

UNIVERSIDADE SÃO JUDAS TADEU  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

ANÁLISE MORFOMÉTRICA, ESTEREOLÓGICA E ULTRAESTRUTURAL DO  
MÚSCULO TRÍCEPS BRAQUIAL DE RATOS IDOSOS SUBMETIDOS A UM  
PROGRAMA DE TREINAMENTO DE FORÇA MUSCULAR

**Autor:** Vagner Nascimento da Silva

SÃO PAULO  
2007

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

VAGNER NASCIMENTO DA SILVA

ANÁLISE MORFOMÉTRICA, ESTEREOLÓGICA E ULTRAESTRUTURAL DO  
MÚSCULO TRÍCEPS BRAQUIAL DE RATOS IDOSOS SUBMETIDOS A UM  
PROGRAMA DE TREINAMENTO DE FORÇA MUSCULAR

Mestrado em Educação Física

Universidade São Judas Tadeu  
São Paulo  
2007

VAGNER NASCIMENTO DA SILVA

ANÁLISE MORFOMÉTRICA, ESTEREOLÓGICA E ULTRAESTRUTURAL DO  
MÚSCULO TRÍCEPS BRAQUIAL DE RATOS IDOSOS SUBMETIDOS A UM  
PROGRAMA DE TREINAMENTO DE FORÇA MUSCULAR

Tese apresentada à Banca Examinadora  
da Universidade São Judas Tadeu – SP,  
como exigência parcial para obtenção do  
título de Mestre em Educação Física sob  
orientação da Profa. Dra. Eliane Florêncio  
Gama.

Universidade São Judas Tadeu  
São Paulo  
2007

Silva, Vagner Nascimento da

Análise morfométrica, estereológica e ultraestrutural do músculo tríceps braquial de ratos idosos submetidos a um programa de treinamento de força muscular./ Vagner Nascimento da Silva. - São Paulo, 2007.

81 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2007.

Orientador: Profa. Dra. Eliane Florêncio Gama

Dedico a meus pais, professores, amigos e alunos que souberam me ensinar que APRENDER é uma das ações que define a vida.

*Ser feliz não é ter um céu sem tempestades, caminhos sem acidentes, trabalhos sem fadigas, relacionamentos sem decepções.*

*Ser feliz é encontrar força no perdão, esperança nas batalhas, segurança no palco do medo, amor nos desencontros.*

*Ser feliz não é apenas valorizar o sorriso, mas refletir sobre a tristeza.*

*Não é apenas comemorar o sucesso, mas aprender lições nos fracassos. Não é apenas ter júbilo nos aplausos, mas encontrar alegria no anonimato.*

*Ser feliz é reconhecer que vale a pena viver, apesar de todos os desafios, incompreensões e períodos de crise.*

*Ser feliz não é uma fatalidade do destino, mas uma conquista de quem sabe viajar para dentro do seu próprio ser.*

*Ser feliz é deixar de ser vítima dos problemas e se tornar autor da própria história. É atravessar desertos fora de si, mas ser capaz de encontrar um oásis no recôndito da sua alma. É agradecer a Deus a cada manhã pelo milagre da vida.*

*Ser feliz é não ter medo dos próprios sentimentos. É saber falar de si mesmo. É ter coragem para ouvir um "não". É ter segurança para receber uma crítica, mesmo que injusta. É beijar os filhos, curtir os pais e ter momentos poéticos com os amigos, mesmo que eles nos magoem.*

*Ser feliz é deixar viver a criança livre, alegre e simples que mora dentro de você. É ter maturidade para falar: "Eu Errei". É ter ousadia para dizer: "Me Perdoe". É ter sensibilidade para confessar: "Eu Preciso De Você".*

*Ser feliz é ter a capacidade de dizer: "Eu Te Amo".*

Fone: [Mensagens e Poemas](#)

## Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que me ajudaram em mais esse estágio de minha vida.

Agradeço a querida Mãezinha Marli Vieira pelo constante apoio e incentivo durante toda minha vida.

Ao meu saudoso paizinho Amaro Antônio que no início do curso nos deixou, deixando muita, mais muita saudade. Mas tenho certeza que um dia vamos nos encontrar e assim poder dizer novamente “paizinho eu te amo”.

A minha querida esposa Karina Fernandes pelo seu apoio e por sua paciência nessa longa caminhada.

Aos meus amigos de mestrado pela força, pela confiança, por ter acreditado que ao final desses anos poderíamos vencer.

Ao Romeu Rodrigues e a Laura pela colaboração e por acreditar nesse projeto

A minha querida orientadora Eliane Florêncio Gama pela dedicação com que me orientou, por sua paciência e por ter acreditado em mim e no meu projeto.

A todos meus familiares, amigos, alunos que me estimularam a vencer mais uma etapa de minha vida.



## SUMÁRIO

1. Introdução	19
2 . Revisão da Literatura	23
2.1. Miócito	23
2.2. Aspectos Funcionais do Envelhecimento dos Tecidos	24
2.3. Envelhecimento Muscular	25
2.4. Sarcopenia	27
2.5. Treinamento de Força	29
2.6. Modelos Experimentais para Treinamento de Força	34
3. Objetivos	37
3.1. Objetivo Geral	38
3.2. Objetivo Específico	38
4. Materiais e Métodos	40
4.1. Amostra	40
4.2. Equipamento para o Treinamento	41
4.3. Processo de Adaptação	45
4.4. Protocolo de Treinamento de Hipertrofia	45
4.5. Eutanásia dos animais	48
4.6. Morfometria	48
4.7. Estereologia	49
4.8. Ultraestrutura	50
4.9. Análise Estatística	51
5. Resultados	53

5.1. Análise da Massa Corporal e Carga de Treinamento	53
5.2. Análise Morfométrica	55
5.3. Análise Estereológica	57
5.4. Análise Ultraestrutural	60
6. Discussão	71
7. Conclusão	77
8. Referências Bibliográficas	78

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. População Idosa no estado de São Paulo	19
Figura 2. Curva teórica do envelhecimento para a força muscular	32
Figura 3. Escada utilizada para o treinamento de força	42
Figura 4. Ilustração dos animais realizando o treinamento de força	43
Figura 5. Pesos para o aumento da sobrecarga	44
Figura 6. Fotomicrografia que ilustra a utilização do programa de Análise de Imagem (AxioVision)	49
Figura 7. Gráfico da Massa Corporal e Carga	55
Figura 8. Representa a área dos miócitos nos diferentes grupos	56
Figura 9A. Gráfico da área dos miócitos, tecidos intersticial e dos capilares do grupo CI	59
Figura 9B. Gráfico da área dos miócitos, tecidos intersticial e dos capilares do grupo CF	59
Figura 9C. Gráfico da área dos miócitos, tecidos intersticial e dos capilares do grupo T	59
Figura 10. Eletronmicrografia do grupo CI com aumento de 25000x	61
Figura 11. Eletronmicrografia do grupo CI com aumento de 50000x	62
Figura 12. Eletronmicrografia do grupo CI com aumento de 7500x	63
Figura 13. Eletronmicrografia do grupo CF com aumento de 7500x	64
Figura 14. Eletronmicrografia do grupo CF com aumento de 25000x	65
Figura 15. Eletronmicrografia do grupo CF com aumento de 25000x	66

Figura 16. Eletronmicrografia do grupo T com o aumento de 25000x	67
Figura 17. Eletronmicrografia do grupo T com o aumento de 25000x	68
Figura 18. Eletronmicrografia do grupo T com o aumento de 7500x	69

## LISTA DE ABREVIATURAS

**CI:** Grupo de ratos Controle Inicial

**CF:** Grupo de ratos Controle Final

**T:** Grupo de ratos Treinados

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Índice de aumento da carga	54
Quadro 2 – Mostra os percentuais das cargas em relação a 1 <sup>a</sup> carga de treinamento.	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Divisão dos grupos	41
Tabela 2 – Tabela de Heyward	47
Tabela 3 – Massa corporal dos diferentes grupos	53
Tabela 4 – Comparação estatística entre os grupos	56
Tabela 5. Comparação estatística do miócito	57
Tabela 6. Comparação estatística do tecido intersticial	58
Tabela 7. Comparação estatística dos capilares	58

## RESUMO

### ANÁLISE MORFOMÉTRICA, ESTEREOLÓGICA E ULTRAESTRUTURAL DO MÚSCULO TRÍCEPS BRAQUIAL DE RATOS IDOSOS SUBMETIDOS A UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE FORÇA MUSCULAR

**Autor:** Vagner Nascimento da Silva

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup> Dra Eliana Florêncio Gama

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO E STRICTO SENSU EM EDUCAÇÃO FÍSICA - Laboratório do Movimento Humano – Universidade São Judas Tadeu

O processo de envelhecimento é inerente a todo ser vivo. Com o envelhecimento o corpo começa a sofrer alterações fisiológicas e morfológicas. Porém nesse estudo vamos tratar apenas das alterações morfológicas. No sistema músculo esquelético há uma perda da massa muscular que é denominada de sarcopenia e está associada ao envelhecimento. Dos 20 aos 80 anos de idade um indivíduo perde cerca de 40% de massa muscular e dessa maneira algumas fibras brancas entram em processo de atrofia total. Estudos mostram que o treinamento da força pode resultar em aumentos significativos na massa muscular, na hipertrofia das fibras musculares e no desempenho relacionado à força. Ao longo do tempo vários estudos com modelos animais têm tentado simular a resposta do treinamento físico em humanos, porém há grande dificuldade em realizar um treinamento de força muscular em animais que estimule a adaptação do músculo esquelético e essas dificuldades estão associadas com o modelo do programa de treinamento de força. Portanto o objetivo desse estudo foi testar a eficiência de um protocolo com uso de diferentes cargas aplicadas a ratos idosos, e analisar as possíveis alterações quantitativas e qualitativas que ocorrem no músculo tríceps braquial. Foram utilizados 15 ratos machos Wistar e divididos em 3 grupos: Controle inicial (CI), sacrificados aos 13 meses, controle Final (CF), sacrificados aos 16 meses e Treinados (T), sacrificados aos 16 meses. O treinamento foi realizado com a frequência de 5 vezes por semana, 6 vezes ao dia, durante 16 semanas. As sobrecargas impostas aos animais foram estabelecidas a partir de uma tabela de sobrecarga para idosos proposto por HEYWARD (1998). Os resultados mostraram que o peso corporal inicial e o peso corporal final não apresentaram diferenças significativas no grupo e na comparação entre os grupos. Os animais apresentavam um nível de desempenho progressivo durante todo o protocolo de treinamento, no final das 16 semanas os animais carregavam 570 – 750g de sobrecarga, aproximadamente 161% á 201% da carga inicial de treinamento. Na comparação do tamanho da área dos miócitos do músculo tríceps braquial dos grupos CI e CF não houve diferenças significativas. Na comparação dos grupos CF e T foram verificados aumentos significativos no tamanho da área dos miócitos, o aumento foi de 45% em relação ao grupo CF. A análise estereológica vem confirmar o aumento da densidade dos miócitos do grupo T em relação ao grupo CF e uma semelhança com o grupo CI, contudo os espaços interciais do grupo CI e T apresentaram uma diferença significativa em comparação ao grupo CF. Por meio de uma análise qualitativa da



ultraestrutura

do músculo tríceps braquial observamos uma maior quantidade no número de mitocôndrias no grupo CI e uma organização nas estruturas musculares. No grupo CF observamos uma desorganização nas estruturas musculares, um espaçamento entre as miofibrilas e as mitocôndrias eram raramente encontradas, já no grupo T a desordem das estruturas são menos pronunciadas e as mitocôndrias aparecem com mais frequência. Nosso estudo mostrou que o treinamento de força aplicado segundo o protocolo descrito levou a uma diferença na área dos miócitos de cerca de 45% entre os grupos T, CI e CF, confirmando quantitativamente que idosos treinados são capazes de preservar sua massa muscular. Os ganhos na área do miócito de forma significativa dependem do programa de treinamento que deve conter cargas intensas e progressivas, pois cargas leves e moderadas possivelmente não são suficientes para minimizar a perda da massa muscular com o envelhecimento. Entretanto são necessários mais estudos que viabilizem a utilização segura dos dados em animais para o humano.

Palavras chaves: morfometria, estereologia, músculo esquelético, treinamento de força, idosos, ratos.

## ABSTRACT

MORPHOMETRIC, ESTEREOLÓGICAL AND ULTRASTRUTURAL ANALYSIS OF THE BRACHIAL TRICEPS MUSCLE OF ELDERLY RATS SUBMITTED TO A MUSCULAR STRENGTH TRAINING PROGRAM.

**Author:** Vagner Nascimento da Silva

**Professor:** Profa. Dra. Eliana Florêncio Gama

STRICTO SENSO POST-GRADUATION PROGRAM IN PHYSICAL EDUCATION – Human Movement Laboratory – Universidade São Judas Tadeu

The aging process is inherent to every living being, as the body starts to grow old it goes through physiological and morphological alterations, however we will only consider the morphological alterations in this study. In the skeletal muscular system there is a loss of muscular mass which is called Sarcopenia and it is related to aging. From 20 to 80 years old, an individual loses about 40% of his muscular mass. In this way, some white fibers develop a total atrophy process. The strength program can result in meaningful increases in the muscular mass, in the hypertrophy of muscular fibers and in the performance related to strength. Throughout time many studies with animal models have been trying to simulate a response to the physical training in human beings, however it is very difficult to accomplish an ideal muscular strength training that stimulates the muscular skeletal adaptation. These difficulties are associated with the strength training program for rat model. Therefore the objective of this study was to test the efficiency of a protocol using different loads applied to elderly rats and analyse the possible quantitative and qualitative alterations that may occur in the brachial triceps muscle. 15 male Wister rats were used which were divided into 3 groups: Initial Control (CI), sacrificed at 13 months, Final Control (CF), sacrificed at 16 months and Trained (T) sacrificed at 16 months. The trainings took place 5 times a week, 6 times a day for 16 weeks. The overload imposed to the animals was established according to an overload table for elderly proposed by HEYWARD (1998). The results showed that the initial corporal mass and the final corporal mass didn't present any meaningful difference in the group and in the comparison between groups. The animals presented a progressive performance level during the whole training protocol, by the end of week 16; the animals were carrying 570 - 750g of overload, about 161% to 201% of the initial training load. In comparison of the area size of the brachial triceps muscle myocytes from groups CI and CF there weren't meaningful differences. In comparison of the groups CF and T was verified a meaningful increase in the myocytes area size, the increase was 45% compared to group CF. The stereological analysis confirms the density increase of the myocytes of group T in relation to group CF and a similarity with the group CI, although the interstitial spaces of the groups CI and T presented a meaningful difference in comparison to group CF. By means of a qualitative analysis of the brachial triceps muscle ultra structures carried in an electronic microscope, was observed a bigger quantity of mitochondrias in group CI and an organization in the muscular structures, in group CF was observed a

disorder in the muscular structures, a space among the myofibrils and mitochondrias were rarely found. In group T the structure disorder is less expressive and the mitochondrias are shown more frequently. Our study showed that the strength training applied according to the described protocol led to a 45% difference in the myocytes area between groups T and groups CI and CF, confirming quantitatively that elderly trained are capable of preserving their muscular mass. The meaningful gains in the myocytes area depend on the training program that must contain progressive and intense loads. Light and moderate loads possibly aren't enough to minimize the muscular mass loss caused by aging. Nevertheless, more studies are required to make the safe usage of the animal data in human beings practical.

Keywords: morphometric, stereology, skeletal muscle, strength training, elderly, rats.

## INTRODUÇÃO

---

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos houve um crescimento demográfico da população brasileira na faixa etária acima de 60 anos. Esse fenômeno afetou diretamente os profissionais e as equipes dos programas de saúde e de exercícios físicos, que se depara com a necessidade de compreender profundamente o processo de envelhecimento para que possam atender as exigências e necessidades dessa população.

Guedes (1999) apresenta os seguintes dados da população idosa que reside na cidade de São Paulo: a população total do estado é de 34.583.637 habitantes, sendo que 93% residem nas cidades; 5,5% da população total tem mais de 60 anos, o que significa em números 2.843.513 pessoas em processo de envelhecimento (Figura 1).

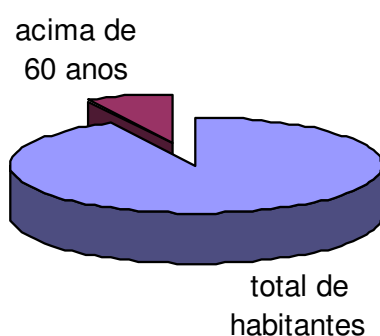


Figura 1. Dados sobre a população idosa no estado de São Paulo (Guedes, 1999).

Para Guedes (1999) a grande maioria dos idosos no Brasil é capaz de decidir sobre seus interesses e são independentes em suas atividades da vida diária. De acordo com os mais recentes conceitos gerontológicos os idosos que

mantém sua autodeterminação e realizam suas atividades diárias devem ser considerados “Idosos Saudáveis”, ainda que apresentem alguma doença crônica. Guedes (1999) afirma que o idoso “saudável” precisa apresentar uma boa “capacidade funcional”, o que significa manter as habilidades físicas e mentais necessárias para uma vida independente e autônoma.

Okuma (1998) relata que o envelhecimento é uma manifestação de efeitos que ocorrem ao longo de um período. É um processo biológico cujas alterações determinam mudanças estruturais no corpo, e em decorrência disso modificam suas funções. Entretanto, envelhecer é inerente a todo ser vivo. Para o homem esse processo pode ir além do “simples” ciclo biológico, pois pode acarretar conseqüências sociais e psicológicas. Portanto, falar sobre envelhecimento é falar de algo complexo. Tal complexidade resulta da interdependência entre os aspectos biológicos, psicológicos e socioculturais que interagem no ser humano. Porém nesse estudo vamos abordar os aspectos biológicos que acompanham o processo de envelhecimento, em particular as alterações morfológicas e ultraestruturais no músculo esquelético.

Com o passar do tempo o corpo humano sofre alterações fisiológicas como a diminuição da produção hormonal, prejuízos no aparelho digestório, diminuição do consumo de oxigênio, entre outras. No sistema muscular esquelético há uma perda da massa muscular que é denominada sarcopenia e está associada ao envelhecimento. Narici e colaboradores (2004) relatam que dos 20 aos 80 anos de idade um indivíduo perde cerca de 40% de massa muscular. Porém Volpi (2004), afirma que um indivíduo perde de 3% a 8% de massa muscular por ano.

A redução da força muscular pode avançar até que um indivíduo idoso não possa realizar as atividades comuns do cotidiano. Por isso é importante manter a força muscular à medida que se envelhece, pois a manutenção da força muscular é fundamental para a saúde, para manter a capacidade funcional e ter uma vida independente (FLECK & KRAEMER, 1999).

Essas mudanças estruturais implicam em perdas e alterações histológicas do músculo esquelético e do sistema nervoso associado ao músculo como: a diminuição da síntese protéica, diminuição da massa muscular, degeneração gradual do sistema nervoso, a redução da velocidade de condução do estímulo nervoso e em algumas fibras musculares as placas motoras também podem se degenerar. O processo de envelhecimento provoca também a diminuição na área de secção transversa das fibras de contração rápida (o mesmo ocorre com as fibras de contração lenta), podendo até aquelas fibras ser substituídas por tecido conjuntivo. Esse processo degenerativo pode ser minimizado com treinamento de força (CARNAVAL, 1995).

Essas diminuições e perdas são parâmetros complexos de se analisar, pois dependem de como as perdas estruturais são percebidas nas funções. No entanto, vários estudos mostraram que o treinamento de força melhora a síntese protéica e a hipertrofia das fibras musculares minimizando a perda da massa muscular e a alteração da função (PORTER, 2001, NARICI et al. 2004, TAAFFE, 2006). Nenhum trabalho pesquisado até o momento apresentou dados sobre as alterações morfológicas relacionados ao processo de envelhecimento associado a um treinamento de força com início em idade avançada. Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar se à aplicação de



exercícios com cargas progressivas produzem alterações no músculo tríceps braquial de ratos idosos.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. MIÓCITO

Cada músculo esquelético é constituído por uma parte vermelha, o ventre muscular e partes brancas, os tendões de origem e de inserção. No ventre encontram-se as células musculares, também chamadas fibras musculares, as quais efetivamente produzem a contração muscular. Assim sendo, o ventre é a parte ativa do músculo.

Histologicamente, o músculo esquelético é composto por vários tipos de tecido: células musculares, tecido nervoso, sangue e vários tipos de tecido conjuntivo. Os músculos são separados entre si e contidos por membranas de tecido conjuntivo denominado fáscia muscular (DE SOUZA, 2006).

As células musculares apresentam muitas das organelas presentes em outras células como: mitocôndrias, lisossomos, retículo endoplasmático, citoesqueleto, entre outras. Porém ao contrário da maioria das células, as células musculares apresentam vários núcleos e sua aparência microscópica é estriada (POWERS & HOWLEY, 2000).

Os miofilamentos se dispõem ao longo da miofibrila, formando segmentos repetidos, os sarcômeros. Cada célula muscular recebe inervação, de um ramo do axônio de uma célula nervosa. A extremidade do axônio entra em contato com a membrana da célula muscular, constituindo a junção neuromuscular. Quando o impulso nervoso passa pela junção, o axônio libera acetilcolina que despolariza a membrana da célula muscular. A despolarização penetra no interior da célula pelo sistema de túbulos, que vai desencadear o processo de contração (POWERS & HOWLEY, 2000, np nO

## **2.2. ASPECTOS FUNCIONAIS DO ENVELHECIMENTO DOS TECIDOS**

O envelhecimento é caracterizado por transformações progressivas e irreversíveis em função do tempo, representando uma etapa do desenvolvimento individual onde o catabolismo é maior que o anabolismo.

O sistema nervoso também se degenera com o passar do tempo, o que implica em redução do número total de axônios (cerca de 35%), e a redução da velocidade de condução do estímulo nervoso diminui 10% em média. Em algumas fibras musculares a placa motora também pode se degenerar. Esta perda de eficiência do sistema nervoso determina um aumento no tempo de reação (tempo de processamento da informação mais o tempo que a via eferente leva para conduzir o estímulo elétrico até o músculo, proporcionando a contração), tornando os movimentos imprecisos (CARNAVAL, 1995).

O sistema endócrino e seus hormônios são importantes reguladores da função metabólica do corpo, em especial para o treinamento de força por meio dos hormônios denominados anabólicos como: testosterona, hormônio do crescimento e a insulina que ajudam a estimular o desenvolvimento do tecido muscular e nervoso. Quando uma sessão de treinamento de força é realizada, as concentrações séricas de hormônios anabolizantes aumentam acima dos valores normais do repouso durante e após a sessão de treinamento. Com o envelhecimento o sistema endócrino perde a sua habilidade de alterar as concentrações hormonais causadas pelo exercício e reduz as concentrações de repouso dos hormônios anabólicos (KRAEMER, 1992).

Kraemer (1992) afirma que no processo de envelhecimento o excesso

de alimento ingerido aumenta o armazenamento de gordura. Esse acúmulo de energia e a inatividade física são dois importantes fatores que contribuem para o aumento no percentual de gordura e a diminuição no percentual de massa muscular.

### **2.3. ENVELHECIMENTO MUSCULAR**

No envelhecimento, o peso do músculo diminui, o mesmo ocorrendo com sua área de secção transversa. Há uma diminuição na síntese protéica, devido à tendência do idoso em perder massa muscular, ou seja, sarcopenia. Muitas células se atrofiam, morrem e muitas fibras musculares são substituídas por tecido adiposo e tecido conjuntivo, ocorrendo então um aumento do tecido adiposo e do colágeno no músculo do idoso (DE SOUZA, 2006).

A maior parte dos músculos apresenta em proporções variadas fibras tipo II ou de contração rápida e fibras tipo I ou de contração lenta. No músculo do idoso são encontradas com freqüência fibras musculares em degeneração de ambos os tipos. A fenda sináptica fica mais ampla diminuindo a área de contato entre o axônio terminal e a placa motora da célula, ao mesmo tempo ocorre também à diminuição na quantidade de acetilcolina liberada nas sinapses (DE SOUZA, 2006).

O número de motoneurônios da medula espinal sofre redução com a idade, o que somada à atrofia das fibras musculares, leva a uma redução no número de unidades motoras do músculo. Portanto, o idoso precisa utilizar um maior número de unidades motoras para mover um determinado peso, o que representa a realização de um esforço maior para a realização do movimento (DE SOUZA, 2006).

Com a diminuição da força máxima de contração muscular voluntária devido à diminuição da massa muscular e com a diminuição da excitação que o músculo recebe por meio das fibras nervosas, os músculos se contraem e relaxam mais lentamente. Essa diminuição da velocidade pode ser devido à menor contribuição proporcional das fibras musculares do tipo II (VANDERVOORT, 2000).

A perda da massa muscular acarreta logicamente uma proporcional perda de força, e assim, espera-se que a aplicação do treinamento de força possa minimizar o processo de degeneração uma vez que o exercício estimula o organismo a sintetizar mais proteínas e a formar novos elementos contráteis. Estudo com idosos sedentários de 60 a 72 anos, usando um treinamento de força de alta intensidade (3 séries de 8 repetições a 80% de 1RM, 1 repetição máxima), 3 dias por semana durante 12 semanas, demonstrou ganhos de força de até 200% de aumento em 1RM (FRONTEIRA et al 1988, CARNAVAL, 1995).

#### **2.4. SARCOPENIA**

Todas as pessoas perdem massa muscular e força após a maturidade. A perda de massa muscular ocorre basicamente devido ao processo degenerativo do sistema nervoso, que leva ao desaparecimento de motoneurônios no corno anterior da medula espinal. Dessa maneira, algumas fibras brancas entram em processo de atrofia total. Com muita frequência, associa-se a esse processo involutivo a hipotrofia de desuso, que não acomete apenas as pessoas sedentárias, mas também as atividades físicas que não

impõem aos músculos esqueléticos situações de tensão mais elevada. Como por exemplo, as atividades aeróbias, que não impedem a hipotrofia de desuso no envelhecimento (KLITGAARD 1990, POWERS & HOWLEY 2000, TARPENNING et. al 2004, SANTARÉM, 2005).

A redução da massa muscular relacionada à idade parece ter duas fases: a primeira mais lenta em torno de 10% dos 25 aos 50 anos, e a segunda mais rápida de 30% a 40% dos 50 aos 80 anos (KOVANEN, 1989, POWERS & HOWLEY 2000, NARICI et al 2004, TARPENNING et al 2004, SANTARÉM, 2005).

Um decréscimo no pico da força associada ao envelhecimento pode estar relacionado à redução da massa muscular, a atrofia seletiva e redução da área de secção transversa da fibra do tipo II. Volpi (2004), Narici e colaboradores (2004), afirmam que a perda da massa muscular está associada à diminuição do estado basal de síntese protéica e também relacionam a perda da força muscular à alteração na arquitetura do músculo.

Vandervoort (2000) em sua pesquisa em cadáveres observou que os números totais das fibras musculares diminuem substancialmente com o avançar dos anos, de modo que um indivíduo de 80 anos possui apenas 50% das fibras encontradas em adultos jovens.

Foram observados sinais indicativos de atrofia (diminuição do número de fibras musculares, irregularidade na estrutura dos sarcômeros, aumentando o tecido conjuntivo dentro do músculo), porém essa atrofia é específica das fibras de contração rápida do tipo II, não tendo sido encontradas nas fibras do tipo I, de contração lenta. Não sabemos por que as fibras do tipo II são suscetíveis à degeneração devido à idade, mas as fibras musculares remanescentes

parecem ser capazes de desenvolver hipertrofia durante um programa de levantamento de peso (VANDERVOORT, 2000).

## **2.5. TREINAMENTO DE FORÇA**

Buskirk e Segal (1989) analisaram o treinamento de força em homens e mulheres de 60 e 65 anos e concluíram que homens e mulheres têm uma capacidade semelhante e podem aumentar de 30% a 40% sua força. Da mesma forma Fleck & Kraemer (1999) demonstraram que o treinamento de força pode resultar em aumentos significativos na massa muscular, na hipertrofia das fibras musculares, na densidade óssea e no desempenho relacionado à força. Fleck (1993) descreveu um aumento da força muscular na nona década de vida, numa proporção de 15% a 28% após 10 a 12 semanas de treinamento de força.

Para Santarém (1999) o desenvolvimento de força ocorre por aprimoramento neuromuscular na forma de recrutamento de unidades motoras e também devido à hipertrofia dos músculos estimulados em graus razoáveis até mesmo em nonagenários. O aprimoramento da capacidade contrátil e metabólica dos músculos esqueléticos, o aumento da vascularização muscular e da capacidade contrátil do coração induzido pelo treinamento com pesos determina o aumento da resistência para a realização de exercícios físicos.

O exercício resistido aumenta a síntese protéica da miofibrila muscular e progressivamente o treinamento tem mostrado índices de hipertrofia muscular e um aumento na força em idosos (JOZSI et al 1999, SANTARÉM, 1999).

Santarém (1999) afirma que idosos treinados com exercícios de força são capazes de preservar sua massa muscular.

A diminuição da velocidade do movimento apresenta paralelismo com a redução da massa muscular, porém idosos treinados com exercícios de força preservam também a velocidade dos movimentos ou minimizam a curva degenerativa que acompanha o processo de envelhecimento. Wilmore & Costill (2001) realizaram um estudo em indivíduos submetidos a um programa de treinamento de força. Para tal estudo utilizaram os músculos extensores do joelho. Os resultados mostraram que treinamento permitiu que os homens mais velhos apresentassem um melhor desempenho aos 60 anos do que a maioria dos homens ativos com a metade dessa idade.

Klitgaard e colaboradores (1990) realizaram um estudo com diferentes tipos de treinamentos para homens idosos (praticantes de natação e levantadores de peso). O grupo de levantamento de peso manteve a massa muscular e os níveis de força, enquanto o grupo de natação não manteve o mesmo nível de força e massa muscular. Wilmore & Costill (2001) analisaram o músculo tríceps braquial em três homens: um grupo que praticava natação, outro que praticava treinamento de força e um grupo controle. Observaram por meio de tomografia computadorizada do braço de três homens com idade e peso similar. O indivíduo não treinado apresentou uma menor massa muscular e tela subcutânea mais rica em gordura do que os outros. O indivíduo que treinava natação apresentava menos tecido adiposo subcutâneo e massa muscular maior que o indivíduo não treinado, porém o indivíduo que realizou treinamento de força apresentou aumento da massa muscular. Entretanto esse estudo não apontou os valores precisos desse aumento muscular.



Muitos idosos buscam o exercício resistido para manter os níveis de força muscular e sua massa muscular ao longo do tempo. Borst (2004) realizou um estudo comparativo entre adultos jovens e idosos utilizando o treinamento de força. Quando comparado com o grupo mais jovem o treinamento de força em idosos produziu um aumento de força que foi menor em termos absolutos, mas semelhantes em termos relativos, isto é, foram observados aumentos similares no percentual de ganho de força muscular em indivíduos jovens e idosos.

Na figura 2 observa-se a curva geral do envelhecimento da força muscular em pessoas treinadas (treinamento de força) e não treinadas. O histórico de treinamento com exercícios resistidos parece compensar a magnitude da perda de força e aumentar a capacidade de força absoluta efetiva em um indivíduo, mas os declínios ocorrem até em levantadores de pesos competitivos (FLECK & KRAEMER, 1999).

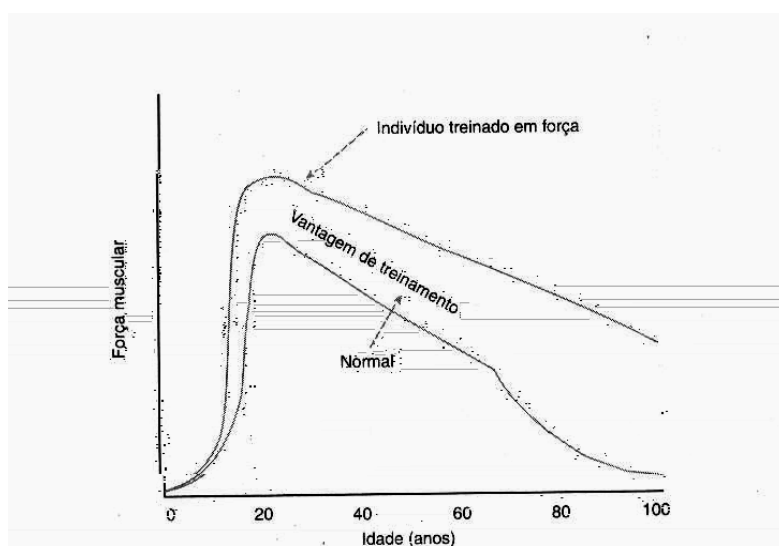


Figura 2. Curva teórica do envelhecimento para força muscular, segundo Fleck & Kraemer, 1999.

O aumento da força muscular ocorre devido à aplicação de sobrecargas tensionais progressivas e essa sobrecarga é um dos principais estímulos para o aumento da massa muscular. A aplicação da sobrecarga tensional progressiva gera uma tensão muscular e tem um efeito catabólico instantâneo devido à ativação de proteases miofibrilares do sarcoplasma. No período de repouso aumenta acentuadamente a síntese protéica, a qual é estimulada por mecanismos hormonais e celulares com os níveis ótimos dos sistemas metabólico e nutricional, quando ocorre a supercompensação o que representa o aumento do volume sarcoplasmático que chamamos de hipertrofia (VANDENBURG, 1987 FLECK e KRAEMER 1997).

Santarém (2005) afirma que quando os músculos esqueléticos são contraídos contra alguma resistência ocorrem graus variáveis de tensão nas estruturas musculares proporcionais à resistência. A solicitação da função contrátil do músculo caracteriza uma sobrecarga de tensão. Atividades com tensão muscular em níveis adequados, praticadas com regularidade constituem um estímulo básico para o aumento de proteínas contráteis no sarcoplasma das fibras musculares caracterizando a hipertrofia dos músculos esqueléticos.

A contração do músculo com uma sobrecarga tensional produz ao longo do tempo o aprimoramento da coordenação neuro-muscular no sentido do recrutamento de unidades motoras para ação simultânea (SALE, 1998).

A coordenação intramuscular surge como um dos fatores decorrentes da adaptação neurogênica que vem elucidar a função das unidades motoras. A melhora da ativação das unidades motoras possibilita as primeiras alterações adaptativas no sistema neuromuscular (BACURAU et al 2001). Quanto à

melhora das funções intramusculares, Weineck (1999) destaca que o aumento da capacidade do músculo em mobilizar um maior número de unidades motoras causa o aumento da capacidade de se desenvolver força de contração. A coordenação intermuscular ocorre quase simultaneamente com a coordenação intramuscular, diferenciando apenas pelo fato de ocorrerem alguns ajustes entre os grupos musculares envolvidos no ato motor. O aumento da capacidade de coordenação do sistema muscular ac

## 2.6. MODELOS EXPERIMENTAIS PARA TREINAMENTO DE FORÇA

Vários estudos com modelos animais têm tentado simular a resposta do treinamento físico em humanos (Tamaki, 1992, Duncan et al 1998, Hornberber & Farrar, 2004, Krisan et al 2004, Barauna et al 2005), porém há uma grande dificuldade em realizar um treinamento ideal de força muscular em animais que estimule a adaptação do músculo esquelético. Essas dificuldades estão associadas com: o modelo de um programa de treinamento de força para ratos, a forma dos animais carregarem a sobrecarga, o programa de exercício com intensidade insuficiente para induzir uma resposta ao treinamento e a dificuldade dos animais em realizar o exercício físico sem a estimulação artificial (DUNCAN et al 1998).

Ao longo do tempo os pesquisadores buscam encontrar a forma ideal para se estudar o treinamento de força em um modelo experimental, porém a literatura aponta alguns modelos com estimulação elétrica como o apresentado por Tamaki e colaboradores (1992) onde o animal (rato) vestia uma jaqueta que o prendia a uma alavanca, e no meio da alavanca era adicionada a carga. A estimulação elétrica era de 20 V, 0,3 s de duração em sua cauda. O protocolo de treinamento era constituído em 4 séries com 12 repetições e um descanso de 90 s entre cada série, cinco vezes pôr semana durante 4 semanas. Os animais realizavam duas semanas de adaptação depois realizavam um teste de 1RM para verificar a carga máxima para a prescrição do treinamento.

Krisan e colaboradores (2004) apresentaram outro aparelho para o treinamento de força denominado SMITH MACHINE (aparelho semelhante com

uma máquina de agachamento) para o modelo animal. O animal era vestido com um colete preso por veucro, deixando o animal em posição vertical sobre uma placa de metal. Nas laterais do aparelho era adicionada a carga de treinamento e em suas extremidades havia um limitador que impossibilitava o salto do animal. A estimulação elétrica era manual de 10 V, 0.3 s duração com a descarga em sua cauda. No protocolo de treinamento de força foram realizadas três séries com 10 repetições e 2 minutos de descanso entre as séries. Nesse aparelho após a estimulação elétrica os animais (ratos) saltavam na plataforma durante a contração muscular o que sobrecarregava substancialmente o músculo quadríceps da coxa em contração excêntrica.

Duncan e colaboradores (1998) apresentaram um modelo de aparelho que consiste em uma escada com 80° de inclinação vertical. Os ratos sobiam a escada sem a necessidade de nenhum tipo de estímulo e com a sobrecarga adicionada à sua cauda. Subiam a escada carregando uma sobrecarga que era aumentada progressivamente de acordo com os referenciais da capacidade de 1RM dos animais. O programa de treinamento era baseado no princípio da sobrecarga com número de repetições semelhante com a do ser humano.

## **OBJETIVOS**

---

---

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste estudo foi verificar se à aplicação de exercícios com cargas progressivas produzem alterações no músculo tríceps braquial de ratos idosos.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Verificar se a aplicação de um modelo de exercício resistido com diferentes cargas progressivas aplicado em ratos idosos produz efeitos
- ✓ Analisar as alterações do peso corporal durante o treinamento
- ✓ Mensurar a área transversa da célula muscular
- ✓ Quantificar a densidade da área das células musculares, dos capilares e do espaço intersticial nos diferentes grupos
- ✓ Analisar o aspecto ultraestrutural do músculo tríceps braquial

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

---



## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Amostra

Para a realização deste estudo foram utilizados 15 ratos machos (*Rattus norvegicus*), da linhagem Wistar, provenientes do Biotério da Universidade São Judas Tadeu. A divisão dos grupos foi de forma aleatória e os animais foram alojados em grupos de três ratos em caixas de polipropileno providas de bebedouro e comedouro, mantidos em condições ambientais controladas de temperatura (22°C) e de iluminação (ciclo de 12 horas/claro e 12 horas/escuro). De modo a acompanhar o ciclo ativo dos roedores, que são animais noturnos, todo o protocolo de treinamento foi desenvolvido no ciclo escuro do animal. Para todos os grupos foram fornecidos: ração comercial referência para ratos e água *ad libitum*.

Os animais foram divididos em três diferentes grupos, segundo classificação de Mainardes (2007): o rato com 359 dias é considerado idoso, que se refere a um ser humano de aproximadamente 50 anos de vida. Segundo classificação de Campos (2000) o humano com 75 anos de vida é considerado velho.

- GRUPO CI - Controle Inicial - 4 ratos idosos, eutanasiados aos 13 meses de vida
- GRUPO CF – Controle Final - 6 ratos velhos eutanasiados aos 16 meses de vida
- GRUPO T – Treinado - 5 ratos velhos submetidos a um programa de treinamento de força muscular dos 13 á 16 meses, quando foram eutanasiados aos 16 meses de vida.

Foram utilizados para este estudo os músculos tríceps braquial do lado direito.

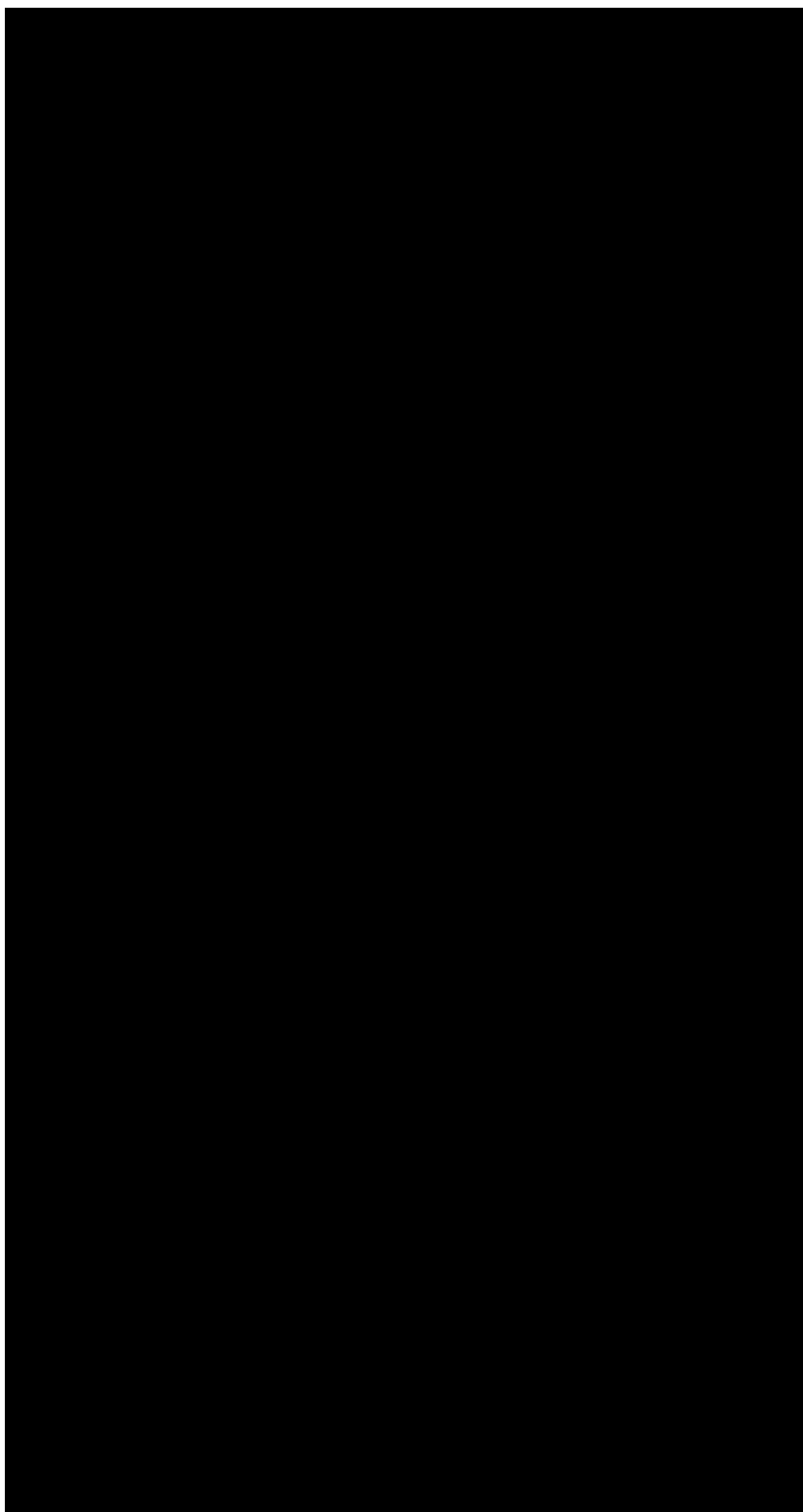
*Tabela 1. Esquema dos grupos e distribuições dos animais. Mostra a divisão dos grupos e as idades (meses de vida) dos animais quando foram eutanasiados.*

<b>Grupos</b>	<b>CI</b>	<b>CF</b>	<b>T</b>
Animais	4	6	5
Eutanasiados	13 meses	16 meses	16 meses

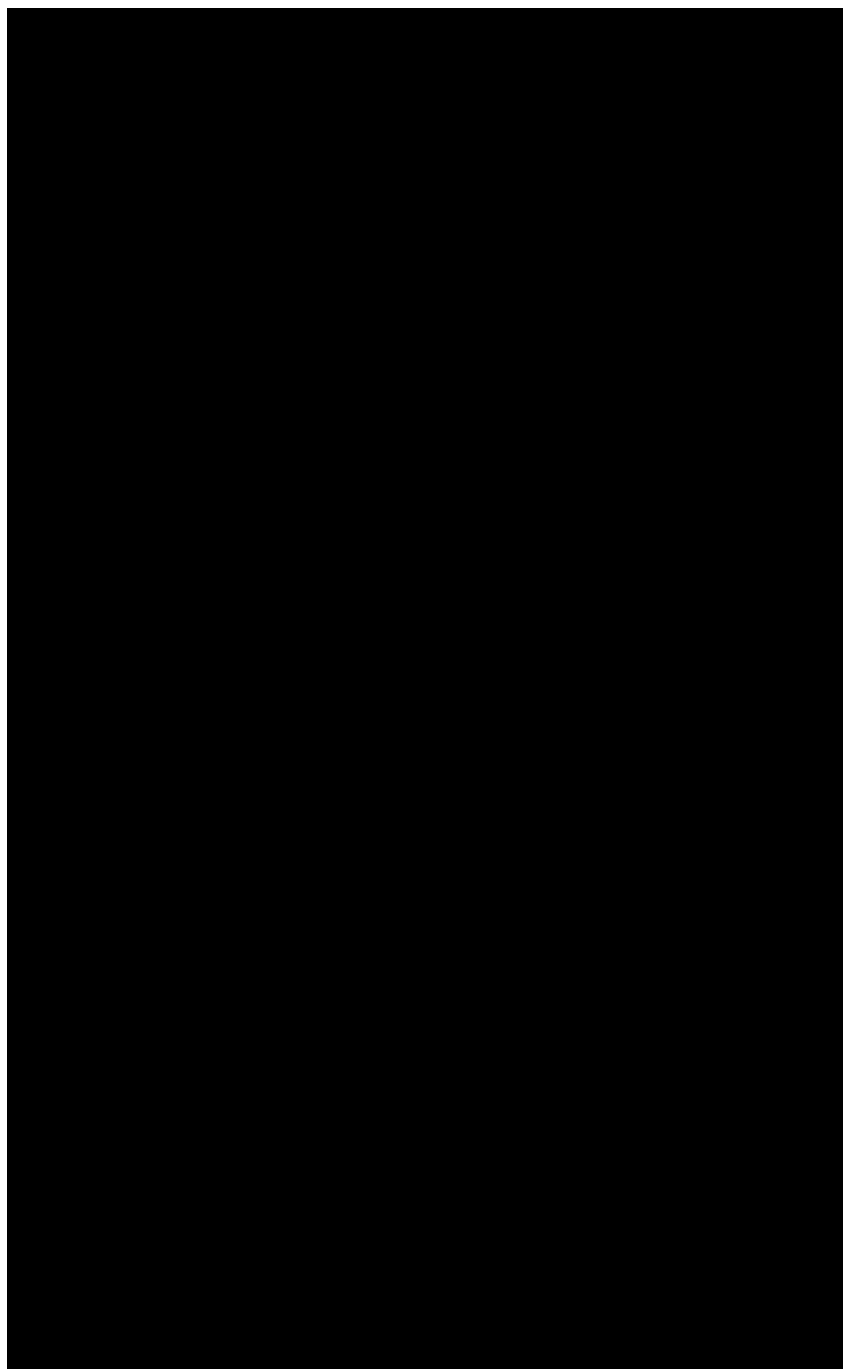
## **4.2. EQUIPAMENTO PARA O TREINAMENTO**

O equipamento utilizado para a realização do programa de treinamento de força com os animais foi uma escada vertical confeccionada em madeira com degraus de ferro. A altura do equipamento (escada) é de 110 cm com inclinação de 80° (DUNCAN et al 1998).

No topo do equipamento havia uma caixa de papelão revestida de jornal para a acomodação dos animais.



*Figura 3. Escada utilizada para o treinamento de força com os ratos - escada de madeira com degraus de ferro, a altura da escada é de 110 cm com inclinação de 80° (DUNCAN et al 1998).*



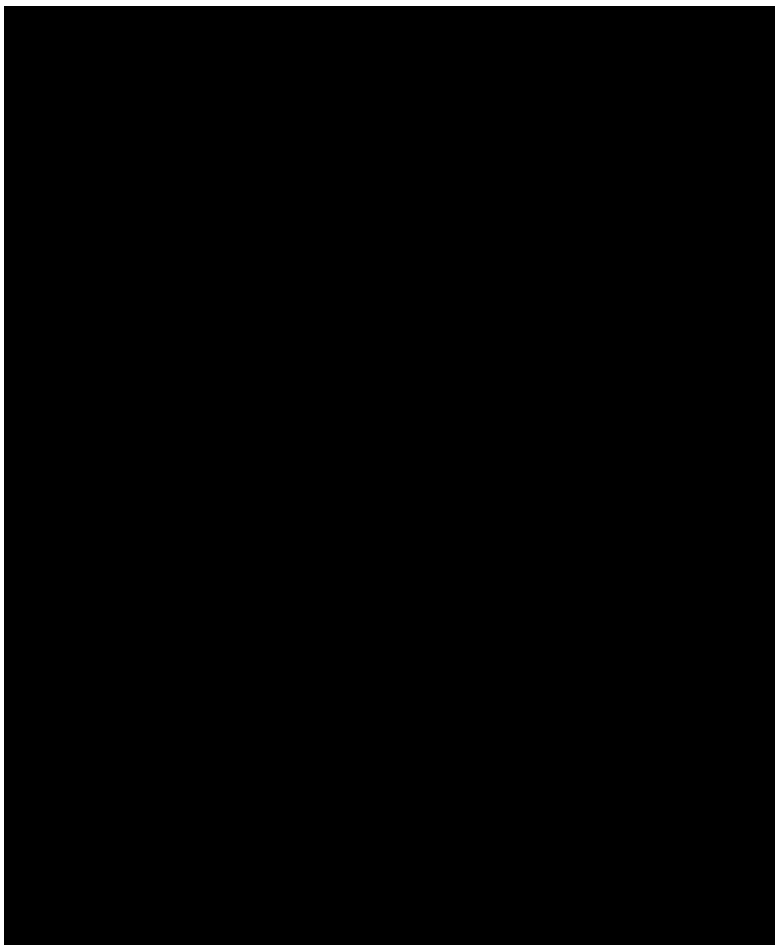
*Figura 4. Ilustração de um dos animais realizando o treinamento de força.*

O programa de treinamento foi baseado no princípio da sobrecarga com números de repetições e descanso que mais se aproxima do treinamento em

seres humanos. Portanto a cada semana era adicionada uma sobrecarga à cauda dos animais com pesos de chumbo.

O mosquete utilizado para adicionar a sobrecarga à cauda do animal tinha nove cm e os pesos eram fixados na parte proximal da cauda dos ratos. Para a realização do exercício utilizamos pesos de chumbo fixado à cauda do animal por uma fita adesiva.

Todos os animais foram pesados semanalmente durante todo o protocolo de treinamento, utilizando balança semi-analítica da marca GEHAKA BG 1000.



*Figura 5. Pesos para aumentar a sobrecarga de treinamento (Mosquete com trava utilizada para fixar o peso à cauda do animal por meio de uma fita adesiva).*

### **4.3. PROCESSO DE ADAPTAÇÃO**

Todos os animais realizaram uma adaptação (durante cinco dias) ao protocolo de treinamento e ao equipamento. Os ratos escalaram o equipamento com o objetivo de alcançar uma área de descanso no topo. Este procedimento foi repetido durante 6 vezes por dia durante 5 dias, quando finalizamos o processo de adaptação.

Os animais do grupo CI realizaram exercícios de subir as escadas 1 vez por dia, 5 vezes por uma semana sem sobrecarga até sua eutanásia aos 13 meses de vida e o grupo CF realizou exercícios de subir a escada 1 vez por dia, 5 vezes por semana sem sobrecarga durante todo o protocolo de treinamento com o objetivo de manter os grupos ativos e submetidos ao mesmo nível de estresse, até sua eutanásia aos 16 meses de vida.

### **4.4. PROTOCOLO DE TREINAMENTO DE HIPERTROFIA**

O treinamento dos animais (grupo T) foi realizado com a frequência de cinco vezes por semana, seis repetições, durante 16 semanas.

A duração dos protocolos de treinamento de força em modelos experimentais não tem uma única sistematização e a literatura nos mostra que a duração dos programas de treinamento varia de 5 semanas a 24 meses (YANG et al 1995, GOSSELIN 2000, BUCCI 2006, KWAK et al 2006).

Como a literatura não apresenta um padrão para duração, frequência do treinamento, número de repetições e descanso entre as séries, utilizamos o seguinte protocolo: duração do treinamento de 16 semanas, pois a literatura aponta que protocolos com 5 semanas de treinamento já apresentam

alterações, pois o metabolismo dos ratos é mais acelerado do que os dos humanos, inclusive seu tempo de vida é mais curto (MAINARDES et al 2007). Sendo assim estabelecemos que o programa de treinamento deste estudo seria de 16 semanas de modo a avaliarmos modificações mais estruturadas. A literatura não determina a frequência de treinamento ideal, portanto realizamos o protocolo de treinamento 5 vezes por semana e um intervalo de 45 seg entre as repetições para o descanso dos animais.

As cargas impostas aos animais foram estabelecidas a partir de uma tabela de sobrecarga para idosos proposta por HEYWARD (1998). A tabela se constitui de uma classificação da força muscular baseada na relação entre a carga utilizada para executar determinado exercício e a peso corporal do indivíduo em determinada faixa etária.

A tabela consiste do seguinte cálculo: se uma mulher de 54,75kg realiza o exercício supino reto com 26kg, o valor alcançado no exercício é dividido pelo peso corporal ( $26 / 54,75 = 0,47$ ), assim sua relação força muscular / peso corporal é de 0,47. Os resultados obtidos foram classificados de acordo com a tabela 2.

Após o período de adaptação os animais iniciaram o protocolo de treinamento de força muscular no nível **Bom**, que é o referencial para homens, pois os animais apresentavam-se aparentemente em boas condições de saúde. Após esse período realizamos outro processo de adaptação ao coeficiente 0,72, que corresponde a 75% do peso corporal. O objetivo foi adaptar o animal à carga adicionada à sua cauda. A partir 5<sup>a</sup> semana aumentamos o coeficiente de forma gradativa.

O próximo nível iniciou-se após a perfeita adaptação à carga inicial. A partir daí, a cada duas semanas a carga era reajustada. Além do aumento dos referenciais, a cada semana ajustávamos as cargas de acordo com peso corporal dos animais. Se o peso corporal dos animais diminuísse a maior carga seria mantida pois os animais já estavam adaptados.

Tabela 2. Tabela proposta por Heyward 1998 para avaliação de força muscular em homens idosos.

Classificação	Homens		Mulheres	
	50-59 anos	>60 anos	50-59 anos	>60 anos
Superior	>0,90	>0,82	>0,56	>0,55
Excelente	0,80 – 0,89	0,72 – 0,81	0,49 – 0,55	0,48 – 0,54
Bom	0,72 – 0,79	0,67 – 0,71	0,44 – 0,48	0,43 – 0,47
Fraco	0,64 – 0,71	0,58 – 0,66	0,40 – 0,43	0,39 – 0,42
Ruim	<0,63	<0,57	<0,39	<0,38

O cálculo do nível “Bom” para os animais foi feito da seguinte forma:

Equação:

Fórmula Inicial sugerida por Heyward (1998)

$Carga / \text{Peso Corporal} = \text{Coeficiente}$

Adaptação para os Modelos Experimentais

$\text{Peso Corporal} \times \text{Coeficiente} = \text{Carga}$

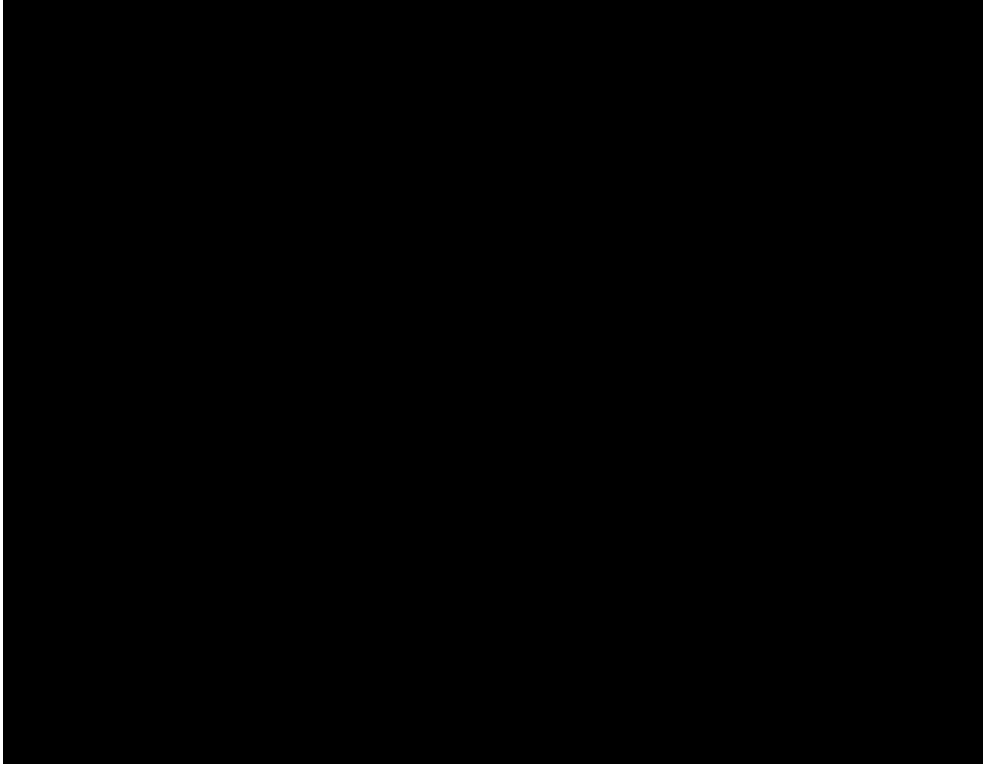
Ex.: 500g x 0,72 (Bom) = 360g

O animal carregaria 360g referente ao índice “Bom” proposto na Tabela de Heyward.



#### **4.5. EUTANÁSIA DOS ANIMAIS**

Os animais foram eutanasiados com injeção intraperitoneal de tiopental (40mg/kg de peso corpóreo, Sigma<sup>®</sup>, USA). Retirou-seo.262.318(i)11.8771(n-4.33117(s)9.7



*Figura 6. Fotomicrografia que ilustra a utilização do programa de Análise de Imagem (AxioVision) para mensuração da área do miócito.*

#### **4.7. ESTEREOLOGIA**

O método estereológico busca a interpretação do arranjo estrutural tridimensional com base na análise dos cortes da estrutura que fornecem apenas uma informação bidimensional. Pode-se ainda realizar estudos quantitativos (densidade por volume, por área e por superfície) com muita eficiência utilizando um mínimo de cortes (MANDARIM-de-LACERDA, 2003).

Foram fotografados ao microscópio de luz com aumento final de 200x os grupos CI, CF e T para análise estereológica e foram tiradas 15 fotografias de cada lamina que continha três cortes, num total de 45 cortes analisados.

A análise estereológica foi realizada com a utilização de um sistema teste de 433 pontos. O sistema teste foi colocado sobre a imagem e todos os

pontos que caíam nos miócitos, espaço intersticial e nos capilares foram contados.

#### **4.8. ULTRAESTRUTURA**

A análise do aspecto ultraestrutural do músculo tríceps braquial foi feita de acordo com o seguinte protocolo: após a eutanásia e retirada do músculo tríceps braquial, os mesmos foram reduzidos a fragmentos de cerca de 1 mm<sup>3</sup>. Os fragmentos foram fixados em glutaraldeído a 5% em tampão fosfato (0,2M, pH 7,3), durante 3 horas. Os fragmentos foram lavados três vezes em tampão fosfato (0,1M, pH 7,3) por 5 minutos cada, e pos fixados em tetróxido de ósmio a 1% e a 2% em tampão fosfato (0,1, pH 7,3) durante 2 horas.

Os fragmentos foram deixados à noite em solução de acetato de uranila a 0,5% com sacarose (540mg/100ml) e após lavagem em tampão fosfato, foram desidratados em séries crescentes de álcool (álcool 70% + uranila a 1%, álcool 100% e óxido de propileno) e incluídos em resina Spurr (Sigma), com embebição prévia em uma solução 1:1 de resina mais óxido de propileno, durante 8 horas, sob rotação. A seguir, foram embebidos em resina pura durante 5 horas e finalmente incluídos na mesma resina, em forma de silicone a 60°C durante cinco dias.

Foram feitos cortes ultrafinos com faca de diamante, em ultramicrótomo e após contrastação com acetato de uranila e citrato de chumbo foram analisados em um microscópio eletrônico de transmissão JEOL JSM do laboratório de investigação do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo.

#### 4.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística dos diferentes grupos de ratos (CI, CF e T), foi utilizado o teste ANOVA (*post hoc* Tukey) para a comparação dos dados ( $p < 0.05$ ) (SPSS versão 13.0).

## RESULTADOS

---

## 5. RESULTADOS

Todos os ratos idosos do grupo T completaram as 16 semanas do programa de treinamento de força muscular sem a necessidade de ajuda externa ou qualquer tipo de recompensa e/ou estimulação elétrica para a realização do treinamento.

### 5.1. ANÁLISE DO PESO CORPORAL E CARGA DE TREINAMENTO

O peso corporal inicial e o peso corporal final não apresentaram diferença significativa no grupo e na comparação entre os grupos: CI, CF e T como pode ser observado na tabela 3.

*Tabela 3. Mostra a média ( $\pm$  desvio padrão) do peso corporal inicial e final entre os diferentes grupos dos animais estudados.*

Massa (g)\ grupo peso (md $\pm$ dp)	CI	CF	T
1ª semana	0,526 $\pm$ 0,105	0,551 $\pm$ 0,044	0,547 $\pm$ 0,079
16ª semana	0,503 $\pm$ 0,095	0,533 $\pm$ 0,038	0,559 $\pm$ 0,061

O Quadro 1 mostra os índices de sobrecarga durante as 16 semanas do programa de treinamento de força para idosos seguindo os referenciais proposto por Heyward (1998).

Quadro 1. Mostra os índices de aumento da carga e a sobrecarga (kg) real de cada animal do grupo Treinado da 1ª até a 16ª semana de treinamento. Na semana 1 (adaptação) o animal não usou carga, sendo os valores da tabela correspondentes o próprio peso corporal de cada animal.

semana	índice		Animal 1	Animal 2	Animal 3	Animal 4	Animal 5
1	Adaptação	peso corporal inicial	0,603	0,605	0,479	0,607	0,444
2	0,72	carga	0,434	0,435	0,344	0,437	0,319
3			0,434	0,437	0,344	0,437	0,319
4			0,434	0,437	0,352	0,458	0,331
5			0,434	0,437	0,352	0,458	0,331
6			0,80	0,482	0,478	0,380	0,482
7	0,80		0,482	0,478	0,384	0,484	0,367
8	0,80		0,482	0,478	0,391	0,491	0,368
9	0,90		0,540	0,542	0,529	0,552	0,423
10	0,90		0,540	0,542	0,529	0,555	0,445
11	1.00		0,603	0,599	0,580	0,620	0,480
12	1.00		0,603	0,599	0,580	0,622	0,483
13	1.1		0,663	0,658	0,628	0,675	0,525
14	1.1		0,663	0,658	0,628	0,686	0,525
15	1.2		0,723	0,702	0,690	0,750	0,570
16	1.2		0,723	0,702	0,690	0,750	0,570

Os animais apresentaram um nível de desempenho progressivo durante todo o protocolo de treinamento. Ao final das 16 semanas os animais carregavam 570 – 750g de sobrecarga, o que equivale a aproximadamente 161% a 201%, da carga inicial de treinamento (Quadro 2).

Quadro 2. Mostra os percentuais das cargas em relação à 1ª carga de treinamento e o percentual da carga em relação ao peso corporal inicial dos animais.

	Animal 1	Animal 2	Animal 3	Animal 4	Animal 5
Percentual da carga inicial	166%	161%	201%	172%	179%
Percentual do peso corporal inicial	120%	116%	144%	124%	128%

Na figura 7, o gráfico representativo da média do peso corporal dos grupos CF e T. Houve uma evolução linear da carga e da sobrecarga total (corresponde ao peso corporal mais a carga adicionada à cauda) de treinamento. A análise estatística do peso corporal não apontou diferença entre os grupos.

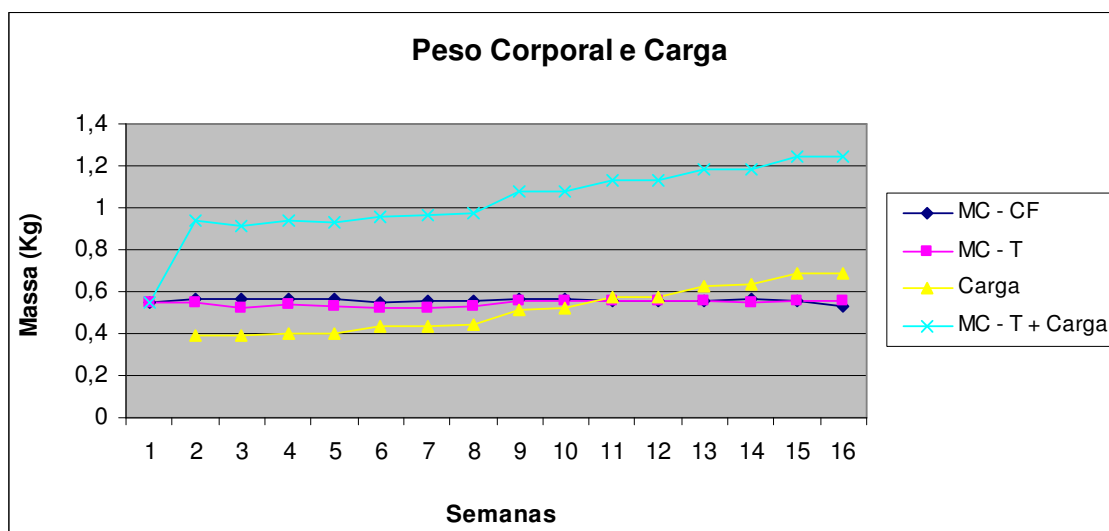


Figura 7. Mostra a sobrecarga total (peso corporal + carga adicionada, PC – T + carga), durante o programa de treinamento de força de 16 semanas. Peso corporal do grupo CF (PC – CF), carga e peso corporal do grupo T (PC – T).



## 5.2. ANÁLISE MORFOMÉTRICA

Na comparação estatística dos valores médios do tamanho da área dos miócitos do músculo tríceps braquial entre os grupos CI, CF e T, os grupos CI e CF não apresentaram diferenças significativas, já entre os grupos CF e T foi observado um aumento significativo no tamanho da área dos miócitos. O aumento foi de aproximadamente 45% em relação ao grupo CF (Tabela 4 e Figura 8).

*Tabela 4. Média e desvio padrão da área dos miócitos do músculo tríceps braquial dos grupos CI, CF e T.*

Grupo	Área (md $\pm$ dp) ( $\mu\text{m}^2$ )	Valor de P
CI	2.019,3 $\pm$ 1.080,3	----
CF	2.095,9 $\pm$ 1.031,5	0,335 (CI x CF)
T	3.052,6 $\pm$ 1.681,7	0,000 (CF x T)*

\* Diferença significante ( $P < 0,05$ ) entre os grupos CF e T

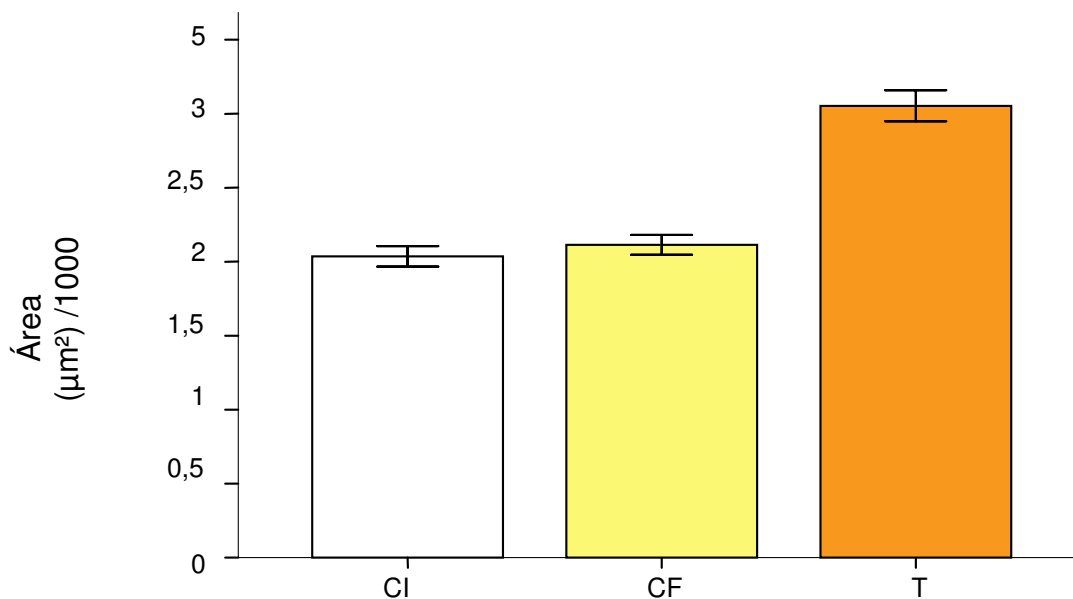


Figura 8. Média da área dos miócitos nos grupos CI, CF e T.

### 5.3. ANÁLISE ESTEREOLÓGICA

Na comparação estatística dos valores médios da densidade de área ocupada pelos miócitos, espaço intersticial e pelos capilares do músculo tríceps braquial entre os grupos CI, CF e T foi observada uma diferença significativa entre os grupos CI em relação ao grupo CF. Houve uma diminuição da densidade de área do grupo CF de 13%. Na comparação entre os grupos CI e T não houve diferença significativa. E na comparação dos grupos CF e T houve um aumento significativo no espaço ocupado pela área dos miócitos do grupo T em relação ao grupo CF de 18%. Já em relação ao espaço intersticial, o espaço intersticial do grupo CF apresentou aumento significativo em relação ao grupo CI, em torno de 17%. O grupo T apresentou uma diminuição significativa no espaço intersticial em relação ao grupo CF de 21%.

Comparadas as densidades de área dos grupos CI e T não observamos diferença significativa. E, finalmente, com relação aos capilares, nenhum dos grupos apresentou diferença (Tabela 5).

*Tabela 5. Média e desvio padrão da densidade de área dos miócitos nos grupos CI, CF e T.*

Grupo	Área (md $\pm$ dp) ( $\mu\text{m}^2$ )	Valor de P
CI	59,248 $\pm$ 7,429	0,564 (CI x T)
CF	52.394 $\pm$ 5,978	0,012 (CI x CF)*
T	61.594 $\pm$ 5,126	0,001 (CF x T)*

\* Diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os grupos CI e CF e nos grupos CF e T

*Tabela 6. Média e desvio padrão da densidade de área do espaço intersticial entre os grupos CI, CF e T.*

Grupo	Área (md $\pm$ dp) ( $\mu\text{m}^2$ )	Valor de P
CI	40.280 $\pm$ 7,428	0,516 (CI x T)
CF	47.180 $\pm$ 5,983	0,012 (CI x CF)*
T	37.735 $\pm$ 5,308	0,001 (CF x T)*

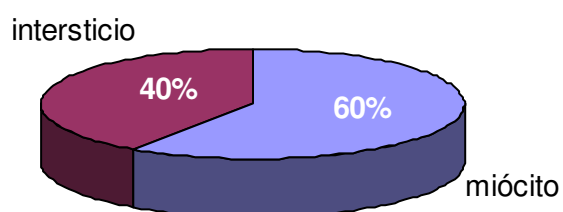
\* Diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os grupos CI e CF e nos grupos CF e T

Tabela 7. Média e desvio padrão da densidade de área dos capilares entre os grupos CI, CF e T.

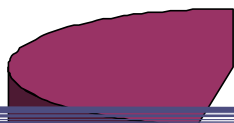
Grupo	Área (md $\pm$ dp) ( $\mu\text{m}^2$ )	Valor de P
CI	0,0613 $\pm$ 0,161	0,367 (CI x T)
CF	-----	-----
T	0,245 $\pm$ 0,617	0,175 (CF x T)

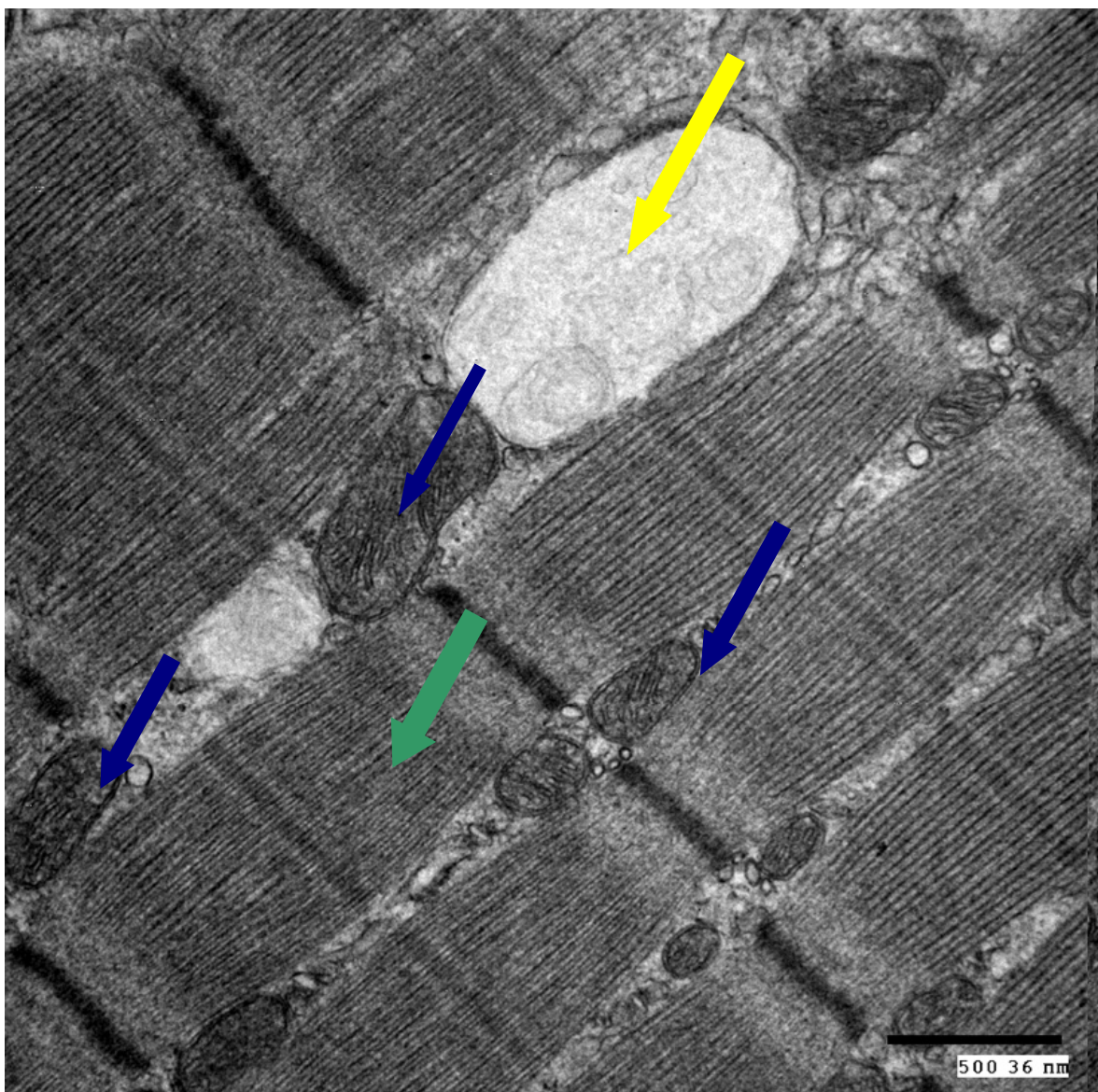
As figuras 9A, B e C mostram as densidades de área dos miócitos, espaços intersticiais e capilares.

Grupo Controle Inicial

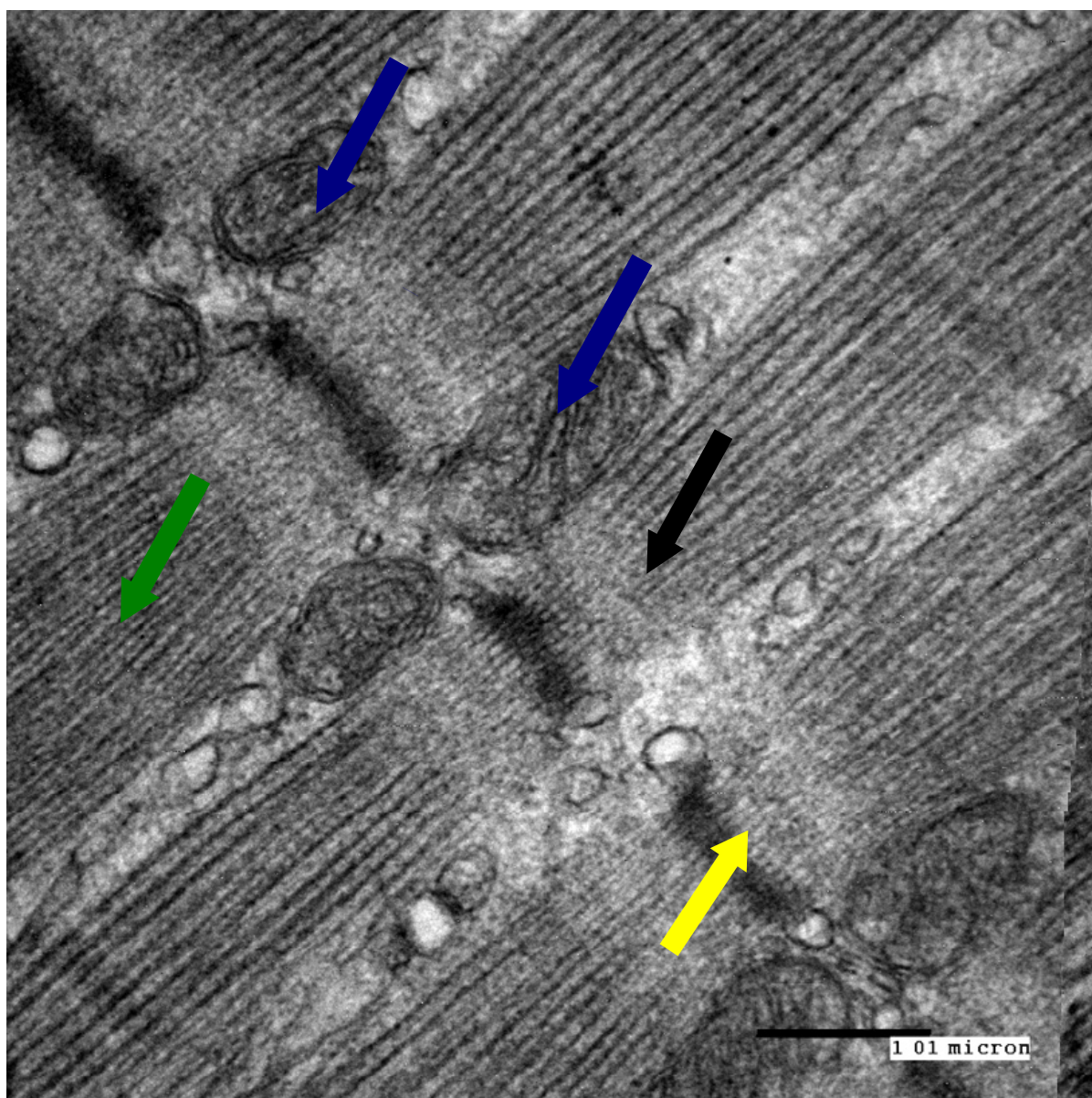


A

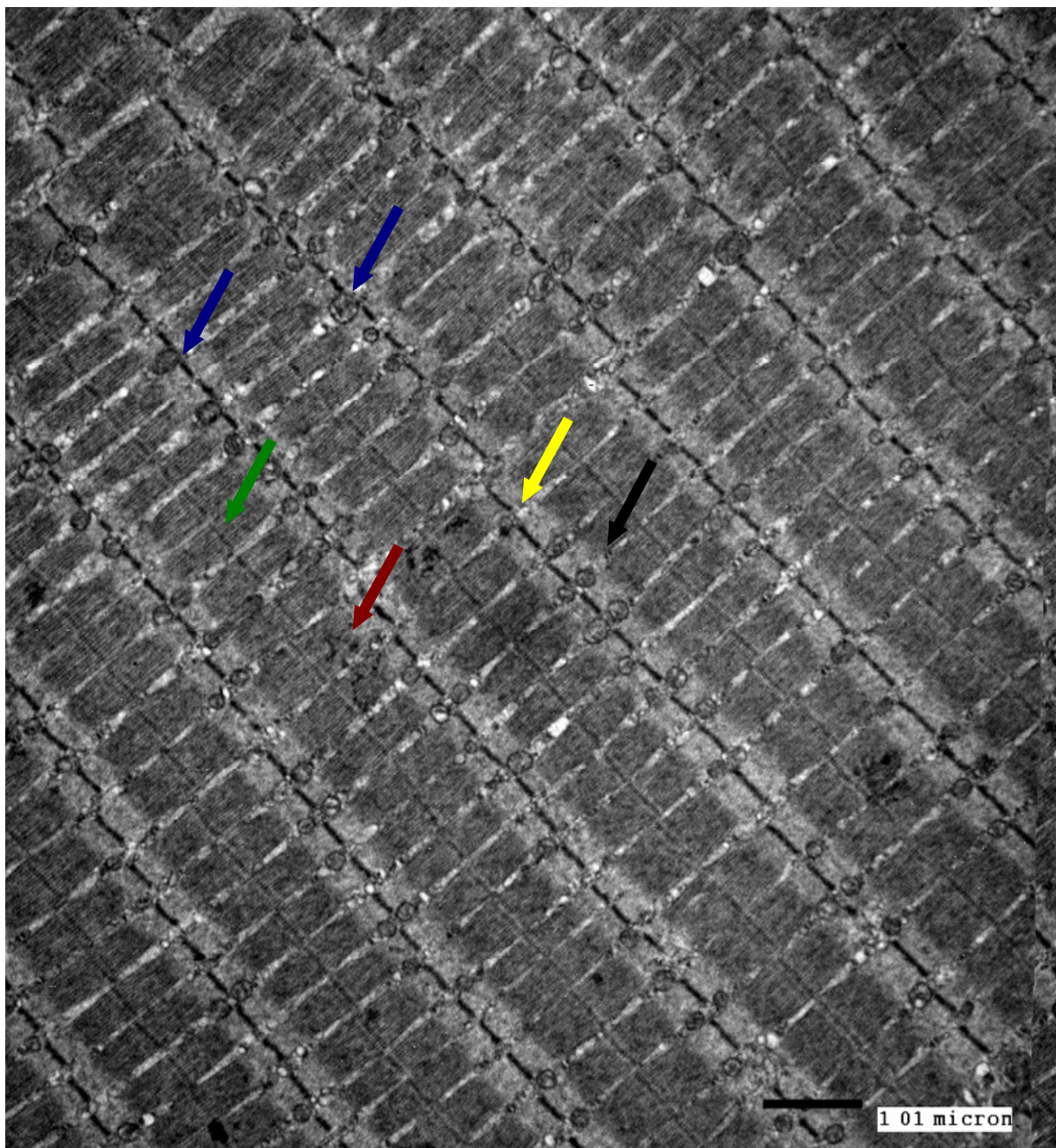




*Figura 10. Eletronmicrografia do músculo tríceps braquial de ratos do grupo C1 com aumento de 25.000x. Secção longitudinal mostrando o arranjo e a organização das estruturas. Miofilamentos dos sarcômeros (seta verde) e vacúolos (seta amarela). Mitocôndrias com lamelas bem definidas (setas azuis). Barra 500,36 nm.*

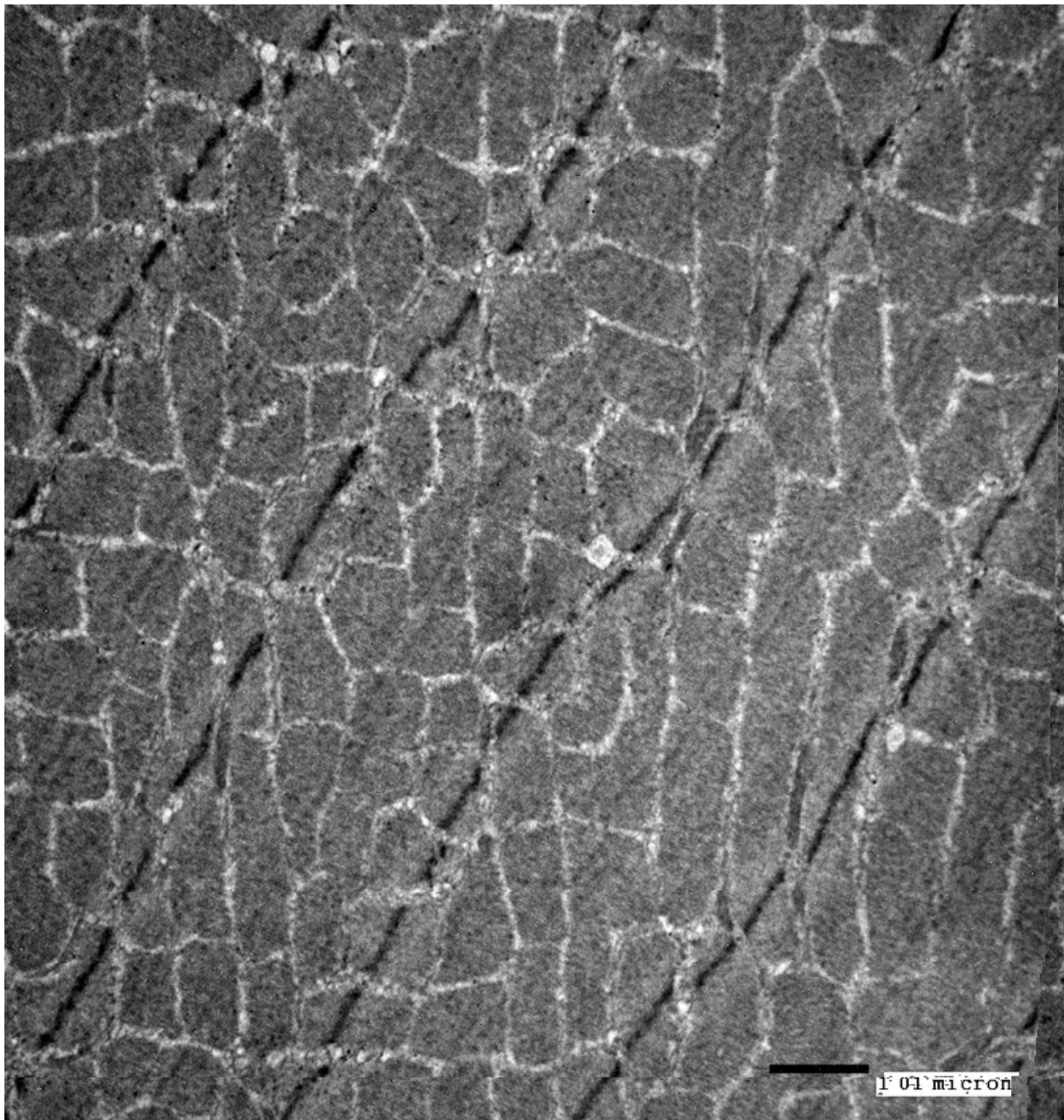


*Figura 11 Eletronmicrografia do músculo tríceps braquial de ratos do grupo C1 com aumento de 50.000x. Corte longitudinal mostrando o arranjo e a organização das estruturas: miofilamentos simétricos (seta verde). Observa-se a banda I (seta preta) e a linha Z (seta amarela). Barra de 1,01mm*

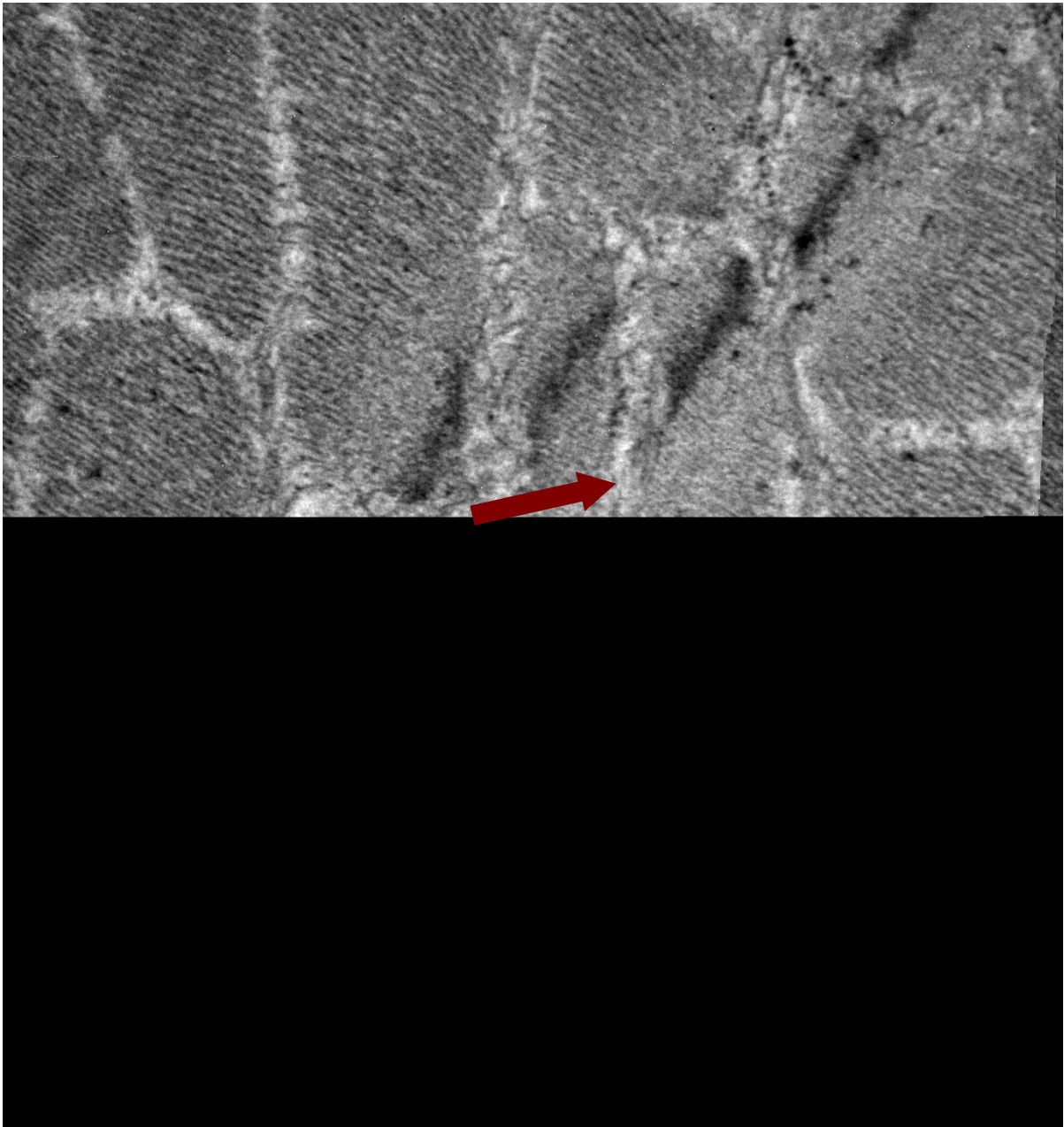


*Figura 12. Eletronmicrografia do grupo CI com aumento de 7500x. Corte longitudinal mostrando o arranjo e a organização das estruturas com uma disposição simétrica e paralela das miofibrilas. A seta preta indica a Banda I, a seta amarela indica a Linha Z, a seta vermelha indica a Banda A e a verde indica a Linha M. Observar ainda o grande número de mitocôndrias indicada pelas setas azuis. Barra de 1,01mm.*

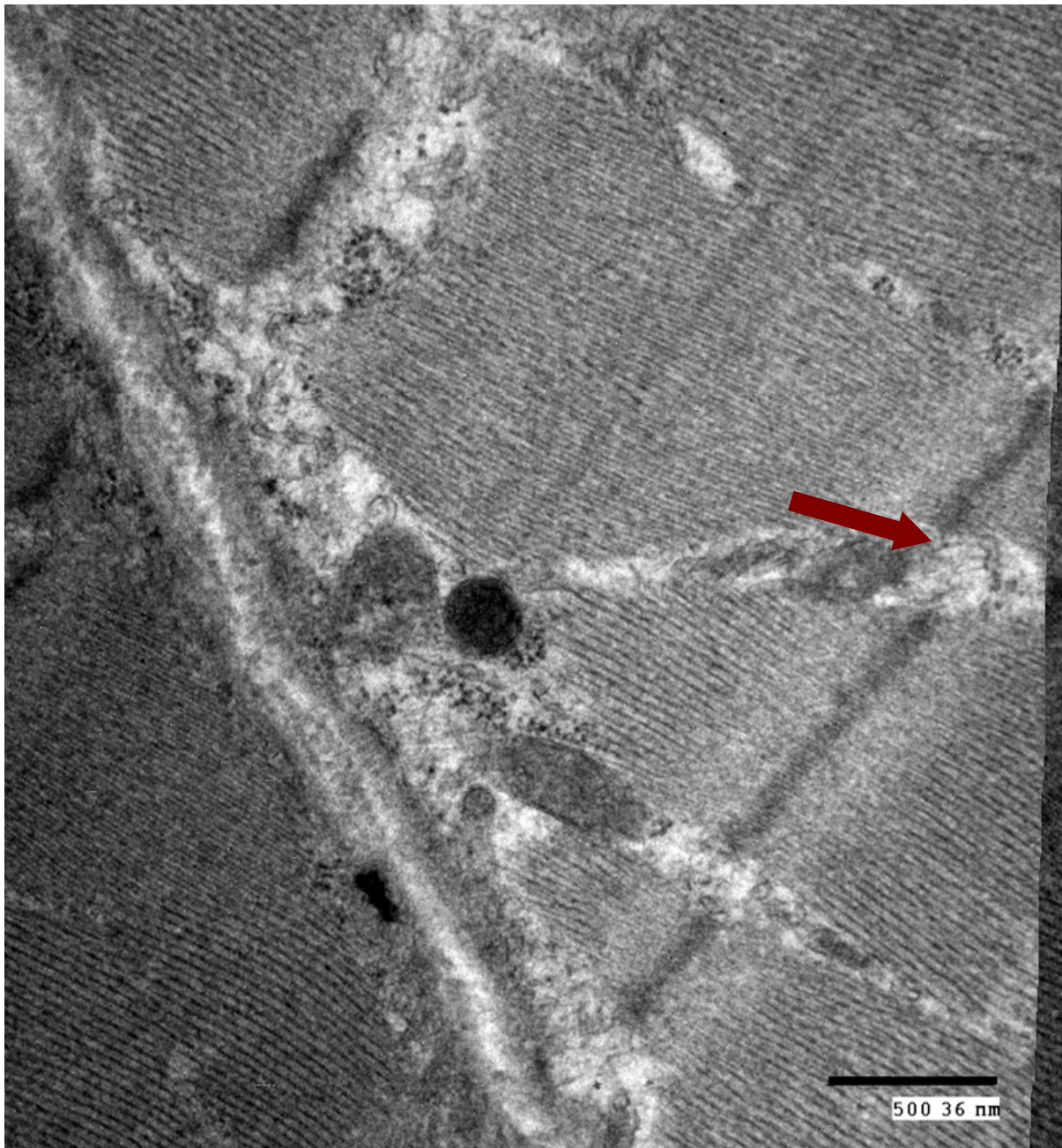




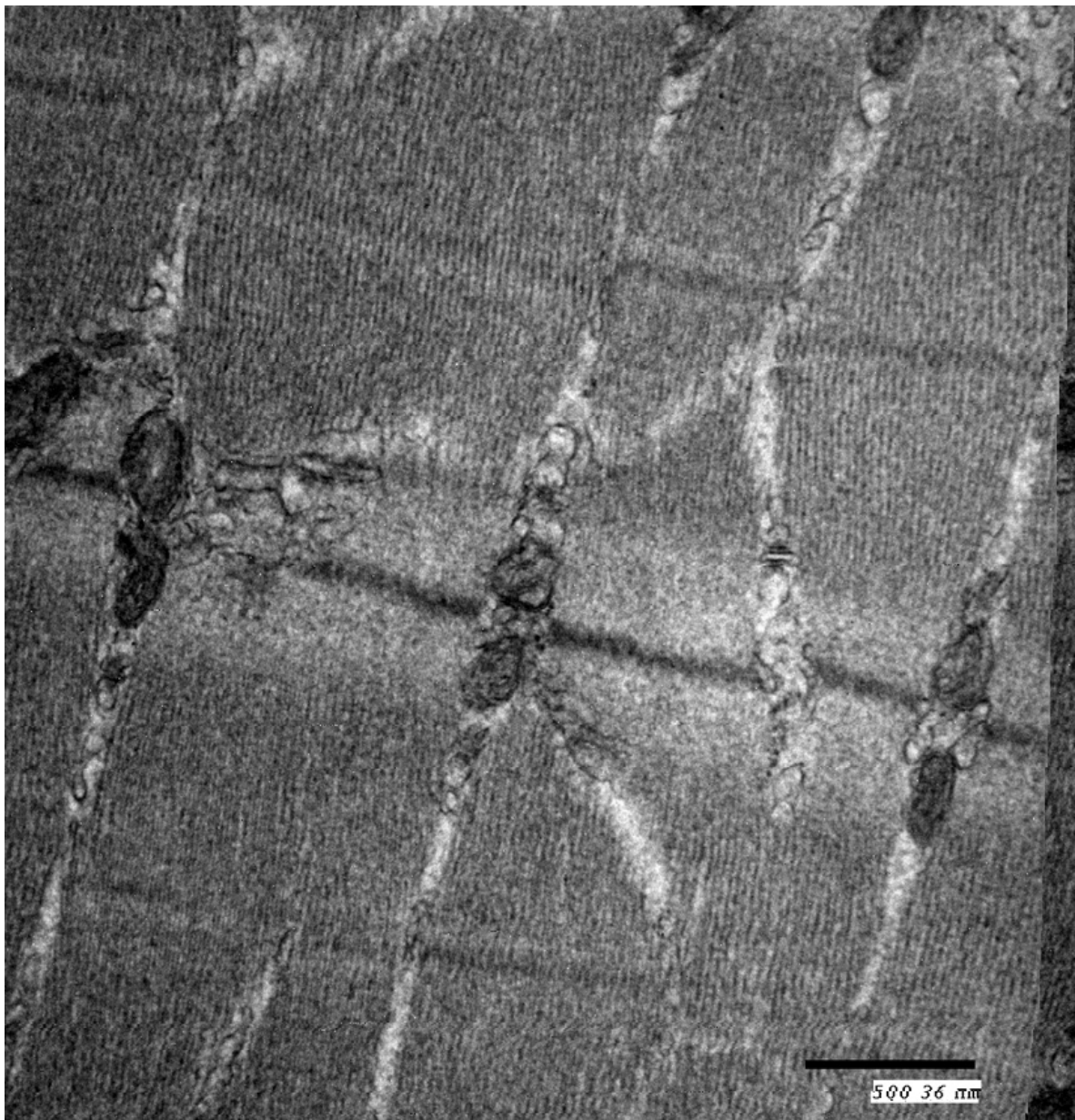
*Figura 13. Eletronmicrografia do grupo CF com aumento de 7500x em corte longitudinal do músculo. Barra de 1,01 mm. Aspecto semelhante aos grupos CI e CF.*



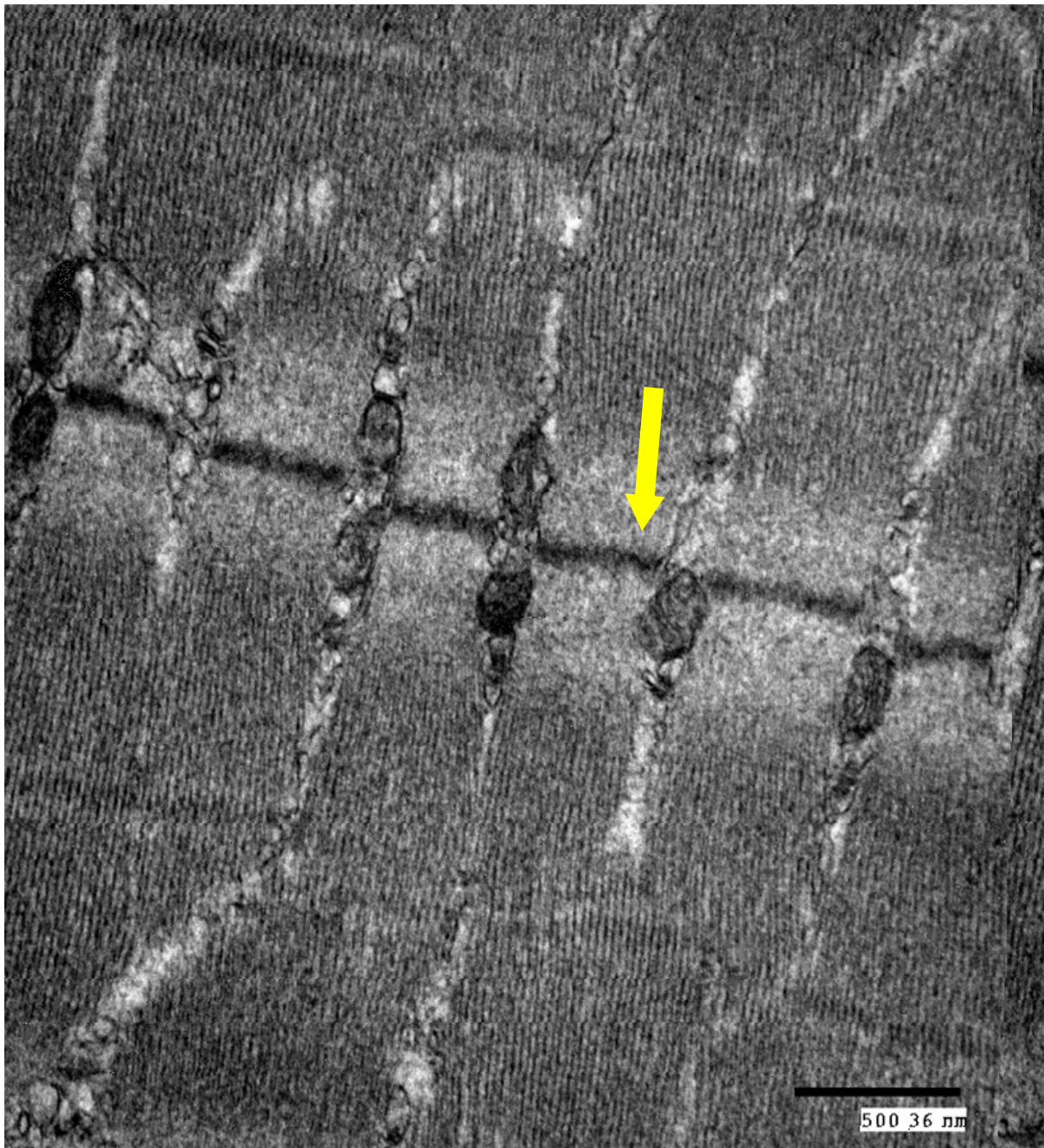
*Figura 14. Eletronmicrografia do grupo CF com aumento de 25000x com corte longitudinal. Observar que a linha Z mostra-se menos retilínea. Barra de 500.36 nm.*



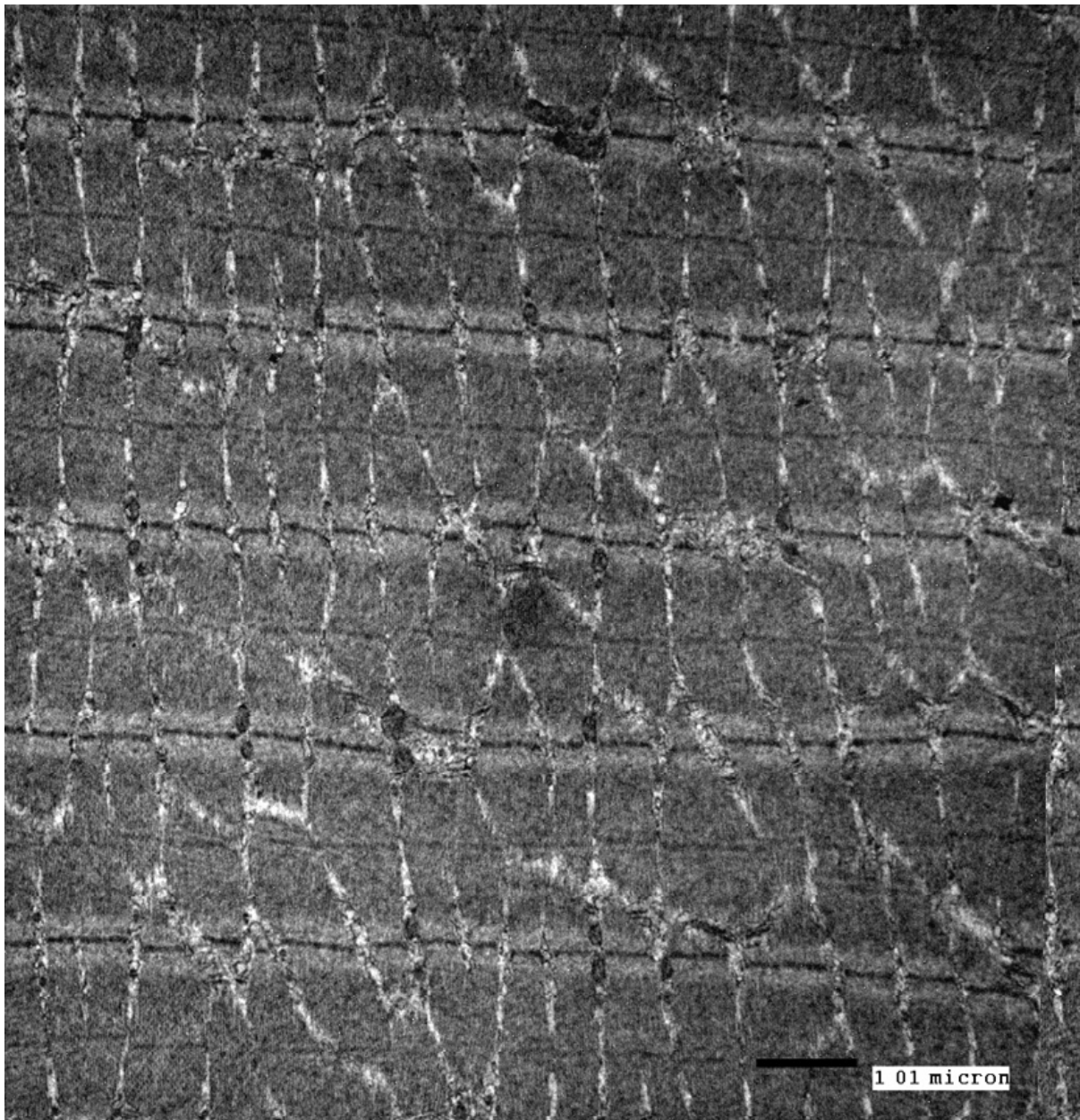
*Figura 15. Eletronmicrografia do grupo CF com aumento de 25000x com corte longitudinal. Observar a interrupção da linha Z pelo retículo sarcoplasmático e sistema T. Barra 500,36nm.*



*Figura 16. Eletronmicrografia do grupo T com o aumento de 25000x com corte longitudinal. O grupo T apresenta sarcômeros organizados, as miofibrilas apresentam-se simétricas, porém o retículo sarcoplasmático mostra uma discreta irregularidade. Barra 500,36nm.*



*Figura 17. Eletronmicrografia do grupo T com o aumento de 25000x com corte longitudinal. Observar que a linha Z está retilínea. Barra 500,36nm.*



*Figura 18. Eletronmicrografia do grupo T com o aumento de 7500x com corte longitudinal mostra a organização dos sarcômeros. Barra 1,01mm.*

## DISCUSSÃO

---

## 6. Discussão

Quando são citadas pesquisas com modelos animais, há uma grande dificuldade em encontrar o aparelho ideal e métodos adequados para que possamos isolar e controlar as variáveis do treinamento.

Krisan e colaboradores (2004) criticam o aparelho de treinamento de força descrito por Tamaki e colaboradores (1992) dizendo que este modelo de aparelho é mais indicado para o treinamento de pliometria, que estimula os componentes elásticos dos músculos na transição da fase excêntrica para a fase concêntrica. O modelo de aparelho para o treinamento de força em experimentação animal propostos por Duncan e colaboradores (1998), e Hornberber & Farrar (2004) parece ser o mais indicado, porque se assemelha ao aplicado aos seres humanos, pois não há nenhum tipo de recompensa ou ajuda externa para a realização do exercício e a escada pode ser utilizada na prescrição de um simples exercício de força.

Com relação à utilização ao estímulo para a execução dos exercícios, o estudo de Krisan e colaboradores (2004) utilizaram recursos extrínsecos para a realização do treinamento de força, pode ser criticado, pois este tipo de estímulo pode modificar os níveis de estresse do animal e, desse modo, também pode modificar os níveis de força aplicados ao exercício. Estes fatores externos não se assemelham aos vivenciados em seres humanos. Em nosso estudo os animais do grupo CF realizaram atividades durante todo o protocolo de treinamento para se manterem pouco ativos, de modo a se assemelharem à população de humanos que não realizam um treinamento sistematizado. Já os animais do grupo T realizaram todo o protocolo em condições semelhantes à



de um grupo de atletas, pois não foram utilizados estímulos externos estressantes, como é o caso do estudo dos autores Krisan e colaboradores (2004) e Tamaki e colaboradores (1992). Deste modo supomos estar mais próximo das condições ideais de treinamento.

A literatura não aponta uma padronização quanto à distância entre a carga e o corpo para a fixação do peso, o que pode aumentar o braço de alavanca. No estudo apresentado por Hornberber & Farrar (2004), o braço de alavanca foi maior do que o apresentado por Duncan e colaboradores (1998). Podemos supor que os valores da prescrição e o resultado final podem variar de acordo com a distância da fixação da carga. Nesse estudo optamos por fixar a sobrecarga na parte proximal da cauda, baseados no fato de que quanto mais próximo a resistência estiver da potência, menor será a variação da carga prescrita.

Observamos na literatura que muitos estudos em modelos animais têm um tempo de duração relativamente curto: 8 semanas (Hornberber & Farrar, 2004), 12 semanas (Krisan e colaboradores, 2004), e 4 semanas de treinamento (Barauna e colaboradores, 2005). O treinamento de curta duração pode ser insuficiente para produzir uma adaptação semelhante à observada em humanos. No protocolo de treinamento proposto neste estudo realizamos 16 semanas, portanto eram esperadas adaptações morfológicas estruturadas.

Depois de realizar uma ampla pesquisa na literatura a fim de encontrar um teste de carga máxima para ratos idosos, não fomos bem sucedidos, pois grande parte do cálculo utilizado para aumento de carga encontrados na literatura não são padronizados como observado na pesquisa de Duncan e colaboradores (1998) que aumentavam a carga em 5% do peso corporal. Já

Bucci (2006) calculava a carga em 50% do peso corporal do animal e a partir daí, aumentava conforme as variações do peso do animal. Hornberber & Farrar (2004) realizaram um teste de carga máxima que é o indicado para a prescrição do treinamento, porém, não é indicado para população idosa (MATSUDO, 2000). Entretanto o teste é fundamental para a prescrição ideal do treinamento. Heyward (1998) apresenta uma tabela para a realização do teste de carga em homens e mulheres idosas. Em nosso trabalho essa tabela foi adaptada para o modelo animal. Desse modo tivemos uma base teórica e um referencial de treinamento mais específico para a população de idosos e velhos.

Iniciamos o treinamento utilizando o coeficiente “BOM”, que corresponde a 75% da carga máxima, partindo do princípio de que os animais apresentavam aparentemente boas condições de saúde. A partir da 4<sup>a</sup> semana de treinamento utilizamos os coeficientes de aumento: 0,80; 0,90; 100; 110 e 120 que correspondem a 116% a 144% do peso corporal dos animais respeitando o princípio da sobrecarga. Os animais apresentaram um nível de desempenho excelente e em virtude desse desempenho, aumentamos os coeficientes além dos níveis propostos por Heyward (1998), deste modo obtivemos um ganho muscular expressivo semelhante ao observado por Duncan e colaboradores (1998).

A literatura mostra que a sarcopenia é inerente ao processo de envelhecimento e que um indivíduo perde cerca de 40% de massa muscular dos 20 aos 80 anos de idade (KOVANEN, 1989, POWERS et al 2000, NARICI et. al 2004, TARPENNING et. al 2004, SANTARÉM, 2005). Volpi (2004) fala que um indivíduo perde de 3% a 8% de massa muscular por ano. Nosso estudo

mostrou que o treinamento de força apresentou um aumento na área dos miócitos de 45% entre o grupo T e os grupos CI e CF, confirmando quantitativamente as afirmações de Santarém (1999), que relata que idosos treinados são capazes de preservar sua massa muscular.

Por meio de uma análise estereológica confirmamos os resultados obtidos na análise morfométrica da área dos miócitos. Verificamos um aumento significativo na densidade de área ocupada pelos miócitos do grupo T em relação ao grupo CF, e uma semelhança entre os grupos T e grupo CI. Também confirmando os achados morfológicos, o espaço intersticial do grupo CI e T ocupavam uma área maior do que o do grupo CF. Com relação à densidade de área ocupada pelos capilares não houve variação. Esses dados revelam que o treinamento de força é eficiente no aumento da densidade de área ocupada pelos miócitos de modo a suprir a perda numérica dessas células. Concomitantemente o espaço intersticial diminuiu de modo a ser ocupado pelos miócitos.

Kraemer (1992) afirma que no processo de envelhecimento o excesso de alimento ingerido aumenta o armazenamento de gordura. O aumento de energia e a inatividade física são fatores importantes que contribuem para o aumento no percentual de gordura e a diminuição no percentual de massa muscular. Entretanto verificamos em nosso estudo que o treinamento de força muscular não afetou no peso corporal entre os grupos CF e T.

A análise ultraestrutural dos miócitos do músculo tríceps braquial não demonstrou diferença significativa nas organelas citoplasmáticas. Entretanto são necessárias análises morfométricas e estereológicas de modo a identificar modificações quantitativas nessas organelas.

## CONCLUSÃO

---

## 7. Conclusão

O equipamento utilizado para o treinamento de força dos animais mostrou-se eficiente apresentando ganhos significativos da massa muscular e nos níveis de força. O protocolo de treinamento de força foi similar ao do ser humano no que se refere a frequência, duração, intensidade e repouso. Desse modo sugerimos a padronização no treinamento para um modelo experimental baseado nos critérios propostos, pois seus efeitos se mostraram eficientes e podem ser aplicados ao ser humano.

O aumento na área dos miócitos depende do programa de treinamento que deve conter cargas intensas e progressivas. Exercícios com pesos mostraram-se eficientes para minimizar as perdas da massa muscular ou até estabilizar essas perdas inerentes ao processo de envelhecimento, porém cargas leves e moderadas possivelmente não são suficientes para minimizar a sarcopenia. Entretanto são necessários mais estudos que avaliem a utilização segura dos dados em animais de experimentação para o humano.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACURAU, R.F.; NAVARRO F. – **Hipertrofia, Hiperplasia: fisiologia, nutrição e treinamento**. São Paulo: Ed. Phorte, 2001.

BARAUNA, V.G.; JUNIOR, M.L.; ROSA, L.F.; et al. – Cardiovascular adaptations in rats submitted to resistance-training model – **Clinical and Experimental pharmacology and Physiology** :32, 249-254, 2005.

BORST, S.E. – Interventions for sarcopenia and muscle weakness in older people – **Ang and Ageing** :33 548- 555, 2004.

BUCCI, M. – **Efeitos do Treinamento concomitante e suplementação de glutamina sobre a Hipertrofia do músculo esquelético em ratos** 2006.

BUSKIRK, R.E.; SEGAL, S.S. – The Aging Motor system: Skeletal muscle weakness in “Physical activity and aging. **The Academy papers Human Kinetics Publishers Champaign Illinois** 1989.

CAMPOS, M.A. – **Musculação: Diabéticos, Osteoporóticos, Idosos, Crianças e obesos**, 1ª ed., São Paulo, Sprint, 2000.

CARNAVAL, P.E. – **Musculação Aplicada**, Rio de Janeiro, Sprint, 1995.

DE SOUZA, R.R. - **O processo natural de envelhecimento**. In: Antonio Carlos Lopes. (Org.). Tratado de Clínica Médica. 1 ed. São Paulo: Editora Roca, v. p. 4254-4270, 2006.

DUNCAN, N.D.; DAVID A. W.; GORDON, S. L. – Adaptations in rat skeletal muscle following long-term resistance exercise training – **Eur J Appl Physiol** :77:372-378, 1998.

FLECK, S. – Treinamento de resistência e envelhecimento, **Revista brasileira de ciências e movimento**, pp 68-72, 1993.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. – **Designing Resistance Training Programs**, Human Kinetics, USA. 1997.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. – **Fundamentos do Treinamento da força Muscular**, 2ª ed., Porto Alegre, artemed, 1999.

FRONTEIRA, W.R.; MEREDITH, C.N.; REILLY, K.P.; et al. – Strength conditioning in older men: Skeletal muscle hypertrophy and improved function. **Journal of Applied Physiology**:64:1038-44, 1988.

GOSSELIN, L.E. – Attenuation of force deficit after lengthening contractions in soleus muscle from trained rats. **Appl J appl Physiol**,; 88(4):1254-8, 2000.

GUEDES, J.S. – A Saúde dos idosos no estado de São Paulo, **Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo**, 1999.

HEYWARD, V.H. – Designing resistance training programs. In Vivian H. Heyward – **Advanced fitness assessment and exercise prescription**. 3<sup>rd</sup> edition. Champaign, Illinois, Human Kinetics, p 121 – 144, 1998.

HORNBERGER, T.A.J.; FARRAR, R.P. – Physiological hypertrophy of the FHL muscle following 8 weeks of progressive resistance exercise in the rat. **Can J Appl Physiol** : v29, n.1, Feb, p16-31, 2004.

JOZSI, A. C.; CAMPBELL, W.W.; JOSE, P.H.L.; et al. – Changes in power with resistance training in older and younger men and women. – **Gerontology a Biology Medicine Science**: 54: m591- m 596. 1999.

KLITGAARD, H.; MANTONI, M.; SCHIAFFINO, S. – Function, morphology and Protein expression of ageing skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. **Acta Physiologica Scandinavica** :140: 41-54, 1990.

KOVANEN, V. – Effects of ageing and physical training on rat skeletal muscle. An experimental study on the properties of collagen laminin and fibre types in muscle serving different functions. – **Acta Physiologica Scandinavica Supplementum**: 577;1-56, 1989.

KRAEMER, W.J. – Endocrine responses and adaptations to strength training. **In Strength and power in sport, ed. P. V. Komi** :291-304, 1992.

KRISAN, A.D.; COLLINS, D.E.; CRAIN, A.M.; et al. – Resistance training enhances components of the insulin signaling cascade in normal and high-fat-fed rodent skeletal muscle. - **J Appl Physiol**: 96:1691-1700, 2004.

KWAK, H.B.; SONG, W.; LAWLER, J.M. - Exercise training attenuates age-induced elevation in Bax/Bcl-2 ratio, apoptosis, and remodeling in the rat heart. **FASEB J**. Apr;20(6):791-3, 2006.

MAINARDES, K.C.; NETTO, R.V.; DONOSO, C.P.M.; et al. – Efeito do diabetes associado ao envelhecimento na consolidação de fraturas na tíbia de ratos. **Rev. Bras. Ortop.**:42(3):55-63, 2007.



MANDARIM-DE-LACERDA, C. - Stereological tools in biomedical research - **An Acad Bras Cienc.** Dec;75(4):469-86, 2003.

MATSUDO, S.M.M. - **Avaliação do Idoso: Física & Funcional.** Londrina: Midiograf, 2000.

NARICI, M.V.; REEVES, N.D.; MORSE, C.N.; et al. - Muscle adaptations to resistance exercise in the elderly - **Musculoskel neuron Interact** 4(2):161-164, 2004.

OKUMA, S. S. - **O Idoso e a atividade física,** Campinas, papirus, 1998.

PORTER, M.M. - The effects of strength training on sarcopenia. - **Can J Appl C**

Santos, 2000.

VOLPI, E.; REZA, N.; SATOCHI, F. – Muscle tissue changes with aging – **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care.** 7; 405-410, 2004.

WEINECK, J. – **Biologia do Esporte.** São Paulo: Manole, 1991.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. – **Fisiologia do esporte e do exercício,** 2<sup>a</sup>ed. São Paulo, manole, 2001.

YANG, H.T.; OGILVIE, R.W.; TERJUNG, R.L. – Training increases collateral-dependent muscle blood flow in aged rats. **Am J Physiol.**;Mar:268(3pt 2):H1174-80, 1995.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)