

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

EFEITOS MORFOQUANTITATIVOS DO EXERCÍCIO
DE FORÇA SOBRE OS COMPONENTES ELÁSTICO E
MUSCULAR DA PAREDE DA ARTÉRIA AORTA
ASCENDENTE DE RATOS WISTAR IDOSOS

AUTOR: Sarah Martins dos Santos

São Paulo

2009

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

Sarah Martins dos Santos

**EFEITOS MORFOQUANTITATIVOS DO EXERCÍCIO
DE FORÇA SOBRE OS COMPONENTES ELÁSTICO E
MUSCULAR DA PAREDE DA ARTÉRIA AORTA
ASCENDENTE DE RATOS WISTAR IDOSOS**

Mestrado em Educação Física

**Universidade São Judas Tadeu
São Paulo**

2009

Sarah Martins dos Santos

**EFEITOS MORFOQUANTITATIVOS DO EXERCÍCIO
DE FORÇA SOBRE OS COMPONENTES ELÁSTICO E
MUSCULAR DA PAREDE DA ARTÉRIA AORTA
ASCENDENTE DE RATOS WISTAR IDOSOS**

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Educação Física da
Universidade São Judas Tadeu para a
obtenção do título de Mestre em
Educação Física.

Área de Concentração:

Bases Biodinâmicas da Atividade Física

Orientador:

Prof..Dr. Romeu Rodrigues de Souza

Universidade São Judas Tadeu

São Paulo

2009

Santos, Sarah Martins dos

Efeitos morfoquantitativos do exercício de força sobre os componentes elástico e muscular da parede da artéria aorta ascendente de ratos wistar idosos / Sarah Martins dos Santos. - São Paulo, 2009.

62f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Romeu Rodrigues de Souza

Dissertação (mestrado) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2009.

1. Treinamento (Educação física) 2. Exercícios físicos 3. Morfologia (animal)
I. Souza, Romeu Rodrigues II. Universidade São Judas Tadeu, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Física. III. Título

CDD – 796

Ficha catalográfica: *Elizangela L. de Almeida Ribeiro - CRB 8/6878*

*Aos meus pais,
João Martins e Maria da Conceição*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Romeu Rodrigues de Souza pela orientação deste trabalho, pela paciência, compreensão e por tudo que me ensinou.

À Profa. Dra. Eliane Florêncio Gama pelo incentivo, colaboração e contribuição para minha formação.

À Profa. Dra. Laura Beatriz Mesiano Maifrino por todo auxílio e incentivo.

À Profa. Dra. Vilma Lení Nista-Piccolo pelo aprendizado nas aulas e no programa de mestrado, e pela sua sabedoria em nos aconselhar.

A todos os professores do Programa de Mestrado de Educação Física que muito me ensinaram.

Aos funcionários da secretaria da pós-graduação, por todo auxílio e apoio prestados.

Aos membros do Laboratório de Biologia pela amizade e prontidão em me auxiliar sempre que deles precisei.

Aos meus colegas e amigos que foram sensacionais pelo companheirismo, amizade e apoio nos momentos mais difíceis deste trabalho.

Aos meus irmãos, cunhados, cunhadas e sobrinhos por estarem presentes e me animarem a prosseguir na conquista de meus objetivos.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Meu profundo agradecimento ao Mestre Jesus Cristo por iluminar meu caminho e me conduzir nos momentos mais difíceis do mesmo.

“Tudo quanto te vier à mão para fazer, faze-o conforme as tuas forças”.

Eclesiastes 9 :10.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 Envelhecimento da Artéria Aorta.....	17
2.2 Treinamento de Força em Idosos	18
2.3 Efeitos dos Exercícios sobre as Artérias.....	19
3. OBJETIVOS	22
4. JUSTIFICATIVA	23
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
5.1 Processo de Adaptação dos animais ao treinamento	26
5.3 Protocolo de Treinamento de Força.....	27
5.3 Sacrifício dos animais.....	30
5.4 Análise Morfométrica.....	30
5.4.1 Medida da Espessura da Artéria Aorta	31
5.4.2 Número médio de lamelas elásticas	31
5.4.3 Número de transecções de núcleos de miócitos por secção	32
5.5 Análise Estereológica	33
5.4.1 Densidade de volume dos núcleis de miócitos (QA[nu]).....	34
5.4.2 Densidade de superfície das lamelas (Sv[lam])	35
5.4.3 Densidade de volume das lamelas elásticas	36
5.6 Análise Estatística	37
6. RESULTADOS	38
6.1 Peso Corpóreo dos animais	38
6.2 Peso da Carga de Treinamento	39
6.3 Peso do Coração dos Animais	39
6.4 Medida da Espessura da Artéria Aorta.....	40

6.5	Número médio de lamelas elásticas	41
6.6	Densidade de superfície das lamelas elásticas (S_v).....	42
6.7	Densidade de volume das lamelas elásticas	43
6.8	Número de transecções núcleos de miócitos	44
6.9	Densidade de Volume dos núcleos de miócitos	45
7. DISCUSSÃO		
7.1	Peso corpóreo.....	46
7.2	Peso da Carga de Treinamento.....	47
7.3	Peso do Coração dos Animais.....	47
7.4	Medida da Espessura da Artéria Aorta.....	48
7.5	Número médio de lamelas elásticas.....	49
7.6	Densidade de superfície das lamelas elásticas (S_v).....	50
7.7	Densidade de volume das lamelas elásticas.....	50
7.8	Número de transecções núcleos de miócitos.....	51
7.9	Densidade de volume dos núcleos de miócitos ($Q_{A[nu]}$).....	52
8 . CONCLUSÃO.....		
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Espessamento progressivo da parede da artéria aorta.....	17
Figura 2 – Equipamento utilizado para o exercício resistido	25
Figura 3 - Treinamento de um animal no equipamento com pesos atrelados à cauda	26
Figura 4 - Mosquete com trava utilizado para prender a carga ao animal.....	29
Figura 5 - Medição da espessura da parede da artéria aorta.....	31
Figura 6 – Número médio de lamela elasticas.....	32
Figura 7 - Número de transecções de núcleos de miócitos.....	33
Figura 8 - Densidade de volume dos núcleos de miócitos ($Q_{A[nu]}$).....	35
Figura 9 - Sistema teste utilizado para quantificar a densidade de superfície das lamelas	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GC - Grupo Controle

GS - Grupo Sedentário

GT - Grupo Treinado

(QA[nu]) - Densidade de volume dos núcleos de miócitos

(Sv) - Densidade de superfície das lamelas elásticas

Pp[nu] - pontos sobre os núcleos

Pt - número total de pontos (192)

IL - número de intersecções das lamelas com os arcos ciclóides

DCVs - Doenças Cardiovasculares

NO - óxido nítrico

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Relação força muscular / peso para homens e mulheres de acordo com a idade HEYWARD (1998).....	28
Tabela 6.1 – Peso corpóreo dos animais (ratos wistar) dos três grupos, em gramas (g) no início e ao final do experimento.....	38
Tabela 6.2 – Pesos das cargas inicial e final utilizada no treinamento dos animais diferença e variação do grupo GT.....	39
Tabela 6.3 – Peso médio do coração (mg) em cada grupo, mensurado após 12 semanas de treinamento.....	39
Tabela 6.4- Valores médios da Espessura da Aorta (μm) para cada animal de cada um dos três grupos estudados.....	40
Tabela 6.5 – Número médio de lamelas elásticas na parede da aorta em 5 animais nos três grupos estudados.....	41
Tabela 6.6 – Densidade de superfície das lamelas elásticas na parede da aorta dos 5 animais dos três grupos estudados.....	42
Tabela 6.7 – Densidade de volume das lamelas elásticas dos 5 animais dos três grupos estudados.....	43
Tabela 6.8 – Número de transecções de miócitos/ corte da aorta nos animais dos três grupos estudados.....	44
Tabela 6.9 - Densidade de volume (%) dos núcleos de miócitos na parede da aorta dos cinco animais dos três grupos estudados.....	45

RESUMO

EFEITOS MORFOQUANTITATIVOS DO EXERCÍCIO DE FORÇA SOBRE OS COMPONENTES ELÁSTICO E MUSCULAR DA PAREDE DA ARTÉRIA AORTA ASCENDENTE DE RATOS WISTAR IDOSOS

Autor: Sarah Martins dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Romeu Rodrigues de Souza

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSO MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA - Universidade São Judas Tadeu

Vários trabalhos têm demonstrado que exercícios de força produzem alterações fisiológicas no sistema cardiovascular de idosos. São escassas, porém, as informações sobre efeitos morfológicos e quantitativos deste tipo de exercício sobre indivíduos desta faixa etária. Este trabalho investigou a variação de parâmetros morfoquantitativos da parede da artéria aorta ascendente de ratos Wistar idosos submetidos a um programa de exercício de força. Foram utilizados 15 animais distribuídos em 3 grupos de 5 animais cada: GC (grupo controle, sacrificado aos 13 meses de idade); GS (grupo sedentário) e GT (grupo treinado, que realizou exercícios de força), sendo que os animais de GS e GT foram sacrificados aos 16 meses de idade. Para o treinamento utilizou-se uma escada de madeira com degraus de ferro de 110 cm de altura com inclinação de 80°. Após um período de adaptação, os animais do grupo GT subiam a escada 6 vezes por dia, durante 5 dias por semana, sendo que a cada semana, foi adicionada uma sobrecarga proporcional ao peso do animal, através de fixação de pesos de chumbo à cauda do animal. O período total de treinamento foi de 12 semanas. Os animais do grupo GS subiram a escada uma vez por dia, 5 vezes por semana, com o objetivo de provocar um estresse semelhante ao do grupo treinado. A preparação do material foi feita com técnicas convencionais de histologia, utilizando as colorações de Hematoxilina-Eosina e Hematoxilina de Verhoeff, para evidenciar os componentes celulares e de tecido elástico, respectivamente, da parede da artéria aorta. Utilizando técnicas morfométricas e estereológicas foi medida a espessura das túnicas íntima e média em conjunto, quantificados o número médio de lamelas elásticas, o número de núcleos de miócitos por secção da parede, a densidade de volume dos núcleos de miócitos ($Q_A[nu]$), e a densidade de superfície das lamelas (S_V) da aorta. Os resultados indicaram que o envelhecimento promoveu aumento significativo da espessura da aorta, aumento significativo do número de lamelas, diminuição significativa da densidade de superfície das lamelas, da densidade de volume das lamelas (NS) e do número de transecções de núcleos de miócitos ($P < 0,05$). O treinamento de força mostrou-se capaz de atenuar estes efeitos do envelhecimento. Portanto, o exercício de força pode ser uma estratégia para minimizar os efeitos morfológicos causados pelo envelhecimento tardio da artéria aorta.

Palavras-Chaves: Miócitos, Lamelas Elásticas, Artéria Aorta, Treinamento de Força, Morfometria e Estereologia

ABSTRACT

SANTOS, S. M. Morpho-quantitative effects of exercise on strength of components and muscular strength wall of the ascending aorta of Wistar rats aged

Several studies have shown that strength training produces physiological changes in the cardiovascular system of the elderly. Few however, information on morphological and quantitative effects of this type of exercise on individuals of this age group. This study investigated the variation of morpho-quantitative parameters of the wall of the ascending aorta of aged rats subjected to a program of strength exercise. A total of 15 animals divided into 3 groups of 5 animals each: CG (control group, sacrificed at 13 months old), GS (sedentary group) and GT (trained group, who performed strength training), and the animals GS and GT were sacrificed at 16 months of age. For training we used a wooden ladder with rungs of iron 110 cm high. After an adjustment period, the animals of the TG climbed inclination of 80° the stairs 6 times a day for 5 days a week and every week, was added an overhead proportional to the weight of the animal, by fixation of lead weights to the tail the animal. The total period of training was 12 weeks. The animals in group GS climbed the stairs once a day, 5 times a week, with the goal of generating a stress similar to that of the trained group. The preparation of the material was made with conventional histology using the hematoxylin-eosin and Verhoeff's hematoxylin to highlight the cell components and elastic tissue, respectively, the wall of the aorta. Using morphometric and stereological techniques was measured the thickness of the intima and media together, quantified the average number of elastic lamellae, the number of nuclei of myocytes per section of the wall, the volume density of nuclei of myocytes (QA [nu]) and the surface density of lamellae (Sv) of the aorta. The results indicated that aging promoted a significant increase in the thickness of the aorta, a significant increase in the number of lamellae, a significant increase of the surface density of lamellae, increased volume density of the lamella (NS) and significant decrease in the number of nuclei of myocytes (P <0.05). The strength training was able to mitigate these effects of aging. Therefore, the strength training can be a strategy to minimize the morphological effects caused by aging of the aorta later.

Key Words: Myocytes, Elastic Tissue, Aorta Artery Wall, Strength training, Morphometry, Stereology.

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento deve ser entendido como um *continuum*, que começa com a concepção da vida e termina com a morte (PAPALÉO NETTO, 2002). Durante esse período, ocorrem diversas mudanças nos órgãos dos sistemas corporais devido a causas genéticas influenciadas por fatores secundários tais como a alimentação, fumo, prática de atividade física, ingestão de álcool, tipos de personalidades e aspectos socioeconômicos entre outros. As mudanças que ocorrem no envelhecimento são tais que levam à redução gradativa da capacidade dos vários sistemas orgânicos em realizar com eficiência suas funções (PAPALÉO NETTO & BRITO, 2001).

A redução da capacidade funcional dos órgãos se deve às alterações antropométricas, metabólicas, neuromotoras (RASO *et. al*, 1997) e cardiovasculares que ocorrem nos tecidos do órgão durante o processo de envelhecimento. As alterações antropométricas compreendem incremento do peso e da adiposidade corporal afetando o índice de massa corporal (IMC), diminuição da densidade óssea e redução da massa livre de gordura. Como alterações metabólicas, observam-se decréscimo da potência aeróbia e redução do consumo máximo de oxigênio. As alterações nas variáveis neuromotoras incluem redução do número de unidades motoras, diminuição da força dos músculos dos membros inferiores e superiores e diminuição do número de fibras musculares, especialmente as do tipo IIb (RASO *et. al*, 1997; NEGRÃO & BARRETTO, 2005).

Particularmente, os estudos das alterações que ocorrem no sistema cardiovascular com o envelhecimento são da maior importância pois estão relacionadas com o incremento da mortalidade e com a incidência de doenças cardiovasculares. As alterações decorrentes da idade levam a uma redução na função cardiovascular acompanhada de menor elasticidade da rede vascular periférica (MATSUDO & BARROS, 2000).

Por outro lado, sabe-se que a prática regular de exercícios físicos de intensidade moderada é considerada como um fator indispensável na promoção da saúde em todas as idades (RUSSEL *et al.*, KELLEY *et al.*, 2002). Particularmente, a prática de exercícios de força realizada por jovens é muito comum. Além disso, a prática desse tipo de exercícios por idosos tem aumentado a cada dia, o que vem reduzindo a incidência de doenças relacionadas ao coração. Sua

realização de forma regular e correta tem auxiliado a controlar fatores de risco predominantes no sistema cardiovascular (FORJAZ E NEGRÃO, 1999).

No período do envelhecimento as artérias perdem a elasticidade: suas paredes tornam-se mais rígidas, mais espessas, ocorre uma perda de tecido elástico, acúmulo de tecido conjuntivo e o depósito de cálcio. Estes fatores levam a falta de distensibilidade da parede do vaso, elevação do nível sistólico, aumento ventricular da parede (WENGER *et al*, 1988).

Estudos evidenciaram que pessoas fisicamente ativas têm menor incidência de doenças crônicas entre elas hipertensão arterial, obesidade, depressão, diabetes tipo II, sarcopenia, aterosclerose com suas doenças coronarianas, doença cérebro-vascular e doença vascular periférica (DE ANGELIS *et al.*, 1997, DE ANGELIS *et al.*, 1999 e PEDERSEN *et al*, 2003).

Entretanto, na literatura são escassas as pesquisas sobre este tema. Por esta razão, temos como hipótese no presente estudo que a prática do treinamento de força pode interferir mudando morfoquantitativamente a parede média e íntima da artéria aorta ascendente no envelhecimento.

Assim sendo, neste estudo investigamos os efeitos de um programa de treinamento de força sobre componentes da parede da artéria aorta de ratos Wistar durante o envelhecimento através de técnicas morfométricas e estereológicas. Os resultados poderão contribuir para obter maiores esclarecimentos sobre a realização do treinamento de força para idosos e auxiliando na prevenção de doenças cardiovasculares, proporcionando independência e melhor saúde e qualidade de vida para indivíduos dessa faixa etária.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. ENVELHECIMENTO DA ARTÉRIA AORTA

A artéria aorta tem a função de transportar o sangue oxigenado e todos os seus componentes sob alta pressão a partir do coração até os tecidos e órgãos, onde permitirá a troca de nutrientes, hormônios e outras substâncias, além de facilitar a remoção do dióxido de carbono (FARDY *et. al*, 1998). A artéria aorta é considerada como o maior vaso elástico, possuindo propriedades importantes morfológicas e mecânicas que contribuem para o bom funcionamento do sistema arterial sendo capaz de controlar a elevação da pressão sistólica e manter a pressão diastólica em níveis considerados suportáveis (GUYTON; HALL, 1996). A artéria aorta é uma típica artéria elástica, com suas três camadas ou túnicas: íntima, média e adventícia (Fig. 1).

Com o envelhecimento a parede das artérias fica mais espessa e mais rígida. Este processo acontece como consequência de um espessamento progressivo das túnicas íntima e média e por acúmulo gradual de células musculares lisas e tecidos conjuntivos (FERRARI *et. al*, 2003). Estas alterações vêm acompanhadas da perda da elastina, e acúmulo de cálcio, resultando em diminuição da complacência arterial e da distensibilidade e o enrijecimento arterial associado a idade (VIRMANI *et. al*, 1991) (MONAHAN, 2001; TANAKA, 1998; NÓBREGA *et. al*, 1999).

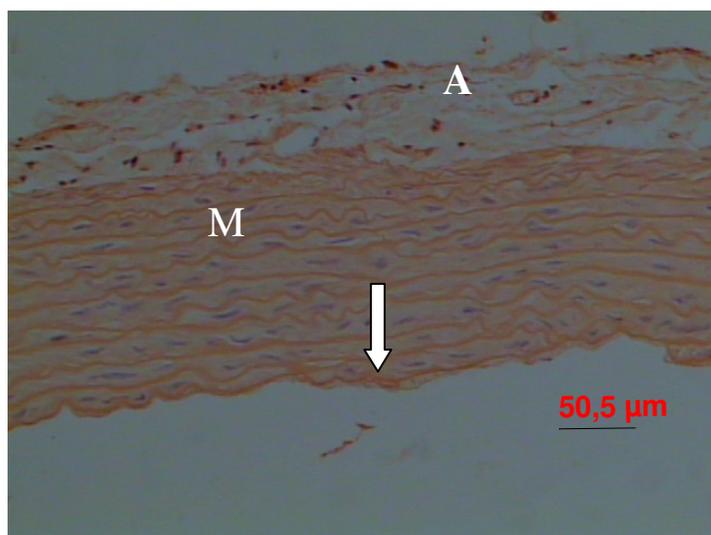


Figura 1 - Corte transversal da artéria aorta ascendente, vendo-se as suas três camadas: íntima (seta), média (M), com os núcleos de miócitos em preto e a adventícia (A). Coloração HE.

2.2. Treinamento de Força em Idosos

A atividade física é um fator determinante para um processo de envelhecimento ativo e saudável, pois ela pode retardar as alterações morfofuncionais que ocorrem nos tecidos com a idade. Embora o envelhecimento seja uma consequência natural da vida não se podendo evitá-lo: consegue-se, através da realização de exercícios adequados, estabelecer as bases para que nesse período o idoso possa viver em melhores condições de saúde (MEIRELLES, 1999).

Vários trabalhos têm demonstrado os benefícios do exercício aeróbio para minimizar as alterações que ocorrem na parede da artéria aorta com o envelhecimento (LAKATTA, 2000, 2002; TANAKA & MONAHAN, 2000; GATES *et al*, 2003). Entretanto, são escassos os trabalhos sobre efeitos de exercícios de força sobre a parede da artéria aorta em idosos.

O treinamento de força visa melhorar a qualidade de vida e a independência para as atividades diárias e, portanto, não se deve acatar o mito de que esse tipo de treinamento é inadequado e pouco eficiente para idosos. O termo exercício de força vem sendo largamente utilizado na área da saúde e na Educação Física sendo também denominado por outros nomes como: exercícios com pesos, exercício localizado, exercício de resistência muscular localizada ou, ainda, como musculação. Trata-se de um tipo de exercício no qual as contrações musculares são realizadas por um segmento corporal, contra uma força que se opõe ao movimento, que seria uma resistência oferecida pelo equipamento de musculação, pesos, acessórios ou o peso do próprio corpo (SANTARÉM, 2000; FORJAZ, 2005).

Quando os exercícios de força são realizados com cargas acima de 75% da carga utilizada na contração voluntária máxima, com poucas repetições, até 12 e com pausas longas entre as séries, eles promovem hipertrofia e um grande aumento da força muscular sendo chamado assim de exercício de força ou de hipertrofia (FLECK & KRAEMMER, 1999; KRAEMMER, 1999; WEINECK, 1999).

O exercício de força estimula o aumento da musculatura cardíaca, promovendo à hipertrofia cardíaca, ocorrendo aumento da massa cardíaca proporcional ao aumento da câmara interna (SHAPIRO, 1997).

A prática de treinamento de força para indivíduos idosos tem sido foco de diversas pesquisas (BROCHU *et al.*, 2002), as quais, de modo geral, sugerem que é uma forma segura de aumentar a força muscular mesmo em idosos (FLETCHER *et al.*, 2001). Durante os últimos anos, ficou então comprovado que os idosos podem se beneficiar da aplicação de treinamento de força. Fiatarone *et al.* (1990) demonstraram que mesmo indivíduos com idades acima de 90 anos podem conseguir ganho de força durante um período de treinamento de 8 semanas. O aumento de força pode beneficiar até mesmo indivíduos com doenças crônicas (FLECK & KRAEMMER, 1999).

2.3 Efeitos dos Exercícios sobre as artérias

Os efeitos do exercício físico para o organismo são bastante abrangentes e muitos são os benefícios sobre o sistema cardiovascular encontrados na literatura. Na década de 70, o exercício físico já era citado como um recurso para prevenir Doenças Cardiovasculares (DCVs) pois estas doenças prejudicam as artérias coronarianas e seus ramos, inclusive da aorta (HARTLEY, 1973; MITCHELL, 1975).

Um estudo de Owens *et al.* (2003), realizado ao longo de 20 anos em mulheres de meia idade, afirma que nunca é tarde para reduzir o risco cardiovascular aumentando o nível de atividade física habitual, pois a mesma colabora para o baixo risco de DCVs em mulheres (SILVA *et al.*, 2006), previne a mulher de doenças arteriais coronarianas (MANSON *et al.*, 1999; DUVERNOY *et al.*, 2006) e está associada a baixos índices de morte em mulheres na meia idade (VAN DAM, 2008).

Na população de homens idosos o exercício físico aeróbico tem um papel favorável quando praticado ao longo do tempo, tendo mínima perda de consumo de oxigênio e sem aumento da pressão arterial de repouso ou da composição corporal (KASCH *et al.*, 1999).

Em homens sedentários jovens a prática sistematizada de exercício físico de baixa intensidade em dias alternados, em bicicletas ergométricas a 70% do consumo máxima de oxigênio, pode melhorar a distensibilidade da aorta. Porém, este efeito pode não ser mantido ao longo do tempo se o exercício for interrompido (KAKIYMA *et al.*, 2005).

Os resultados de um estudo realizado com ratos jovens normotensos machos Wistar WAG/rij de 6 meses de idade, com um período de treinamento de 8 semanas de exercício de força, não indicaram que o exercício teve qualquer efeito sobre a rigidez aórtica e sobre as dimensões aórticas: comprimento, diâmetro interno, espessura da parede, conteúdo de elastina e conteúdo de cálcio (Niederhoffer *et al*, 2000).

Um estudo com a natação forçada com ratos diminuiu o teor de cálcio, aumentou o conteúdo da elastina na parede da aorta e melhorou as propriedades elásticas da parede aórtica. No entanto, o treinamento pode não ser o único elemento envolvido neste resultado porque outros componentes tais como excitação, submersão prolongada e a manutenção de temperatura homeostática, podem ter influenciado nas alterações cardiovasculares que não foram observadas (MATSUDA *et al*, 1993).

O exercício físico aumenta o fluxo sanguíneo dentro das artérias coronárias por induzir a vaso dilatação das mesmas. Esta resposta vascular é largamente dependente da integridade do endotélio, visto que o efeito modulador do endotélio no tônus vascular é mediado pela liberação de fatores relaxantes derivados do endotélio. A prática regular do o exercício físico reduz o risco de DCVs pelos mesmos mecanismos que o fazem os estrogênios: altera as concentrações de lipoproteínas do plasma sanguíneo, reduz a pressão sanguínea e aumenta a vaso dilatação endotélio-dependente (WONG; WONG, 1999). As diversas alterações moleculares, particularmente do óxido nítrico endotelial, poderiam contribuir, ao menos em parte, para os benefícios que o exercício físico produz para a manutenção da elasticidade da aorta (MAEDA *et al.*, 2005).

Por outro lado, a inatividade física causa disfunção endotelial em ratos jovens e saudáveis mas é completamente reversível por exercícios físicos moderados em um curto período de tempo (SUVORAVA *et al.*, 2004).

Em indivíduos remadores de meia-idade, como a prática regular de exercício de força está associada a efeitos que favorecem as propriedades elásticas das artérias centrais, isto pode anular

a rigidez que o exercício de força poderia causar às artérias (Cook et al., 2006). (Sugawara *et al.*, 2006) selecionaram 103 mulheres com idade entre 47 e 82 anos e submeteram-nas a exercícios aeróbios leves, moderados e vigorosos. Os resultados mostraram que o índice de rigidez da artéria carótida caiu após essas modalidades de exercício.

Existem relatos de que exercícios resistidos estão associados a redução das propriedades elásticas das artérias centrais. Porém, não é sabido se esta redução ocorre em consequência da resistência imposta pelo exercício físico ou se de uma adaptação ao crescente treinamento de força. Entre dois grupos de indivíduos com 27 anos de idade de ambos os sexos, um grupo treinado e outro controle, não foram encontradas diferenças quanto a alterações hemodinâmicas, mas a complacência da carótida. Esta, avaliada simultaneamente por ultra-som e tonometria de aplanção, caiu imediatamente 30 minutos após o exercício de força retornando aos níveis basais após 60 minutos. No entanto, o estudo não deixou claro o que acontece com a complacência arterial após este período (DE VAN *et al.*, 2005).

Mudanças no estilo de vida acompanhada de exercícios aeróbicos e de restrição de sódio na dieta alimentar parecem ser intervenções clinicamente eficientes na prevenção e tratamento da rigidez arterial (TANAKA; SAFAR, 2005). Alguns estudos têm demonstrado que indivíduos que praticam exercícios físicos têm redução na rigidez arterial quando comparados com aqueles sedentários (FERREIRA *et al.*, 2002; BOREHAM *et al.*, 2004).

A prática de exercícios físicos está relacionada com a melhoria de alguns fatores de risco como taxa de gordura corporal, resistência à insulina e pressão arterial, os quais estão associados ao aumento do enrijecimento das artérias (STEHOUWER; FERREIRA, 2006). Através desses fatores, tem sido demonstrado que o exercício físico apresenta uma mudança acentuada na função endotelial, nas inflamações e nas atividades simpáticas que estão envolvidas diretamente no enrijecimento arterial (TANAKA; SAFAR, 2005). Os mecanismos pelos quais os exercícios afetam os vasos e suas propriedades em seres humanos têm sido pouco estudados (STEHOUWER; FERREIRA, 2006).

3. OBJETIVOS

Geral

Estudar as alterações morfológicas e quantitativas de um programa de treinamento de força sobre componentes elásticos e muscular da parede da artéria aorta de ratos Wistar idosos.

Específicos

Analisar através de técnicas morfométricas e estereológicas os efeitos de um programa de exercícios de força sobre a parede da artéria aorta ascendente de animais idosos. Os seguintes parâmetros foram analisados:

- 1 - Peso Corpóreo dos animais
- 2 - Peso da carga de treinamento
- 3 - Peso do coração dos animais
- 4 - Espessura da parede da artéria aorta ascendente;
- 5 - Número médio de lamelas elásticas;
- 6 - Densidade de superfície das lamelas elásticas (S_v);
- 7- Densidade de volume das Lamelas Elásticas;
- 8 - Número de transsecções de núcleos de miócitos por corte;
- 9 - Densidade de volume dos núcleos de miócitos ($QA[nu]$).

4. JUSTIFICATIVA

Pela literatura citada anteriormente, verificamos que existem trabalhos sobre efeitos de exercícios de força nas artérias, porém sempre em indivíduos jovens ou de meia-idade. Não foram encontrados na literatura consultada artigos sobre efeitos deste tipo de exercício na artéria aorta de indivíduos idosos ou em animais de experimentação.

Os resultados deste trabalho poderão:

1 – Mostrar se a realização de exercícios de força tem influência nas alterações produzidas nos miócitos e no tecido elástico durante o envelhecimento da artéria aorta;

2 - Fornecer bases teóricas dos possíveis benefícios para a decisão de se prescrever um programa de exercícios de força para idosos, visando melhoria e prevenção de problemas cardiovasculares e, em especial, aqueles envolvendo a artéria aorta.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram utilizados 15 ratos machos com idade de 13 meses (*Rattus norvegicus*), da linhagem Wistar, pesando em média (526 gramas) provenientes do Biotério da Universidade São Judas Tadeu. Os animais foram mantidos no biotério, alojados em caixas de polipropileno cinco por caixa, 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). Receberam ração (Purina^R) e água *ad libitum*.

O protocolo experimental foi submetido a Comissão de Bioética da Universidade São Judas Tadeu.

Os animais foram distribuídos de acordo com seu desempenho no treinamento de adaptação:

Grupo Controle (GC) - 5 ratos adultos, sacrificados no início do experimento, aos 13 meses de idade. Este grupo serviu como parâmetro de comparação para os demais grupos. Os animais deste grupo foram os mais lentos, pois apresentaram pouca aptidão física e coordenação motora para realização do treinamento de força.

Grupo Sedentário (GS) - 5 ratos sacrificados aos 16 meses de idade. Estes animais realizaram exercício de subir a escada somente uma vez por dia, 5 vezes na semana, sem sobrecarga de treinamento.

Grupo Treinado (GT) - 5 ratos sacrificados aos 16 meses de idade. Eles foram submetidos a um programa de treinamento de força dos 13 aos 16 meses de idade, o qual será descrito a seguir. Estes animais foram classificados como treinados, pois foram os mais ágeis, nos testes realizados.

O equipamento utilizado para a realização do programa de treinamento de força com os animais foi uma escada confeccionada em madeira com degraus de ferro. A altura da escada é de 110 cm com inclinação de 80° (Hornberger & Farrar, 2004). O topo do equipamento contém uma caixa de papelão revestida de jornal para a acomodação dos animais. Este mesmo equipamento foi utilizado nos estudos de (Pimenta, Souza

& Forjas, 2008) e (Silva & Gama; 2007). O programa de treinamento foi baseado no princípio da sobrecarga com número de repetições e descanso que mais se aproxima do treinamento em seres humanos.



Figura 2 - Equipamento utilizado para o exercício resistido. O equipamento foi confeccionado em madeira com degraus de ferro. A altura do equipamento é de 110 cm com inclinação de 80° (Hornberger e Farrar, 2004).

5.1 Processo de Adaptação dos animais ao treinamento

Os animais dos grupos GS e GT realizaram uma adaptação prévia ao protocolo de treinamento de força, através da realização de exercícios com o equipamento por 15 dias. O programa de adaptação ao treinamento de força foi realizado de tal forma que, os ratos escalaram o equipamento com o objetivo de alcançar a área de descanso no topo. Para cada animal, este procedimento foi repetido durante 6 vezes, com um intervalo de 45 segundos entre cada subida, diariamente, durante um período de 5 dias, durante 12 semanas (Figura 3).

Os animais do GS realizaram exercícios de subir a escada somente uma vez por dia, 5 vezes na semana sem sobrecarga até seu sacrifício, com o objetivo de provocar um estresse parecido ao do grupo treinado.



Figura 3 - Treinamento do animal no equipamento (escada) com pesos atrelados à cauda.

5.2 Protocolo de Treinamento de Força

A duração dos protocolos de treinamento de força em modelos experimentais não tem uma única sistematização e a literatura mostra que a duração dos programas de treinamento varia de 5 a 16 semanas (BUCCI 2006, KWAK *et. al* 2006; YANG *et. al* 1995; GOSSELIN, 2000). Como a literatura não tem um padrão na duração, frequência e descanso para programas de treinamento de força, estabelecemos que neste trabalho a duração do protocolo foi de 12 semanas, pois verificamos que mesmo os protocolos que utilizam 5 semanas de treinamento já mostram alterações significativas.

O metabolismo do rato é mais acelerado do que os dos humanos e seu tempo de vida é mais curto. Como a literatura também não chega a um consenso sobre este assunto, foi realizado o protocolo de treinamento 5 vezes por semana com um intervalo de 45 segundos entre as repetições para o descanso dos animais.

A sobrecarga foi estabelecida a partir de um teste de uma repetição máxima (1RM) proposta por (HEYWARD, 1998), o qual permitiu a construção de uma tabela de classificação da força muscular baseada na relação entre a sobrecarga utilizada para executar determinado exercício e o peso corporal do indivíduo.

Para realizar a prescrição de exercício individualizada para animais, faz-se necessário, portanto, um teste de carga máxima. Entretanto, na literatura não temos nenhum modelo de teste de carga máxima estabelecido para animais. Dessa forma adaptamos para os animais, a tabela de 1RM proposta para humanos idosos.

A tabela consiste do seguinte: se, por exemplo, uma mulher de 54,75 kg realiza o exercício supino reto com carga máxima de 26 kg, o valor alcançado no exercício é dividido pelo peso corporal ($26/54,75 = 0,47$). Assim sua relação força muscular /peso é de 0,47. O resultado dos valores obtidos para homens e mulheres tem a respectiva classificação que aparecem na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Relação força muscular / peso para homens e mulheres de acordo com a idade

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

A cada semana de treinamento, foi realizado com cada animal, um teste de uma Repetição Máxima (1RM) de acordo com (HEYWARD,1998) para o controle das cargas durante as 12 semanas de treinamento. Como o aumento da carga também está relacionado com o peso corporal dos animais, a cada semana todos os animais eram pesados e suas cargas ajustadas. Para o aumento das cargas foram utilizados pesos de chumbo presos á cauda dos animais por uma fita adesiva (Figura 4).



Figura 4 - Mosquete com trava utilizado para prender a cauda do animal. São mostrados os diferentes pesos utilizados para montar a quantidade de carga que será aplicado no treinamento.

Em virtude do sedentarismo e da idade avançada dos animais, iniciamos o treinamento com a classificação “Bom” da tabela de Heyward (HEYWARD, 1998) e o referencial para homens. O referencial “Bom” corresponde a 75% do peso corporal dos animais, parecido com o que encontramos em um programa de treinamento em humanos. A partir da quarta semana de treinamento, a cada 2 semanas, aumentamos os referenciais em 0,80, 0,90, 100, 110 e 120 que corresponde respectivamente a 80%, 90%, 100%, 110% e 120% do peso corporal dos animais, respeitando o princípio da sobrecarga. Além do aumento dos referenciais, a cada semana ajustamos as sobrecargas de acordo com o peso corporal dos animais. Porém, se o peso corporal dos animais diminuía, a maior carga era mantida.

Para alcançar a relação “Boa” para os animais realizou-se o cálculo descrito a seguir.

Formula Inicial sugerida por (HEYWARD, 1998):

$Carga / peso\ Corporal = Coeficiente$

Adaptação para os Modelos Experimentais:

$Peso\ Corporal \times Coeficiente = Carga$

5.3 Sacrifício dos animais

Os animais foram anestesiados com injeção intraperitoneal de tiopental (40mg/kg de peso corpóreo, Sigma[®], USA). Após a eutanásia foi retirado o coração contendo o segmento da artéria aorta ascendente, a qual foi preparada para as técnicas de microscopia de luz.

Os corações, contendo o segmento ascendente da artéria aorta foram retirados, seccionando-se a artéria próxima ao órgão. Em seguida, o segmento de cerca de 0,5 cm da aorta de cada animal foi coletado, seccionando-se a artéria transversalmente. O segmento foi fixado em formol tamponado a 4% em tampão fosfato 0,1M, pH 7,2 por 48 horas (CARSON *et al*, 1973) e, depois, desidratado em séries crescentes de álcoois, diafanizado em xilol, incluído em parafina, seccionado em cortes de 7 μ m de espessura que foram corados pela Hematoxilina-Eosina (HE) e Verhoeff a fim de se identificar os núcleos de células musculares lisas e o tecido elástico.

Foram confeccionadas lâminas contendo os cortes semi-seriados de 7 μ m de espessura corados com HE e Verhoff. Os cortes corados com HE foram utilizados para análise dos miócitos e espessura da parede da aorta e os cortes corados com o Verhoff foram utilizados para estudo das lamelas elásticas. Cada lâmina continha, independentemente do tipo de coloração, 6 cortes semi seriados da aorta (BADDELEY & CRUZ-ORIVE, 1986). Em cada corte foram escolhidos e padronizados 4 campos da parede de cada corte da aorta para serem fotografados, totalizando 24 fotos para cada lâmina. A análise dos cortes foi feita utilizando o programa Axio Vision de análise de imagem do Laboratório de Estudos Morfoquantitativos e Imunohistoquímicos (LEMI) da Universidade São Judas Tadeu..

5.4 Análise Morfométrica

A Morfometria mede estruturas anatômicas. O uso mais freqüente do termo se aplica aos casos em que praticamos mensurações microscópicas (MANDARIM-DE-LACERDA, 1995).

Para realizar a análise morfométrica, os corações foram retirados, seccionando-se os vasos da base próximo ao órgão, e pesados em balança analítica digital com acurácia de 0,001g, utilizando o método de Scherle (SCHERLE, 1970) (imersão da peça em solução salina fisiológica em um Becker, suspensa por um fio sem tocar nas paredes do recipiente).

5.4.1 Medida da Espessura da Artéria Aorta

Nas lâminas coradas pelo HE, e utilizando um sistema computadorizado de análise de imagens (Axion Vision, Zeiss), foram medidas, as espessuras das túnica íntima e média em conjunto, da parede da aorta em 4 pontos situados a 0°, 90°, 180° e 270°, para cada um dos 6 cortes (50x) de cada animal (Figura 5).

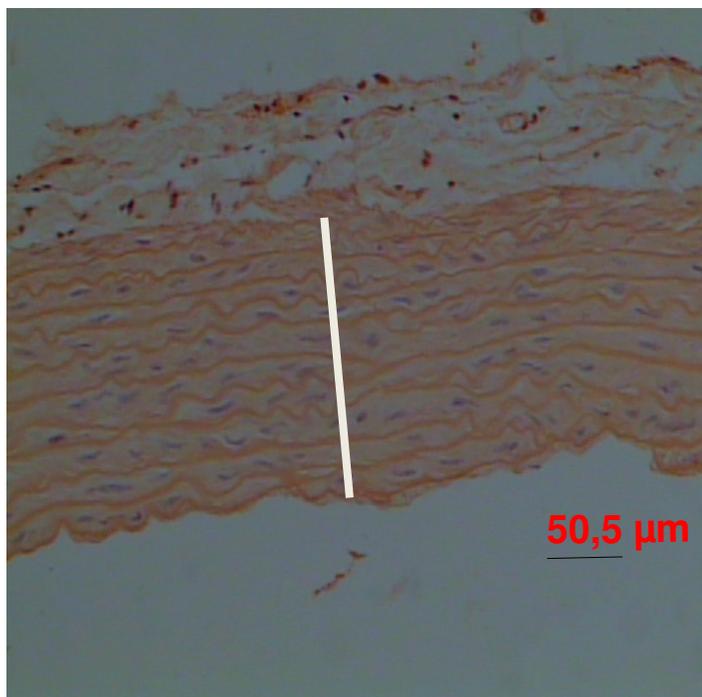


Figura 5 - Medida da espessura das túnica média e íntima da parede da artéria aorta. Coloração: Hematoxilina-Eosina.

5.4.2 Número Médio de lamelas elásticas

Utilizando as lâminas coradas pelo Verhoeff, foi obtido o número de lamelas elásticas, contando-as em 4 pontos equidistantes da parede da aorta situados a 0°, 90°, 180° e 270° para cada um dos 4 cortes de cada animal.

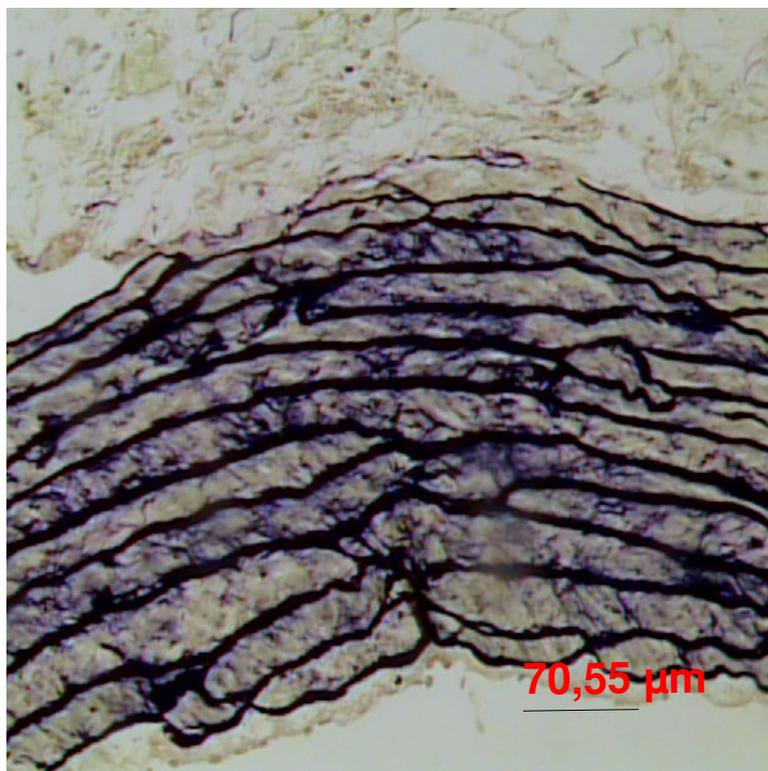


Figura 6 –Corte histológico da aorta mostrando lamelas elásticas concêntricas em cor preta. Coloração: Verhoeff.

5.4.3 Número de transecções de núcleos de miócitos por secção

O número total de núcleos de miócitos por corte da artéria aorta foi obtido através da análise da área total de cortes da artéria e da densidade numérica de miócitos (miócitos por área). Inicialmente foi obtido o número médio de miócitos por área, pela contagem dos núcleos

presentes em quatro campos microscópicos de áreas conhecidas. Sabendo a área total do corte, foi calculado o número total de miócitos no corte.

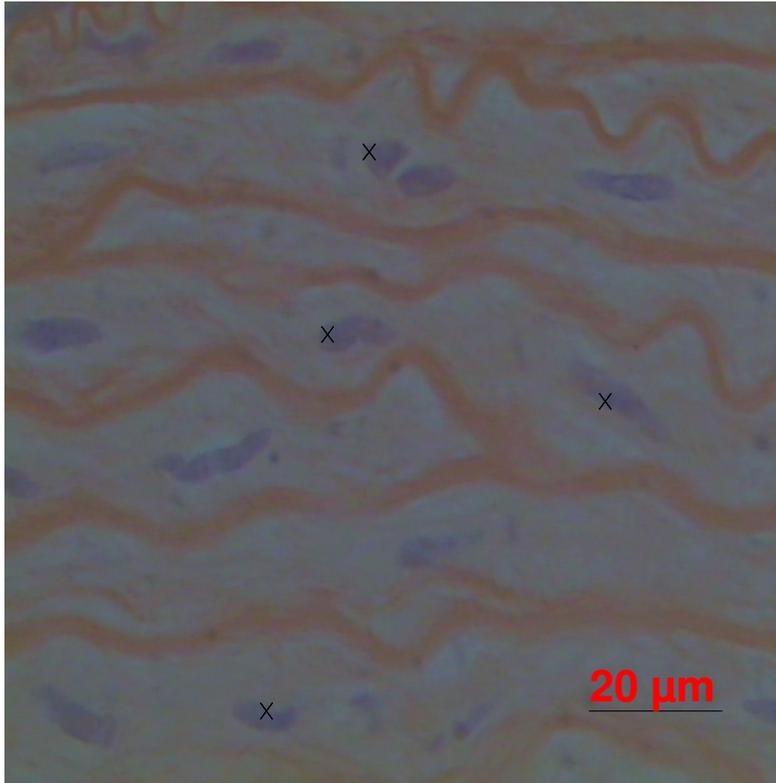


Figura 7 – Corte histológico da aorta mostrando núcleos de miócitos (pontos escuros) em meio às lamelas elásticas, em cor laranja. Coloração Hematoxilina-Eosina.

5.6 Análise Estereológica

A estereologia determina parâmetros quantitativos tridimensionais de estruturas anatômicas a partir de cortes bidimensionais. Para isso vale-se da geometria e da estatística (MANDARIM-DE-LACERDA, 1995).

Nos cortes histológicos corados pela HE e pelo Verhoeff, estudou-se, respectivamente, a densidade de volume dos núcleos de miócitos (QA[nuc]) e a densidade de superfície das lamelas

elásticas ($Sv[lam]$) da artéria aorta. Através do $QA[nuc]$ foi analisada a ocupação relativa dos núcleos de miócitos na área-teste e através do $Sv[lam]$ foi estimada a ocupação relativa das lamelas na área teste.

5.5.1 Densidade de volume dos núcleos de miócitos ($QA[nu]$)

Para a estimação da densidade de volume dos núcleos ($QA[nu]$), um sistema teste composto por 192 pontos aleatórios delimitados por linhas de exclusão e inclusão, sistemática e uniformemente alocados foi sobreposto à tela do computador e contados dos pontos que caíam sobre os núcleos das células musculares lisas ($P[nu]$), em cada um dos 20 campos dos 5 cortes da artéria aorta ascendente de cada animal (400x). O número total de pontos ($P[t]$) sobre o espaço referencia é conhecido (192), como ilustrado na Figura 8. De igual forma, o número total de pontos sobre os núcleos das fibras musculares foi registrado e a seguinte equação foi utilizada (GUNDERSEN *et al*, 1988; MANDARIM-DE-LACERDA & SANTOS, 1995; BRUEL, *et al*, 2002; WULFSOHN *et al*, 2004; BRUEL, *et al*, 2005):

$$QA(nu) = (Pp(nu) / Pt), \text{ sendo:}$$

$Pp[nu]$ = pontos sobre os núcleos e

Pt = número total de pontos (192).

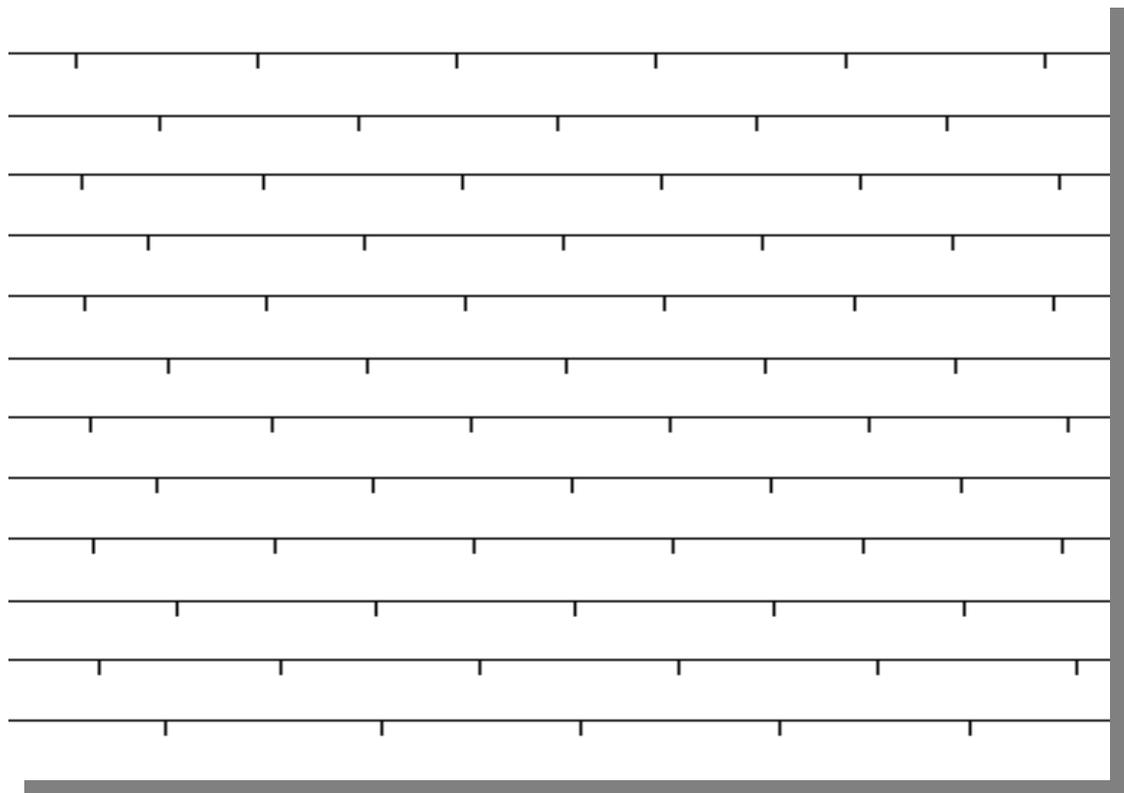


Figura 8 – Sistema-teste com 192 pontos, utilizado para quantificar a densidade de volume dos núcleos de miócitos da aorta.

5.5.2 Densidade de superfície das lamelas (Sv[lam])

Um sistema teste composto por 16 arcos ciclóides, como foi colocado sobre a tela do monitor de vídeo e calibrado. Os eixos menores das ciclóides foram arranjados paralelamente ao eixo vertical definido. O número de intersecções das lamelas com os arcos ciclóides (IL) foi contado em cada um dos 4 campos em 5 cortes por animal (400x), para estimar a densidade de superfície das lamelas por volume através da fórmula: $(Sv[lam]): = 2 \cdot IL$, onde: (Sv[lam]) - densidade de superfície das lamelas.

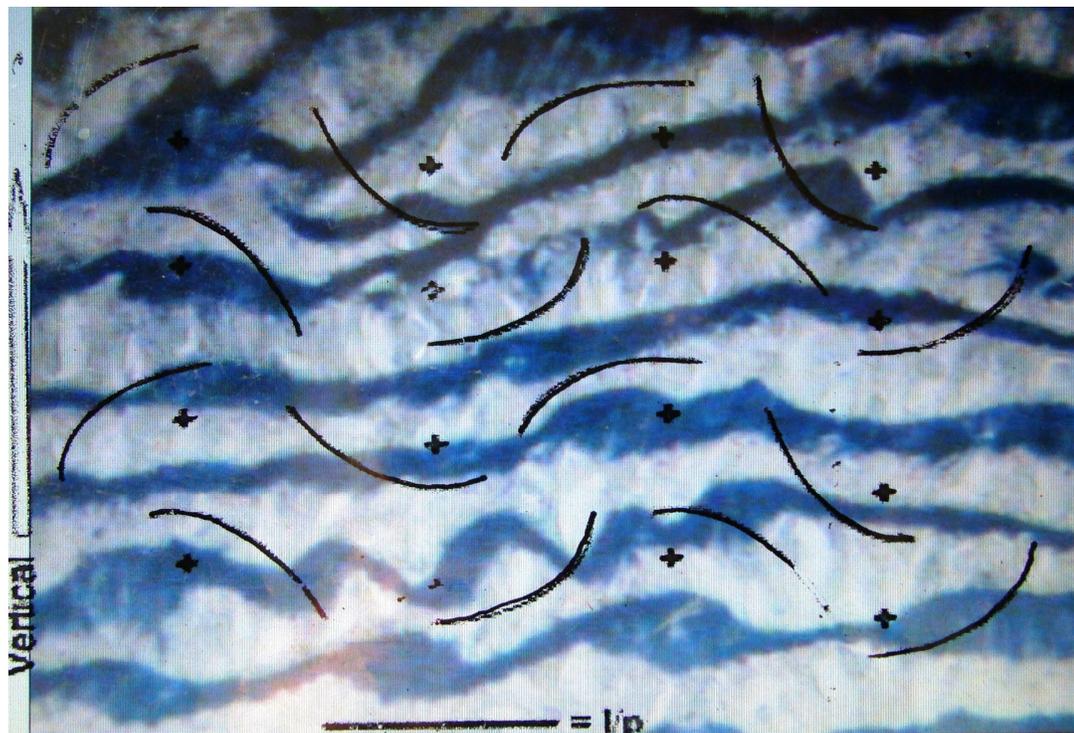


Figura 9 - Sistema - Teste utilizado para quantificar a densidade de superfície das lamelas da parede da aorta.

5.5.3 Densidade de volume das lamelas elásticas.

Foi utilizado um sistema teste composto por 264 pontos, como definido em como definido em (MANDARIM-DE-LACERDA & SANTOS, 1995), foi colocado sobre a tela do monitor de vídeo e calibrado. Foram contados todos os pontos que caíam sobre as lamelas elásticas. Foi contado em cada um dos 4 campos em 2 cortes considerando um aumento de (400x) no microscópio para se estimar a densidade de volume das lamelas elásticas.

5.6 Análise Estatística

As médias e erros padrões das médias dos parâmetros citados foram calculados e tabulados. Os resultados foram comparados estatisticamente para verificar possíveis diferenças entre os grupos de ratos (controle, treinados e sedentários). Para tanto, foram utilizados o teste ANOVA e o teste pos hoc de Tukey. O nível 0,05 ($P < 0,05$) foi considerado para significância estatística.

6. RESULTADOS

Os resultados obtidos neste trabalho serão apresentados na seguinte ordem: peso corpóreo dos animais, peso da carga de treinamento, peso dos corações dos animais, medida da espessura da artéria aorta, número médio de lamelas elásticas, densidade de superfície das lamelas elásticas, densidade de volume das lamelas elásticas, número de transecções de núcleos de miócitos, densidade de volume dos núcleos de miócitos.

6.1 Peso Corpóreo dos animais

Os pesos corpóreos dos animais, em gramas, são apresentados na Tabela 6.1. Pode-se observar na referida tabela que os animais do GT apresentaram discreto ganho de peso corpóreo durante o período de treinamento (estatisticamente não significativo). Da mesma forma, os do GS tiveram discreta perda de peso (estatisticamente não significativo).

Tabela 6.1- Peso corpóreo dos animais dos três grupos, em gramas (g) no início e ao final do experimento.

GRUPOS	n	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Diferença (g)	Variação (%)
GC	5	526 ± 47	-	-	-
GS	5	539,6 ± 16	538± 18	1,6	(-) 0,3%
GT	5	538,8 ± 33	543± 31	4,2	(+) 0,78%

6.2 Peso da Carga de Treinamento

Os pesos das cargas de treinamento em gramas dos ratos são apresentados na Tabela 6.2. As cargas de treinamento do GT inicial e final foram obtidas, respectivamente, antes e após o período de treinamento sendo a carga final significativamente maior que a carga inicial ($p < 0.001$).

Tabela 6.2 - Peso das cargas inicial e final utilizada no treinamento dos animais: diferença e variação do grupo GT

GRUPO	n	Carga inicial (g)	Carga final (g)	Diferença (g)	Variação (%)
GT	5	382,60 ± 25	646,80 ± 35*	264	69

*Significante em relação à carga inicial ($P < 0.001$)

6.3 Peso do Coração dos Animais

O peso médio do coração de cada animal em miligramas é exposto na Tabela 6.3. Os resultados obtidos nos diferentes grupos GC, GS e GT quanto ao peso dos corações não mostraram diferença significativa quando comparados entre si.

Tabela 6.3- Peso médio do coração (mg) em cada grupo, mensurado após 12 semanas de treinamento

GRUPOS	n	Peso dos corações dos animais
GC	5	1,514 ± 0,091
GS	5	1,749 ± 0,063
GT	5	1,522 ± 0,057

6.4 Medida da Espessura da Artéria Aorta

Os resultados obtidos para a espessura da aorta de cada um dos animais de cada grupo e os valores médios para os cinco animais estão apresentados na Tabela 6.4.

Observamos que os animais do GS apresentaram valores médios da espessura da parede da aorta significativamente maiores ($204,44 \pm 5,48$) do que os do GC ($121,34 \pm 3,27$) e do que os do GT ($167,31 \pm 4,65$) ($p < 0,001$).

Os valores da espessura da aorta do GT também foram significativamente maiores, embora com menor diferença, do que os do GC ($P < 0,001$).

Tabela 6.4- Valores médios da Espessura da Aorta (μm) para cada animal de cada um dos três grupos estudados

ANIMAIS						
GRUPOS	1	2	3	4	5	Média \pm EPM
GC	115,45	129,57	128,89	114,76	117,86	121,31 \pm 1,25
GS	207,81	189,12	213,87	218,52	195,74	204,94 \pm 2,65**
GT	182,55	162,91	158,76	158,39	172,80	167,08 \pm 2,05 *

*Diferença significativa ($p < 0,001$) em relação ao GS e GC ; ** Diferença significativa ($p < 0,001$) em relação ao GC e ao GT

6.5 Número Médio de lamelas elásticas

Os valores médios do número de lamelas elásticas estão apresentados na Tabela 6.5.

A análise estatística dos dados referentes ao número de lamelas elásticas da aorta mostrou diferença significativa entre o GS ($14,06 \pm 0,2474$) e o GC e entre o GS e o GT ($P < 0,05$). Houve um aumento do número de lamelas elásticas com o envelhecimento. A comparação entre o GT e o GS também mostrou diferença significativa quanto ao número de lamelas ($p < 0,05$).

A comparação entre os grupos GT e GC, não mostrou diferença significativa quanto a este aspecto. Os animais do GT também tiveram um leve aumento, embora menor (e estatisticamente não significativo), do número de lamelas com o envelhecimento.

Tabela 6.5 – Número médio de lamelas elásticas na parede da aorta em 5 animais nos três grupos estudados

ANIMAIS						
GRUPOS	1	2	3	4	5	Média±EPM
GC	11,75	11,56	12,68	11,31	11,25	$11,71 \pm 0,2421$
GS	13,62	15	13,87	14,5	13,31	$14,06 \pm 0,2474^*$
GT	13	12,68	10,87	13,43	11	$12,20 \pm 0,2343$

* Significante em relação ao GC e ao GT ($p < 0,05$).

6.6 Densidade de superfície das lamelas elásticas (S_v)

A densidade de superfície das lamelas elásticas dos três grupos (GC, GS e GT) está apresentada na Tabela 6.6.

Observamos que nos animais do GS os valores médios da densidade de superfície das lamelas ($40,4 \pm 0,77$) foram significativamente maiores do que os do GC ($36,44 \pm 0,77$) e do que os do GT ($29,38 \pm 0,78$) ($p < 0,001$). Os valores do GT foram significativamente menores do que os do GC ($p < 0,001$).

Tabela 6.6 – Densidade de superfície das lamelas elásticas na parede da aorta dos 5 animais dos três grupos

ANIMAIS						
GRUPOS	1	2	3	4	5	Média±EPM
GC	37,6	39,4	38,4	35,5	31,3	$36,44 \pm 0,77$
GS	37,9	46,5	36,8	34,4	46,4	$40,4 \pm 0,77^*$
GT	24,9	37,8	27,6	30,5	26,1	$29,38 \pm 0,78^{**}$

*Diferença significativa ($p < 0,001$) em relação ao GC e ao GT; ** Diferença significante ($p < 0,001$) em relação ao GC.

6.7 Densidade de volume das lamelas elásticas

A densidade de volume das lamelas elásticas é exibida em porcentagem para cada animal; também são mostrados os valores das médias finais juntamente com o erro padrão da média (\pm EPM) na Tabela 6.7.

Observamos que nos animais do GS os valores médios da densidade de volume das lamelas ($47,44 \pm 3,36$) foram maiores do que os do GC ($45,24 \pm 3,36$) e do que os do GT ($32,67 \pm 4,39$) ($p < 0,001$).

As médias do GS comparadas com as do GC não diferiram significativamente; as do GT comparadas com as do GC também não, enquanto que as do GS comparadas com as do GT mostrou diferença significativa ($p < 0,001$).

Houve redução significativa da densidade de volume das lamelas elásticas da aorta no GT em relação ao GC e ao GS ($p < 0,001$).

Tabela 6.7- Densidade de volume das lamelas elásticas dos 5 animais dos três grupos estudados

GRUPOS	ANIMAIS					Média \pm EPM
	1	2	3	4	5	
GC	54,62%	41,97%	44,73%	49,92%	34,7%	45,24 \pm 3,36
GS	48,79%	48,98%	42,35%	44,77%	52,35%	47,44 \pm 1,75*
GT	39,47%	29,2%	22,39%	46,12%	26,21%	32,67 \pm 4,39

*Diferença significativa ($p < 0,001$) em relação ao GT e o GC;

6.8 Número de núcleos de miócitos

O número de transecções de núcleos de miócitos / corte da parede da artéria aorta nos animais dos três grupos é mostrado na Tabela 6.8.

Observamos que os animais do GS (1993 ± 139) apresentaram valores médios menores do que os do GC (3260 ± 73) e do que os do GT (2943 ± 95) e as diferenças foram significantes ($p < 0.001$). O valor do GT foi menor que o do GC, mas a diferença não foi significativa.

Tabela 6.8- Número de transecções de miócitos / corte da aorta nos animais dos três grupos estudados

GRUPOS	ANIMAIS					Média±EPM
	1	2	3	4	5	
GC	3049	3475	3164	3342	3270	3260 ± 73
GS	1890	1747	1904	2538	1887	$1993 \pm 139^*$
GT	2825	2680	3209	2905	3106	2943 ± 95

Diferença significativa ($p < 0,001$) em relação ao GC e ao GT.

6.9 Densidade de volume dos núcleos de miócitos

A densidade de volume dos núcleos de miócitos está apresentada na Tabela 6.9.

Os animais do GS apresentaram valores médios ($15,30 \pm 80,00$) maiores do que os de GC ($13,90 \pm 84,26$) e do que os de GT ($13,90 \pm 62,05$) ($p < 0,001$). Os valores médios do GC não foram estatisticamente diferentes do que os do GTGT.

Tabela 6.9 - Densidade de volume (%) dos núcleos de miócitos na parede da aorta dos cinco animais dos três grupos estudados

ANIMAIS						
GRUPOS	1	2	3	4	5	Média \pm EPM
GC	13%	11%	15%	15%	15,5%	$13,90 \pm 84,26$
GS	15,5%	15,5%	12,5%	15,5%	17,5%	$15,30 \pm 80,00^*$
GT	13%	12%	14,5%	14,5%	15,5%	$13,90 \pm 62,05$

*Diferença significativa em relação ao GT e GC ($p < 0,001$).

Os animais do GS apresentaram valores médios ($15,30 \pm 80,00$) maiores do que os de GC ($13,90 \pm 84,26$) e do que os de GT ($13,90 \pm 62,05$) ($p < 0,001$). Os valores médios do GC não foram estatisticamente diferentes do que os do GT.

7. DISCUSSÃO

A discussão dos achados desta pesquisa experimental aborda os tópicos considerados importantes de acordo com os objetivos específicos e gerais expostos no trabalho.

7.1 Peso Corpóreo

Os resultados mostraram que os animais do GS praticamente não mostraram alteração no peso, ou seja, o envelhecimento não promoveu aumento de peso. Os animais do GT apresentaram discreto ganho de peso corpóreo de 0,78% com o treinamento (estatisticamente não significativo).

RASO *et al*, (1997) mostraram que no período do envelhecimento o sedentarismo tende a produzir um aumento de peso e de adiposidade corporal, o que não foi verificado no presente trabalho.

Entretanto, indivíduos que durante o envelhecimento participam de programas de exercício de força mostram um aumento em seu peso corporal, o que também foi observado nos animais do presente experimento. Isto se deve ao fato de que o treinamento de força proporciona uma hipertrofia muscular com concomitante ganho de força e de peso (FLECK & KRAEMMER, 1999; KRAEMMER, 1999; WEINECK, 1999).

O aumento da massa muscular é um benefício deste tipo de exercício. No decorrer do período de treinamento ocorre uma melhora significativa da aptidão física e independência diária. Ou seja, a prática dos exercícios com pesos beneficia todo sistema ósseo e muscular. A conclusão é que a prática contínua do treinamento de força para a população de pessoas idosas é indispensável, promovendo um aumento da força devido ao aumento da massa muscular (ACSM, 1998).

7.2 Peso da Carga de Treinamento

O grupo dos animais que foi submetido ao treinamento teve em sua carga inicial até a final uma diferença de 69% que corresponde a 264 g, diferença considerada significativa ($p < 0.001$). Os animais do GT tiveram um bom desempenho durante os três meses de treinamento.

Além disso, o treinamento de força em idosos, segundo EVANS (1990), demonstra ser eficiente e seguro. Os músculos não perdem a capacidade de adaptação aos estímulos oferecidos pelo treinamento sistematizado de força; mas deve-se seguir o protocolo para que o peso da carga traga para os idosos, as adaptações neurais e morfológicas que traz para adultos jovens (EVANS, 1990).

Verificamos que a utilização da tabela de HEYWARD (1998) referente ao treinamento de força foi adequada para a população de animais idosos, tendo em vista que a carga de treinamento foi progressiva respeitando o princípio da sobrecarga.

Nos últimos anos, tem sido comprovado que os idosos podem se beneficiar da aplicação de treinamento de força: Fiatarone *et al* (1990) demonstraram que até mesmo indivíduos com idades acima de 90 anos podem conseguir ganho de força durante um período de treinamento de 8 semanas. O aumento de força pode beneficiar até mesmo indivíduos com doenças crônicas (FLECK & KRAEMMER, 1999).

7.3 Peso do Coração dos Animais

De acordo com NÓBREGA *et al* (1999), no envelhecimento ocorre alteração no peso e na massa do coração. Neste trabalho, também foi observado aumento do peso do coração, porém não significativo no grupo GS, que foi de 15,52% em relação a GC. Embora o exercício de força estimule o aumento da musculatura cardíaca, promovendo a chamada hipertrofia cardíaca, ocorre o aumento da massa cardíaca proporcional ao aumento da câmara interna (SHAPIRO, 1997). No presente estudo não observamos aumento significativo do peso do coração no grupo treinado em

relação aos demais grupos: GT teve um aumento desprezível, de apenas 0,52% em relação ao GC.

No idoso as mudanças do coração estão diretamente relacionadas com as mudanças estruturais da parede da aorta, especialmente no que se refere aos tecidos elástico e colágeno (QIU H, et al, 2007b). No presente trabalho, observamos que houve aumento da espessura da aorta e da densidade de lamelas elásticas com o envelhecimento. Esse aumento se deve também, e mais especialmente, ao aumento do tecido colágeno e do cálcio, demonstrado por vários autores (QIU H, et al, 2007b).

7.4 Medida da Espessura da Artéria Aorta

Em relação à espessura da artéria aorta, observou-se que os animais do grupo GS tiveram um aumento de 68,93% em relação ao GC. Ou seja, o envelhecimento promoveu aumento da espessura da aorta. Quanto aos valores do GT com o treinamento também foram significativamente maiores do que os do GC, apresentando um aumento de 37,82%. Significa que o treinamento de força minimizou os efeitos do envelhecimento na artéria aorta quanto ao espessamento da artéria. O resultado deste benefício do exercício no espessamento da parede da artéria aorta torna-se importante porque demonstra a estreita relação entre a capacidade física, o envelhecimento e a complacência arterial. O indivíduo que desenvolve um enrijecimento arterial, pela idade ou por patologias associadas, provavelmente terá uma diminuição da distensibilidade dos grandes vasos. Assim, o indivíduo fisicamente treinado desenvolve um melhor desempenho nas atividades diárias, tornando tardio os efeitos da idade no enrijecimento dos vasos (TANAKA et al, 2000).

As alterações que ocorrem no material elástico da aorta juntamente com outras alterações do envelhecimento, alteram a elasticidade, distensibilidade e dilatação da artéria aorta, levando a uma maior rigidez da sua parede, tornando o esvaziamento ventricular na aorta menos complacente, o que favorece o aumento da pressão arterial sistólica (MITCHELL et al, 2008). A

maior rigidez da aorta determina ainda o aumento da impedância ao esvaziamento do ventrículo esquerdo, com conseqüente aumento da pós-carga (TANAKA, 1998; MONAHAN, 2001). Talvez seja este o motivo pelo qual o grupo que envelheceu sem fazer exercício demonstrou um aumento significativo na espessura da artéria aorta.

7.5 Número Médio das lamelas elásticas

Observamos no grupo GS ocorreu aumento de 20,08% no número médio de lamelas elásticas na parede da aorta em relação ao GC. Significa que o envelhecimento aumenta o número de lamelas na aorta. NIEDERHOFFER (2000) também observou esse aumento no envelhecimento.

O Grupo que participou do treinamento de força teve aumento de apenas 4,19% no número médio de lamelas elásticas quando comparado com o GC. Portanto, o exercício atenuou mais uma vez, os efeitos do envelhecimento.

Contrariamente aos achados do presente trabalho, um estudo realizado com macacos (QIU *et al*, 2007a) no período do envelhecimento demonstrou uma diminuição do volume da elastina, sem aumento no percentual do volume de colágeno na artéria aorta em macacos machos e velhos em comparação com macacos jovens (HONGYU *et al*, 2007).

É possível que esta diferença se deva à espécie estudada e métodos diferentes utilizados pelos autores.

Embora ocorra aumento do número de lamelas elásticas com o envelhecimento, como vimos neste trabalho, não significa que a parede da aorta fique mais elástica. Entre outras causas (por exemplo, aumento também do colágeno), com o progredir do envelhecimento, as fibras elásticas deterioram-se e há conseqüente perda também progressiva de sua elasticidade (TANAKA, 1998; MONAHAN, 2001).

7.6 Densidade de superfície das lamelas

Através da análise estereológica, verificamos no grupo GS um aumento estatisticamente significativo de 10,86% em relação ao GC, confirmando o aumento do material elástico com o envelhecimento. No GT houve diminuição estatisticamente significativa deste aumento, mostrando ainda uma vez o efeito atenuador do envelhecimento nas lamelas elásticas da aorta.

Além das lamelas elásticas, o sistema elástico da artéria aorta é formado por grande quantidade de fibras elásticas. Durante o envelhecimento, essas fibras e lamelas estão sujeitas a um grande estresse mecânico (RODRIGUES JUNIOR, 1987; HORTA *et al.*, 2005). Com isto, ocorrem diversas mudanças morfológicas e funcionais no material elástico as quais ocorrem para que a parede do vaso se adapte às necessidades locais do tecido (KIELTY *et al.*, 2002).

A diminuição na densidade da superfície das lamelas do grupo GT é acompanhada pelo aumento do colágeno e, na falta da elastina, aumenta o colágeno o que interfere no comportamento mecânico da artéria (ROBERT, 1996) pois é a elastina que confere a elasticidade à parede arterial, ou seja, permite a complacência (MATSUDA *et al.*, 1993; MATSUDA *et al.*, 1989).

Em indivíduos sedentários, o aumento de colágeno no envelhecimento é maior ainda, aumentando a tensão e rigidez nas lamelas (ROBERT, 1996). Ao contrário do que observamos na densidade de volume e no número médio de lamelas, quando o animal foi submetido a prática do exercício físico.

7.7 Densidade de Volume das lamelas elásticas

Confirmando os achados da densidade de superfície, no GS, a V_v aumentou em 6,02% em relação ao GC. Comparando estes resultados com o número de lamelas e com a densidade de superfície das lamelas, concluímos que o aumento do V_v se deveu não somente aumento do número de lamelas como também ao aumento da espessura das lamelas. Tudo isto está relacionado com o aumento de espessura verificado no GS, em relação ao GC. Já no GT, houve uma redução,

estatisticamente significativa, de 38,53% na densidade de volume em relação ao GC. Este resultado também está de acordo com os que vimos anteriormente para os outros parâmetros: o exercício atenua os efeitos do envelhecimento. No período do envelhecimento, o sistema elástico da aorta tem relação com sua espessura (KIELT *et. al.*, 2002). Uma hipótese para este resultado seria que o treinamento permitiu um aumento menor na espessura do GT do que o aumento que ocorreu em GS em relação ao GC. Estes dados significam que os efeitos do envelhecimento sobre a estrutura da artéria sofreu alteração frente ao treinamento físico: diminuição no número de lamelas, diminuição na densidade de volume, uma diminuição significativa da densidade de volume das lamelas e também na espessura da parede da artéria.

Estes resultados são importantes, quando se sabe que a alteração na quantidade de elastina é que representa o elemento responsável pela distensibilidade reversível da aorta, sendo capaz de aumentar ou diminuir o seu comprimento e o seu volume em até uma vez e meia e retornar ao seu comprimento ou volume inicial (PANIAGUA *et al*, 1983).

7.8 Número de transecções de núcleos de miócitos

O número de núcleos de miócitos da parede da artéria aorta dos animais do GS apresentou uma redução de 38,86%, o que é estatisticamente significativo em relação ao GC. Ou seja, com o envelhecimento, ocorre perda acentuada de miócitos na parede da aorta.

Esta redução foi bem menor no G1, em relação ao GC, mostrando novamente o efeito benéfico do exercício para a manutenção dos elementos da artéria no envelhecimento. A prática do treinamento de força minimizou este efeitos deletérios do envelhecimento ocorrendo assim manutenção parcial no número de núcleos de miócitos (MANDARIM DE LACERDA, *et al* 2004; NATALI, 2004).

A perda de músculo estriado e da força traz conseqüências funcionais. No coração, por exemplo, em indivíduos idosos, devido à diminuição do número de miócitos ocorre à simultânea queda da reserva funcional deste órgão, favorecendo a disfunção ventricular e a falência cardíaca:

ou seja, a perda crônica de miócitos reduz a capacidade do coração idoso suportar variações de pressão arterial e a sobrecarga de volume ventricular (ÁGUILA *et al*, 1998). O mesmo raciocínio se poderia aplicar aos miócitos da parede arterial: a perda de miócitos deve afetar a capacidade de contração da parede arterial.

7.8 Densidade de volume dos núcleos de miócitos

Verificamos que a densidade de volume dos núcleos de miócitos no GS apresentou um percentual médio de aumento de 10,07%, em relação ao GC. Ou seja, com o envelhecimento, aumenta a área ocupada pelos miócitos. Este resultado aparentemente contraditório em relação ao obtido para o número de miócitos, pode significar que o volume dos miócitos tenha aumentado. De tal forma que embora em menor número, ocupam em conjunto uma área maior na parede. O grupo GT permaneceu praticamente inalterado, no que diz respeito a este parâmetro, em relação ao GC.]

No caso do coração, sabe-se que o aumento na densidade de volume dos miócitos cardíacos está relacionado com o enfraquecimento miocárdico (GARGAGLIONE, 2008). Uma hipótese para os resultados do presente trabalho seria que, o volume dos miócitos que permanecem aumenta como um efeito compensatório, para a perda de seu número e para manutenção da função. O exercício impediu estas alterações (MOORE *et al*, 1995).

PIMENTA (2008) em um estudo realizado no miocárdio, com o treinamento de força utilizando o mesmo protocolo de treinamento de Heyward (HEYWARD, 1998), mostrou que houve um aumento de 4,96% na densidade de volume no GT em relação ao GC. No entanto, se tratava de ratos adultos.

8. CONCLUSÕES

processo de envelhecimento se observa:

1-Espessamento significativo da parede da artéria aorta ascendente, no processo de envelhecimento.

2- O exercício pode colaborar de forma preventiva no aumento do espessamento e no enrijecimento da aorta.

3 - A prática do treinamento de força, segundo o protocolo de Heyward, melhorou as perdas verificadas na aorta com o avanço do envelhecimento.

4- A carga de treinamento foi progressiva tendo uma variação de 69% que significa um aumento progressivo na aptidão física e na força muscular.

5- Foram observadas várias mudanças morfológicas significativas minimizando os efeitos deletérios do envelhecimento nos componentes elástico e muscular da aorta: número de lamelas elásticas, densidade de superfície das lamelas elásticas, densidade de volume, espessura da parede da artéria aorta, número de transecções dos núcleos de miocitos e densidade do volume dos núcleos de miocitos.

6 - Os resultados encontrados neste estudo permitem supor que programas de treinamento de força, mesmo iniciados na fase do envelhecimento, podem ser eficazes para contribuir para prevenção de doenças cardiovasculares e, especialmente, de patologias envolvendo a artéria aorta.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACSM –AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 30(6):992-1008, 1998.

ÁGUILA, M. B.; MANDARIM-DE-LACERDA, C.A.; APFEL, M. I. R. Estereologia do miocárdio de ratos jovens e idosos. São Paulo, Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v.70, n.2, fev. p.105-109, 1998.

BADDELEY, A. J.; CRUZ-ORIVE, J. Estimation of surface area from vertical sections. *J Microsc.* 142: 259-276, 1986.

BROCHU, M.; SAVAGE, P.; LEE, M. ; DEE, J.; CRESS, M. E.; POEHLMAN, E. T.; TISCHLER, M.; ADES, P.A. Effects of resistance training on physical function in older disabled women with coronary heart disease. *J. Appl. Physiol.* 92: 672–678, 2002.

CARSON, F. L.; MARTIN, J. H.; LYNN, J. A. Formalin fixation for electron microscopy: a re-evaluation. *Am. J. Clin. Pathol.* 59:365-373, 1973.

COOK, J.N.; DEVAN, A. E.; SCHLEIFER, J. L.; ANTON, M.M.; CORTEZ-COOPER, M.Y.; TANAKA, H. Arterial compliance of rowers: implications for combined aerobic and strength training on arterial elasticity. *American Journal of Physiology Heart and Circulatory Physiology*, v. 290, n.4, p. H1596-H1600,2006.

DE ANGELIS K.L.D.; BOCK.; BELLO-KLEIN.; FERNANDES T.G.;BELLÓ A.A.; IRIGOYEN M.C.; Exercise Training in Aging Hemodynamic, metabolic, and Oxidative stress Evaluations. *Hypertension.* 30:767-771, 1997.

DE ANGELIS, K.L.D.; GADONSKI, G.; FANG, J.; DALL'AGO, P.; ALBURQUEQUE, V.I.; PEIXOTO, L.R.A.; FERNANDES, T.G.; IRIGOYEN, M.C. Exercise Reverses Peripheral insulin Resistance in Trained L-Name- Hypertensive Rats. *Hypertension*, 34:768-772, 1999.

DUVERNOY, C. S.; MARTIN, J. W.; BRIESMIESTER, K.; MUZIK, O.; MOSCA, L. Self-reported physical activity and myocardial flow reserve in postmenopausal women at risk for cardiovascular disease. *Journal of cardiovascular disease. Journal of Women's Health (Lanchmt)*, v. 15,n. 1, p. 45-50, 2006

DE VAN, A. E.; ANTON, M. M.; COOK, J. N.; NEIDRE, D.B.; CORTEZ-COOPER, M. Y.; TANAKA, H. Acute effects of resistance exercise on arterial compliance. *Journal of Applied Physiology*, v. 98, n.6, p. 2287- 2291, 2005.

EVANS, W.J. *Exercise training guidelines for the elderly. Medicine and Science in Sports and Exercise*. Madison, v.31, p12-17, 1999.

FARDY, P.S.; YANOWITZ, F.G.; WILSON, P.K. *Reabilitação Cardiovascular: aptidão física no adulto e teste de esforço*. Rio de Janeiro: Revinter; 1998.

FERRARI, A. U.; RADAELLI, A.; CENTOLA, M. Physiology of Aging. Invited Review: Aging and the cardiovascular system. *J.Appl. Physiol* 95: 2591-2597, 2003.

FERREIRA, I.; TWISK, J.W.; VAN MECHELEN, W.; KEMPER, H. C.; STEHOUWER, C. D. Current and adolescent levels of cardiopulmonary fitness are related to large artery properties at age 36. The Amsterdam Growth and health Longitudinal Study. *European journal of clinical Investigation*, v.32, p. 723-731,2002.

FLETCHER, G.; BALADY G.; AMSTERDAN E.; CHAITYMAN B.; ECKEL R.; FLEG J. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 104: 1694-1740, 2001.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. *Fundamentos do treinamento de força*. Porto Alegre, Artes Médicas Sul, 1999.

FIATARONE, M. A. et al. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *Journal the American Medical Association*, v. 263, p. 3029-34, 1990.

FORJAZ, C.L.M.; NEGRÃO CE. Sedentarismo. In MION, D.J.; NOBRE, F. *Risco Cardiovascular Global*, São Paulo, Lemos, 1999.p.139-162.

FORJAZ, C. L. M. Exercícios Resistidos e Sistema Cardiovascular. In: NEGRÃO, C. E.; BARRETTO, A. C. P. *Cardiologia do Exercício: do Atleta ao Cardiopata*. 1ª Ed., Manole, São Paulo, p.260 -271, 2005.

GARGAGLIONE, E. M. L.; MAIFRINO, B. M. (orientadora). *Efeitos de diferentes intensidades de exercício aeróbio no miocárdio de ratos com síndrome metabólica: aspectos morfológicos e esteréológicos*. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2008.

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

GUNDERSEN, H.J.G.; BAGGER, P.; BENDTSEN, T.F. *et al.* The new stereological tools: disector, fractionator, nucleator and point sampled intercepts and their use in pathological research and diagnosis. *Acta Microb Imm Scand*; 96: 857-81, 1988.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de fisiologia médica*. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1014p. 1996.

HARTLEY, L.H.; JONES, G. L.; MASON, J. The usefulness of exercise therapy in the management of coronary Herat disease. *Advances in cardiology*, v. 9, p.174- 179, 1973.

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

HORNBERGER, T. A. Jr.; FARRAR, R. P. Physiological hypertrophy of the FHL muscle following 8 weeks of progressive resistance exercise in the rat. *Can J. Appl. Physiol.*, v.29, n.1, Feb, 16-31, 2004.

HORTA, P.P; DE CARVALHO, J. J.; MANDARIM-DE-LARCERDA, C.A. Exercise training attenuates blood pressure elevation and reverse remodeling in the aorta of spontaneously hypertensive rats. *Life Sciences*, v. 77, n.26, p. 3336-3343, 2005.

KASCH, F. W.; BOYER, J. L; SCHMIDT, P. K.; WELLS, R. H.; WALLACE, J.P.; VERITY, L. S.; GUY, H.; SCHINEIDER, D. Ageing of the cardiovascular system during 33 years of aerobic exercise. *Age and Ageing*, v. 28, p. 531-536, 1999.

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- 793, 2006.

KIELT, C.; SHERRAT, M. J.; SHUTTLEWORTH, C. A. Elastic fibres. *Journal of cell Science*, v. 115, 2817- 2828, 2002. pt.14.

LAKATTA E. G. AGE-Associated Cardiovascular Changes In Health; Impact on Cardiovascular disease in older person. *Heart Fail Rev* 7(1): 29-49, 2002.

LAKATTA E. G. Cardiovascular Aging Health. *Clin Geriatr Med* 16 (3): 419-44, 2000.

MAEDA, S.; IEMITSU, M.; MIYAUCHI, T.; KUNO, S.; MATSUDA, M.; TANAKA, H.; Aortic stiffness and aerobic exercise: mechanistic insight from microarray analyses. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.37, n. 10, p. 1710-1716, 2005.

MANDARIM-DE-LACERDA, C.A, SANTOS, M.B.; PESSANHA, M.G.; Quantitative study of the myocardium in human embryos. *Ann Anat*; 117: 179-84, 1995.

MANSON, J. A prospective study of walking as compared with vigorous exercise in the prevention of coronary heart disease in women. *The New England journal of medicine*, v.341, n.9, p. 650-658, 1999.

MATSUDA M, NOSAKA T, SATO M, OHSHIMA N. Effects of physical exercise on the elasticity and elastic components of the rat aorta. *Eur J Appl physiol* 1993; 66: 122- 126.

MEIRELLES, M. *Atividade física na terceira idade*. 2.ed. Rio de Janeiro: Sprint Editora, 1999.

MITCHELL, J. H. Exercise training in the treatment of coronary heart disease. *Advances in Internal Medicine*, v.20, p. 249-272, 1975.

MITCHELL; G. F.; CONLIN, P. R.; DUNLAP, M. E.; LACOURCIE`RE, Y.; J. ARNOLD, J. M.; OGILVIE, R. I.; NEUTEL, J.; IZZO JR, J. L.; PFEFFER, M. A. Aortic Diameter, Wall Stiffness, and Wave Reflection in Systolic Hypertension. *Hypertension* 51 p105-111, 2008.

MONAHAN, K. D. Age-associated changes in cardiovagal baroreflex sensitivity are related to central arterial compliance. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 281: H284-H289, 2001.

MOORE, R.L.e KORZICK, D. H. Cellular adaptations of the myocardium to chronic exercise. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 37: 371 – 396, 1995.

NATALI, A.J. Effects of chronic exercise on cardiac myocytes: a review about mechanical adaptations. *R. bras. Ci e Mov.* 12(1): 91-96, 2004.

NEGRÃO, C. E.; BARRETTO, A. C. P. *Cardiologia do Exercício: do Atleta ao Cardiopata*. 1ª Ed., Manole, São Paulo, p.272-292, 2005.

NIEDERHOFFER, N.; KIEFFER, P.; DESPLANCHES, D.; LARTAUD-IDJOUADIENE, I.; SORNAY, M.; ATKINSON, J. Physical Exercise, Aortic Blood Pressure, and Aortic Wall Elasticity and Composition in Rats. *Hypertension*. 35:919-924, 2000.

NÓBREGA ACL, FREITAS EV, OLIVEIRA MAB, LEITÃO MB, LAZZOLI JK, NAHAS RM, et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: Atividade física e saúde no idoso. *Rev Bras Med Esporte* 5(6): 207-11 1999.

PAPALÉO NETTO, M. O estudo da velhice no século XX: histórico, definição do campo e termos básicos. In : Freitas , E.V.et al. (eds.) *Tratado de geriatria e gerontologia*. Rio de Janeiro, Guanabara koogan, 2002.

PAPALÉO NETTO, M.; BRITO, F.C. Aspectos multidimensionais das urgências do idoso. In: Papaléu Netto, M. Britto, F.C (eds) *Urgências em geriatria: epidemiologia, fisiopatologia, quadro clínico e controle terapêutico*. São Paulo, Atheneu, 2001.

PANIAGUA, R.; REGADERA, J.; NISTAL, M.; SATAMARIA, L. Elastic fibres of the human ductus deferens. *Journal of anatomy*, v.137, p. 467 – 476, 1983.

PEDERSEN, B.K.; BRUUNSGAARD, H. Possible beneficial role of exercise in modulating low-grade inflammation in the elderly. *Scan J Med Sci Sports* 13 (1): 56,b feb 2003.

PIMENTA, L.; SOUZA, R. R. (orientador), FORJAS, C. (co-orientadora). *Efeitos do exercício resistido e associado ao aeróbio no ventrículo esquerdo de ratos: estudo morfométrico e esterelógico*. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2008.

RODRIGUES JUNIOR, A.J. Estudo Morfofuncional do sistema de fibras elásticas da fáscia transversal na região inguinal no homem em várias idades. 1987, 75 f. Tese (Livre - docência) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

QIU, H.; DEPRE, C.; GHOSH, K.; RESUELLO, R.G.; NATIVIDAD, F.F.; ROSSI, F.; PEPPAS, A.; SHEN, Y.T.; VATNER, D.E.; VATNER, S.F. Mechanism of Gender-Specific

Differences in Aortic Stiffness With Aging in Nonhuman Primates. *Circulation*, 116; 669-676, 2007a.

QIU, H.; TIAM, B.; RESUELLO, R.G.; NATIVIDAD, F.F., PEPPAS, A., SHEN, Y.T., VATNER, D.E., VATNER, S.F.; DEPRE, C. Sex- specific regulation of gene expression in the aging monkey aorta. *Physiol genomics*. 29: 169 – 180, 2007b.

RASO, V.; MATSUDO, S.; MATSUDO, V.; ANDRADE, E. Efeito de três protocolos de treinamento na aptidão física de mulheres idosas. *Gerontologia* 5(4): 162-170, 1997.

SANTARÉM, J. M. *Estudos com cardiopatas confirmam a segurança do treinamento com pesos*. www.saudetotal.com.br. (Publicado em jun/2000. Acesso em jun 2009).

SCHERLE, W. A simple method for volumetry of organs in quantitative stereology. *Mikroskopie*, 26: 57-63, 1970.

SHAPIRO, L.M. Conseqüências morfológicas do treinamento sistêmico. *O coração do atleta e à doença cardiovascular*, 4: 363-369,1997.

SILVA, V. N.; GAMA, E. F. (Orientadora). *Análise morfológica, estereológica e ultraestrutural do músculo tríceps braquial de ratos idosos submetidos a um programa de treinamento de força muscular*. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2007.

SILVA, R. B.; COSTA – PAIVA, L.; PINTO NETO, A.M.; BRAGA ADE, .; MORAIS, S. S . Habitual physical and cardiovascular risk in post menopause. *Revista da Associação Médica Brasileira Médica Brasileira*, v. 52, n. 4, p. 242-246, 2006.

STEHOUWER, C. D.; FERREIRA, I. DIABETES, lipids and other cardiovascular risk factors. In: SAFAR, M. E.; O'ROURKE, M. F. (Ed.). *Arterial Stiffness in hypertension- handbook of hypertension*. Amsterdam:Elsevier, 2006. v.23, p. 427-456.

SUGAWARA, J.; OTSUKI, T.; TANABE, T.; HAYASHI, K.; MAEDA, S.; MATSUDA, M. Physical active duration, intensity, and arterial stiffening in postmenopausal women. *American Journal of Hipertension*, v.19, n. 10, p. 1037-1038, 2006.

SUVORAVA, T.; LAUER, N.; KOJDA, G. Physical inactivity causes endothelial dysfunction in helthy young mice. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 44, n.6, p. 1320-1327, 2004.

TANAKA, H.; DINENNO, F. A.; MONAHAN, K.D. et al. Aging Habitual. Exercise and dynamic arterial compliance. *Circulation* 102: 1270-5, 2000.

TANAKA, H. Hemodynamic sequelae of age-related increases in arterial stifeness in helthy humans. *Am J Cardiol* 82:1152-1155, 1998.

TANAKA, H.; SAFAR, M. E. Influence of lifestyle modification on arterial stiffness and wave reflections. *American Journal of Hipertension*, v. 18, p. 137-144, 2005.

VAN DAM, R. M.; LI, T.; SPIEGELMAN, D.; FRANCO, O.H.; HU, F.B. Combined impact of lifestyle factors on mortality: prospective cohort study in US women. *BMJ (Clinical research ed.)*, v.337, p.1440, 2008.

VERHOEFF, FH. Some new staining methods of wide applicability including a rapid differential stain for elastic tissue. *JAMA*, 50:876-877, 1908.

VIRMANI R, AVOLIO AP, MERGNER W J, RABINO WITZ M, HERDERICH FE, CONHILL JF. GUO SY, LIU TH, OU DY, and O' ROUKE M. Effect of aging on aortic morphology in populations with high an low prevalence of hypertension and atheroscleronsis: comparasion between occidental and Chinese communities, *Am J Pathol* 139: 1119-1129, 1991.

WEINECK, J. *Treinamento Ideal*. São Paulo, Manole, 1999.

WONG, S.; WONG, J. Is physical activity as effective in reducing risk of cardiovascular disease as estrogen replacement therapy in postmenopausal women? *International Journal of Nursing Studies*, v. 36, n. 5, 405 - 414, 1999.

WULFSONHN D, NYENGAAD JR, Tang Y. Postnatal growth of cardiomyocytes in the left ventricle of the rat. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol* 277:236-247, 2004.

YANG, H.T.; OGILVIE, R.W.; TERJUNG, R.L. Training increases collateral-dependent muscle blood flow in aged rats. *Am. J. Physiol.*, Mar: 268, 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](#)