantidos por

sete dias no novo ambiente, visando à aclimação, com condições ambientais controladas e ambiente higienizado. Os animais são provenientes do Biotério do Centro Universitário UnirG, seguindo todos os princípios éticos, segundo o Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (CBEA), com base na Lei 11.794, regulamentada no inciso VII do § 1º do artigo 225 da Constituição Federal.

Os grupos foram divididos aleatoriamente em quatro grupos: Grupo Treinamento Aeróbico Hipotireoidismo (n=6), recebeu 1mg/0,5ml/animal propiltiouracil (GTA-HIPO); Grupo Controle Sedentário Hipotireoidismo (n=6), recebeu 1mg/0,5ml/animal de propiltiouracil (GCS-HIPO); grupo Controle Treinamento Aeróbico (n=6), recebeu água destilada 0,5ml/animal (GTA-AD); Grupo Controle Sedentário (n=6), recebeu água destilada 0,5ml/animal (GCS-AD).

Os animais tiveram livre acesso à água e ração, e sendo mantidos em oito caixas (3 animais/caixa) de polipropileno medindo 41 x 34 x 16 cm, forradas com 3 cm de palha de arroz seca. O ambiente, monitorado de forma automática através de fotocélula da marca relé, para que o fotoperíodo seja de 12/12 horas, sendo o início do período claro às 18 horas.

### Indução do hipotireoidismo

A droga e a água destilada foram administradas, diariamente, por via oral, utilizando-se uma agulha de gavagem, de aço inox BD-12, cânula com diâmetro 1,2 mm, esfera 2,3 mm, raio de 40 mm e comprimento de 54 mm. Na concentração de 50mg de propiltiouracil, diluído em 25 ml de água destilada, para obter uma dosagem de 1mg/0,5ml/animal para os grupos com hipotireoidismo e 0,5 ml/animal de água destilada para os grupos controle sofrerem a mesma manipulação que os animais dos outros grupos, onde foi ministrado por 120 dias, para ocorrer a indução do hipotireoidismo (Ribeiro e colaboradores, 2004).

### Treinamento de Natação

Os animais foram submetidos ao treinamento de natação em uma caixa d'água de 500 litros, onde foram distribuídos 12 canos com 60 cm de altura e 200 mm de diâmetro, na qual o volume de água foi planejado de

# Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

forma a evitar que a cauda do animal atingisse o fundo do recipiente, para não diminuir o esforço. Cada rato ficou em um cano no decorrer do treinamento. A água utilizada foi da torneira e aquecida com três aquecedores 220v da marca Western e controlada para ficar entre 30° C e 32° C, através de termômetro da marca Flopy.

Após os sete dias de adaptação ao novo ambiente, os animais foram mantidos em 5 cm de água durante 2 horas/dia, pelo período de sete dias (Tutkun, Ayyildiz e Agar, 2010), com a finalidade de adaptação à água,

reduzindo o estresse, sem promover ganhos no condicionamento físico (Souza e colaboradores, 2009).

Na tabela abaixo está apresentado o tempo e a sobrecarga do GTA-HIPO e do GTA-AD, durante os 120 dias. A sobrecarga está expressa em porcentagem, sendo calculada a partir do peso corporal do animal. Esse protocolo de treino foi adaptado do estudo de Pauli e colaboradores (2005), no qual ele treinou seu grupo por apenas oito semanas.

**Tabela 1** - Protocolo de treinamento moderado de natação.

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
<b>Semana 1</b>	T: 15' SC: 0%	T:20' SC: 0%	T:30' SC: 0%	T:40' SC: 0%	T:40' SC: 1%
<b>Semana 2</b>	T: 50' SC: 1%	T: 50' SC: 2%	T: 60' SC: 2%	T: 50' SC: 2%	T: 60' SC: 2%
<b>Semana 3</b>	T: 40' SC: 3%	T: 50' SC: 3%	T: 60' SC: 3%	T: 60' SC: 3%	T: 60' SC: 3%
<b>Semana 4</b>	T: 60' SC: 3%				
<b>Semana 5</b>	T: 60' SC: 3%	T:60' SC: 3%	T:60' SC: 3%	T:60' SC: 3%	T:60' SC: 3%
<b>Semana 6</b>	T: 60' SC: 3%				
<b>Semana 7</b>	T: 60' SC: 3%				
<b>Semana 8</b>	T: 60' SC: 3%				
<b>Semana 9</b>	T: 60' SC: 3%				
<b>Semana 10</b>	T: 60' SC: 3%				
<b>Semana 11</b>	T: 60' SC: 3%				
<b>Semana 12</b>	T: 60' SC: 3%				
<b>Semana 13</b>	T: 60' SC: 3%				
<b>Semana 14</b>	T: 60' SC: 3%				
<b>Semana 15</b>	T: 60' SC: 3%				
<b>Semana 16</b>	T: 60' SC: 3%				

T: tempo de treinamento; SC: porcentagem de sobre carga presa ao tórax.

## Coleta de Dados

A coleta de dados desta pesquisa foi realizada após os 120 dias de intervenção.

Após este tempo, os animais foram sacrificados com guilhotina. Posteriormente, foi retirado o fêmur, a tíbia, o rádio e o úmero direito dos animais que foram dissecados e

colocados em formalina 10% (Ribeiro e colaboradores, 2004), durante dez horas, para retirada de todo tecido mole, manualmente, com auxílio de pinça e bisturi. Em seguida, analisado o comprimento, com auxílio de régua milimetrada, e o peso, utilizando a balança analítica da marca NEVA Jewelry Scale, modelo JNV -10eW, capacidade 20g-10g exatidão 0.002g-0.001 g.

### Tratamento Estatístico

Foi utilizada análise descritiva com a média e desvio padrão. Para fazer a comparação dos resultados entre os grupos, utilizou-se o protocolo "Shapiro – Wilk": um

critério. O p-value inferior a 0,05 será considerado estatisticamente significativo. BioEstat versão 5.0 será utilizado como pacote estatístico.

### RESULTADOS

Podemos observar na Tabela I, que o peso do úmero e do fêmur dos grupos GT – AD e GS – AD obteve uma diferença significativa em relação aos grupos GT – HIPO e GS – HIPO. Já no rádio e na tibia, a diferença de peso ocorreu nos grupos GT – AD e GS – AD, em relação o grupo GT – HIPO.

**Quadro 1:** Peso dos ossos dos grupos experimentais

OSSO	GT-HIPO	GS-HIPO	GT-AD	GS-AD
Úmero	0,48 ± 0,03	0,48 ± 0,03	0,42 ± 0,03ab	0,40 ± 0,03ab
Rádio	0,11 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,09 ± 0,01a	0,09 ± 0,01a
Fêmur	1,08 ± 0,04	1,06 ± 0,06	0,95 ± 0,06ab	0,96 ± 0,05ab
Tíbia	0,69 ± 0,03	0,66 ± 0,04	0,61 ± 0,04a	0,62 ± 0,05a

O comprimento dos ossos não obteve nenhuma diferença significativa, conforme

almejava a pesquisa. A Tabela II aponta os respectivos resultados obtidos.

**Quadro 2:** Comprimento dos ossos dos grupos experimentais

OSSO	GT-HIPO	GS-HIPO	GT-AD	GS-AD
Úmero	3,07 ± 0,05	3,10 ± 0,09	3,12 ± 0,04	3,12 ± 0,04
Rádio	2,70 ± 0,06	2,67 ± 0,08	2,68 ± 0,04	2,72 ± 0,08
Fêmur	4,10 ± 0,09	4,07 ± 0,08	4,10 ± 0,11	4,10 ± 0,06
Tíbia	4,37 ± 0,12	4,35 ± 0,14	4,30 ± 0,11	4,32 ± 0,08

### DISCUSSÃO

Antes de começarmos as discussões pertinentes sobre os resultados obtidos, é de suma importância ressaltar que, diante do objetivo do estudo, que foi analisar os efeitos de 120 dias de treinamento de natação no comportamento ósseo de ratos em condição de hipotireoidismo, não foi identificado nenhum resultado significativo que corrobore com a literatura existente.

No entanto, Boeloni e colaboradores, (2010) realizou uma pesquisa em 33 ratas com idade de dois meses, tendo, como objetivo, avaliar as diferenças sítio-ósseo dependentes, decorrentes do efeito das disfunções tireoidianas na porcentagem de tecido ósseo trabecular do fêmur e das vértebras lombares de ratas. Na conclusão do estudo, pode-se observar que o hipotireoidismo apresentou uma diminuição significativa da porcentagem

de tecido ósseo trabecular nas vértebras do grupo hipotireóideo, em comparação com o grupo eutireóideo (controle), devido à baixa ativação dos osteoblastos. Deste modo, o hipotireoidismo causa um retardo na ossificação e redução do crescimento ocorrente da redução do metabolismo ósseo.

Reforçando o efeito do hipotireoidismo no osso, Ribeiro e colaboradores (2004) verificaram o efeito do hipotireoidismo sobre a morfologia das paratireóides e de todo o esqueleto na falta e suficiência dos esteróides femininos, sendo feita esta análise no comprimento ósseo do rádio, tibia, úmero e fêmur. Foram utilizadas 32 ratas, subdivididas em grupo controle castrado e não castrado e em grupo hipotireóideano castrado e não castrado. Nos resultados, foi identificado maior comprimento nos ossos dos não hipotireóideos, quando comparados com os grupos hipotireóideos. Comparando os

resultados somente dos não castrados, o úmero do grupo controle apresentou 2,74 ( $\pm$  0,10) em relação ao hipotireóideo, que apresentou 2,50 ( $\pm$  0,08); o fêmur controle apresentou 3,66 ( $\pm$  0,10) e o hipotireóideo, 3,32 ( $\pm$  0,05); a tíbia controle 4,00 ( $\pm$  0,12) e o hipotireóideo, 3,75 ( $\pm$  0,07); e o rádio controle 2,62 ( $\pm$  0,11) e o hipotireóideo, 2,44 ( $\pm$  0,09), assim demonstrando que o hipotireoidismo aumentou a reabsorção óssea.

Em investigações com seres humanos, são encontrados resultados com os mesmos princípios. Lida e colaboradores (2010) relatou um paciente que desenvolveu mixedema, devido tanto à origem central e primário, TSH deficiente e tireoidite de Hashimoto. No diagnóstico, o paciente apresentou desenvolvimento de osteoporose severa, além de várias outras doenças. Mostrando que o hipotireoidismo causa um retardo no crescimento e perda acentuada de cálcio, modificando todo o metabolismo ósseo. Sendo assim, o peso e o comprimento dos ossos dos animais da nossa pesquisa não corroboraram os resultados descritos nos estudos acima, em que os grupos com hipotireoidismo deveriam apresentar valores menores em relação aos grupos controle. Os nossos resultados, em comparação com o estudo de Ribeiro e colaboradores (2004), foram totalmente diferentes. Um dos fatores que explica a diferença, é o fato de que no estudo de Ribeiro e colaboradores (2004) foram utilizadas fêmeas castradas e não castradas, já no nosso estudo foram utilizados machos, o que pode ser um fator determinante para a diferença de resultados.

Outro ponto importante refere-se ao exercício físico, tema sobre o qual Haach (2006) realizou uma pesquisa, com o objetivo de identificar as mudanças causadas pela aplicação de ultrassom em ossos osteopênicos em comparação com as mudanças causadas pelos exercícios físicos. Para tal, utilizou 35 ratos fêmeas divididos em cinco grupos. O protocolo foi realizado em 12 semanas; a realização do exercício se deu por três semanas, com 40 minutos para caminhada e três semanas de 10 séries de exercícios para salto. Concluiu-se que o salto e a caminhada apresentaram respostas satisfatórias na prevenção da massa óssea, ficando evidente que o salto provocou maior espessura trabecular (83,615), em

comparação aos outros grupos, apontando que o tratamento com salto é mais efetivo.

Em uma revisão realizada por Liu, Brummel-Smith e Ilich (2011), o objetivo foi investigar os benefícios potenciais do exercício aeróbico e vibração de corpo inteiro para a densidade mineral óssea em população idosa, e discutir os possíveis mecanismos de ação, utilizando 17 estudos como base para toda a pesquisa. Para dar enfoque ao osso, excluíram-se alguns estudos, deixando somente quatro, que tratavam diretamente do assunto, e assim foi possível analisar os benefícios que o exercício aeróbico, como a caminhada, proporciona para a massa óssea. Foi possível concluir que os estudos evidenciaram um aumento ou até mesmo a manutenção da densidade mineral óssea, reduzindo os riscos de fraturas.

Diante desses estudos, surgiu outra controvérsia a respeito do estudo ora realizado. Pois, sendo assim, o grupo GT-AD deveria ter obtido peso ósseo maior, em comparação aos grupos com hipotireoidismo. Uma hipótese que se pode levantar é que o estudo foi realizado em um ambiente aquático sem impacto. Cunha e colaboradores (2007), ao fazerem uma revisão, com o objetivo de verificar os efeitos do treinamento com exercícios resistidos na prevenção da osteoporose, verificaram que o treinamento resistido auxilia no ganho de DMO. A caminhada também proporciona esse benefício, embora esses efeitos tenham sido mínimos. Já a natação é apontada como um exercício que apresenta pouca eficácia, ou nenhuma, para a formação óssea e, desse modo, pode ter contribuído, de alguma maneira, para não se chegar aos resultados esperados. Podemos ressaltar outro fator de influência, que vem a ser a indução do hipotireoidismo por 120 dias, utilizando o propiltioracil, sendo que em Ribeiro e colaboradores (2004), Gomes e colaboradores (2004) e Douglas e colaboradores (2006) podemos encontrar comprovação do estado de hipotireoidismo durante 120 dias de indução.

## CONCLUSÃO

Após 120 dias de estudos em condições experimentais, concluímos que não foi encontrada nenhuma diferença significativa no comportamento ósseo de ratos em

condição de hipotireoidismo, submetidos ao treinamento de natação.

Deste modo, o estudo com a natação não foi suficiente para obter os resultados esperados, ficando a sugestão de outros estudos, com a realização de análises mais sofisticadas da morfologia óssea.

### Agradecimentos

Agradecemos ao Centro Universitário UnirG, pelo apoio na infraestrutura do estudo.

### REFERÊNCIAS

- 1- Angin, E.; Erden, Z. The effect of group exercise on postmenopausal osteoporosis and osteopenia. TRNC, Mehmet Reis Physical Therapy and ehabilitation Center; 1Hacettepe University, Faculty of Health Sciences, Department of Physical Therapy and Rehabilitation, Acta Orthop Traumatol Turc. Vol. 43. Num. 4. 2009. p. 343-350.
- 2- Boeloni, J.N.; Silva, J.F.; Magalhães, F.C.; Goes, A.M.; Serakides, R. Efeitos sítio-ósseo dependentes no fêmur e vértebra de ratas com disfunções tireoidianas. Acta Ortopédica Brasileira. Vol. 18. Núm. 5. 2010. p. 291-294.
- 3- Cunha, C.E.W.; Pontes Junior, F.L.; Bacurau, R.F.P.; Navarro, F. Os exercícios resistidos e a osteoporose em idosos. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. São Paulo. Vol. 1. Num. 1. jan/fev. 2007. p. 18-28.
- 4- Douglas, N.; Olmedo, P.; Douglas, C.R.; Monte, O. Influência do hipotireoidismo induzido por propiltiouracil na mucosa gengival do rato. Revista arq. Bras. Endocrinol Metab. Vol. 50. Num. 5. Outubro 2006.
- 5- Florindo, A.A. Atividade Física Habitual e Densidade Mineral Óssea em Homens Adultos e Idosos. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Janeiro de 2000.
- 6- Ganong, W.F. Fisiologia médica. coordenação da tradução Walter Stefanuto. 5ª edição. São Paulo. Atheneu, 1989.
- 7- Gomes, M.G.; e colaboradores. Perfil Hematológico de Ratas Adultas Hipotireóideas Castradas e Não Castradas. Arq Bras Endocrinol Metab. Vol. 48. Num. 2. 2004.
- 8- Haach, L.C.A. Utilização do exercício físico versus ultra-som pulsado de baixa intensidade na manutenção de massa óssea. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos. 2006.
- 9- Lida, K.; Hino, Y.; Ohara, T.; Chihara, K. A case of myxedema coma caused by isolated thyrotropin stimulating hormone deficiency and Hashimoto's thyroiditis. Division of Diabetes and Endocrinology, Hyogo Prefectural Kakogawa Medical Center, Kakogawa 675-8555, Japan. Endocrine Journal. Vol. 58. Num. 2. 2010. p. 143-148.
- 10- Liu, Pei-Yang.; e colaboradores. Aerobic Exercise and Whole-Body Vibration in Offsetting Bone Loss in Older Adults. SAGE-Hindawi Access to Research Journal of Aging Research Volume 2011, Article ID 379674, 9 pages doi:10.4061/2011/379674.
- 11- Ocarino, N.M.; Serakides, R. Efeito da atividade física no osso normal e na prevenção e tratamento da osteoporose. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. Vol. 12. Num. 3. Novembro 2005. p. 164-168.
- 12- Pauli, J.R.; Almeida Leme, J.A.C.; Crespilho, D.M.; Mello, M.A.R.; Rogatto, G.P.; Luciano, E. Influência do treinamento físico sobre parâmetros do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal de ratos administrados com dexametasona. Rev Port Cien Desp. Num. 2. 2005. p. 143-152.
- 13- Pluta, R.M.; Burke, A.E.; Glass, R.M. Subclinical Hypothyroidism. American Thyroid Association, Institute of Diabetes and Digestive and Kidney. American Foundation of Thyroid Patients, Thyroid Foundation of America. Vol. 304. Num. 12. September 2010.
- 14- Rastogi, M.V.; Lafranchi, S.H. Congenital hypothyroidism. Department of Pediatrics, Division of Endocrinology, Oregon Health & Science University, 707 SW Gaines St., Portland, OR. USA, Journal of Rare Diseases 2010.

15- Ribeiro, A.F.C.; Serkides, R.; e colaboradores. Efeito da Associação Hipotireoidismo-Castração no Osso e nas Paratireóides de Ratas Adultas. *Revista Arq. Bras. Endocrinol Metal.* Vol.48. Num. 4. 2004. p. 525-534.

16- Souza, M.A.; e colaboradores. Swimming training prevents pentylentetrazol-induced inhibition of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase activity, seizures, and oxidative stress. *Epilepsia.* Num. 50. 2009. p. 811–823.

17- Tutkun, E.; Ayyildiz, M.; Agar, E. Short-duration swimming exercise decreases penicillin-induced epileptiform ECoG activity in rats. *Acta Neurobiol Exp.* Num. 70. 2010. p. 382–389.

Recebido para publicação em 10/09/2011

Aceito em 20/11/2011