

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

MARI LÚCIA SBARDELOTTO

**ENVELHECIMENTO E TREINAMENTO FÍSICO: IMPLICAÇÕES DE DIFERENTES
PROGRAMAS DE TREINAMENTO SOBRE PARÂMETROS BIOQUÍMICOS
E APTIDÃO FÍSICA DE HOMENS IDOSOS.**

Tese de Doutorado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Saúde da Universidade do
Extremo Sul Catarinense – UNESC,
para obtenção do título de Doutora em
Ciências da Saúde.
Professor Orientador: Dr. Ricardo
Aurino de Pinho

CRICIÚMA (SC), JULHO DE 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S276e Sbardelotto, Maria Lúcia.

Envelhecimento e treinamento físico: implicações de diferentes programas de treinamento sobre parâmetros bioquímicos e aptidão física de homens idosos / Mari Lúcia Sbardelotto; orientador: Ricardo Aurino de Pinho, – Criciúma, SC: Ed. do Autor, 2016.

100 p: il.; 21 cm.

Tese (Doutorado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Criciúma, SC, 2016.

1. Envelhecimento – Aspectos fisiológicos. 2. Exercícios físicos para idosos – Uso terapêutico. 3. Programas de Treinamento Físico. 5. Sarcopenia. 6. Fatores neutróficos. I. Título.

CDD. 22ª ed. 613.70446



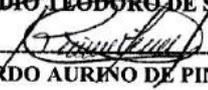
UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão
Unidade Acadêmica de Ciências da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde (Mestrado e Doutorado)
Recomendado pela CAPES – Homologado pelo CNE – Portaria Nº 1.919 de 03.06.2005

ATA DA 57ª DEFESA DE TESE

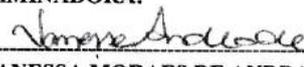
Ata da Defesa Pública de Tese de Doutorado de Mari Lúcia Sbardelotto. Aos vinte e nove dias do mês de julho do ano de dois mil e dezesseis às 14h00, na Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC reuniram-se os membros da Banca Examinadora, composta pelos senhores professores: **Dr.ª Vanessa Moraes de Andrade** (Membro Relator - UNESC), **Dr.ª Maria Inês da Rosa** (Membro Interno - UNESC), **Dr. Antonio José Grande** (Membro Externo - UNESC) e **Dr.ª Tânia Rosane Bertoldo Benedetti** (Membro Externo – UFSC), e designados pelo Colegiado de Coordenação, a fim de argüirem a tese de Doutorado de **Mari Lúcia Sbardelotto**, subordinada ao título: “**Envelhecimento e treinamento físico: implicações de diferentes programas de treinamento sobre parâmetros bioquímicos e aptidão física de homens idosos**”. Aberta a sessão pelo Presidente da mesma, coube a candidata, de forma regimental, expor o tema de sua tese, findo o que, dentro do tempo regulamentar, foi questionada pelos membros da Banca Examinadora e, em seguida, procedeu às explicações que se faziam necessárias. Após esse procedimento, a Banca Examinadora reuniu-se individualmente, para a avaliação final da candidata. Retornando à sessão, o Presidente, lendo o Termo de Apresentação de Tese, declarou **Mari Lúcia Sbardelotto** **APROVADA**.

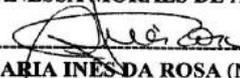
ALTERAÇÕES SUGERIDAS PELA BANCA EXAMINADORA:

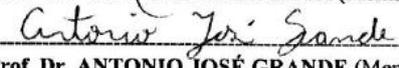

Prof. Dr. **CLAUDIO TEODORO DE SOUZA** (Presidente do Colegiado de Coordenação)


Prof. Dr. **RICARDO AURINO DE PINHO** (Orientador)

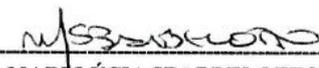
BANCA EXAMINADORA:


Prof.ª **Dr.ª VANESSA MORAES DE ANDRADE** (Membro Relator - UNESC)


Prof.ª **Dr.ª MARIA INÊS DA ROSA** (Membro Interno - UNESC)


Prof. Dr. **ANTONIO JOSÉ GRANDE** (Membro Externo - UNESC)


Prof.ª **Dr.ª TÂNIA ROSANE BERTOLDO BENEDETTI** (Membro Externo – UFSC)

CANDIDATA: 
MARI LÚCIA SBARDELOTTO

Criciúma, SC, 29 de julho de 2016.

FOLHA INFORMATIVA

A tese foi elaborada seguindo o estilo Vancouver e será apresentada no formato tradicional. Este trabalho foi realizado nas instalações do Centro de Atividade Física By Fitness-Barão de Cotegipe/RS e no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica do Exercício do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

Dedico à vocês, meus amados Pais, Jandir e Vanilde!

A jornada pareceu árdua e difícil... O desânimo tentou se apossar por vezes... em todos os momentos difíceis, até quando o meu parceiro das madrugadas virou uma estrelinha no meio do caminho, o Marley! Mas, ao lembrar de suas faces preocupadas, do amor, de suas orações, do vosso apoio incondicional, da dedicação e exemplo! Acreditem, por vocês eu nunca pensei em desistir! Obrigado por serem exatamente como vocês são. AMO VOCÊS!

*Karine, à você todo o meu amor, gratidão por toda a nossa cumplicidade de ontem, hoje e sempre!
Obrigado pela Isabela!*

À minha Família maravilhosa: Meus irmãos Mara, Mauro, Marisa, Rosângela; meus sobrinhos Rodrigo, Karine, Gabriela, Matheus, Nathália, Isabela e Diego, VOCÊS SÃO O MEU ALICERCE!

Professor Ricardo, nessa nossa grande batalha, ser orientada por um profissional do seu nível, foi uma grande honra! Mas, ter o prazer de conhecer uma pessoa com o seu caráter, foi extraordinário! Obrigado por tudo!

A todo o grupo do Lafibe! Em especial, Renata, Giulia, Priscila, Talita, Professor Paulo. A mais sincera admiração e gratidão, pelas análises, pelo acolhimento e por tudo!

À Equipe do Centro de Atividade Física By Fitness: Vocês são todos da minha Família! Rosi, Lauri, Karine, Leandro, Gisela, Juliana, Nanci, Grazieli, João Pedro, Marisa, Daiane, Vânia e Alda. Obrigado pelo suporte nos momentos que eu não estava presente. Obrigado, muito obrigado pelo silêncio quando eu reclamava e, obrigado também pelas suas palavras de estímulo quando eu me calava. Gratidão, Gratidão e Gratidão!!!

Por tudo o que consolidamos nestas idas e vindas, que com toda a certeza ficará para toda a vida:
Fernanda Dal'Maso Camera
Márcia Bairros de Castro
Ana Lúcia Bernardo de Carvalho Morsch
Janesca Mansur Guedes
Miriam Wisniewski
Elvis Wisniewski
Wolnei Luiz Amado Centenaro
Irany Achilles Denti

Aos meus queridos amigos e amigas, de modo muito especial à Magda Trizinski, Leonir Nunes, Edenir Serafini e Giliarde Tomazelli pela ajuda, apoio, carinho e amizade. Serei sempre Grata!
Aos queridos participantes deste estudo; SEM VOCÊS NADA SERIA POSSÍVEL! APRENDI MUITO COM VOCÊS: OBRIGADO!

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde – PPGCS
Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
Minha gratidão:
Ao colegiado do PPGCS!!!
Á Coordenação: Dr. Cláudio Teodoro de Souza e Dra. Vanessa Moraes de Andrade!
Á Secretária Diana Ghisi Daniel por toda ajuda!

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim. Gratidão:
Elisabete Maria Zanin
Paulo Roberto Giollo
Paulo José Sponchiado

Aos colegas do Curso de Educação Física desta Universidade.
Elton, Alessandra, Nino, Flávio, Adri, Beti, Auria, Giuliano e Jorge. Gratidão pela torcida!

Aos meus queridos alunos da Graduação. Obrigado pelo carinho!

E, finalmente a Deus por tudo o que me permite realizar nesta vida!!!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King).

RESUMO

Embora o envelhecimento seja um processo inerente à vida de cada ser humano, um declínio progressivo dos processos fisiológicos é normal, mas inquietante, uma vez que diminui a capacidade funcional e facilita o aparecimento de muitas doenças. O exercício físico regular pode diminuir os efeitos deletérios do envelhecimento prevenindo o declínio destes processos funcionais e limitando o desenvolvimento e progressão de doenças crônicas em pessoas idosas. No entanto, o tipo, a intensidade, frequência e duração do exercício para esta população, ainda não são amplamente compreendidos, embora estas variáveis pareçam ser decisivas para promover esse efeito protetor. Com base nessas premissas, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de diferentes programas de treinamento físico sobre as alterações nos níveis de aptidão física, composição corporal, perfil lipídico, parâmetros de estresse oxidativo, mediadores inflamatórios e neurotróficos no soro de homens idosos. Cinquenta e cinco homens voluntários saudáveis (60 a 80 anos) foram divididos em quatro grupos: não treinados (controle, n = 14), treinamento aeróbio em solo (TAS, n = 12), treinamento combinado em solo (TCS, n = 12), e treinamento combinado em água (TCA, n = 17). Os protocolos de treino foram efetuados durante um período total de 8-semanas, três vezes por semana. Uma sessão de 60 minutos foi dividida em três partes: 5 minutos de exercício de aquecimento, 50 minutos de treinamento específico (aeróbio, força ou combinados) e 5 minutos de alongamento. Todas as variáveis foram mensuradas no início (linhas de base) e no final de cada intervenção de treinamento. Os resultados mostraram uma melhoria significativa na aptidão física (força máxima de MMSS/MMII, resistência muscular localizada de MMSS/MMII, flexibilidade de MMSS/MMII, agilidade, condicionamento aeróbio, composição corporal e perfil lipídico) quando se compara os valores basais e dados de pós intervenção. Juntos, estes resultados confirmam uma melhoria na aptidão física, composição corporal e perfil lipídico, sugerindo que qualquer modelo de treinamento desde que com adequada periodização pode garantir a independência destes indivíduos. Os ensaios bioquímicos de BDNF, apresentaram um nível elevado, observado a partir do grupo TAS enquanto IGF-1 melhorou os níveis do grupo de TCS. Observou-se uma melhoria dos parâmetros globais de estresse oxidativo, particularmente níveis reduzidos de dano oxidativo em lipídios e aumento das atividades de tioredoxina redutase e glutatona peroxidase, bem como o nível de glutatona total. Além disso, observou-se uma diminuição significativa dos níveis de mediadores inflamatórios (IL-6 e IL-8), porém a IL-6 mostrou ser mais sensível aos efeitos de diferentes tipos de treino físico, sugerindo que para estas variáveis os efeitos do treinamento em homens idosos são variados dependendo do tipo do exercício.

Palavras-chave: envelhecimento; aptidão física; perfil lipídico; treinamento de força, aeróbio e combinado; estresse oxidativo; inflamação.

ABSTRACT

Although aging is a process inherent to the life of every human being, a progressive decline of the physiological processes is normal, but disturbing, as it decreases the functional capacity and facilitates the emergence of many diseases. Regular exercise can reduce the deleterious effects of aging by preventing the decline of these functional processes and limiting the development and progression of chronic disease in elderly people. However, the type, intensity, frequency and duration of exercise for the elderly population are not yet widely understood, although these variables seem to be decisive to promote this protective effect. Based on these assumptions, the aim of this study was to investigate the effects of different exercise training programs in the levels of physical fitness, body composition, lipid profile, oxidative stress parameters and inflammatory and neurotrophic mediators in serum of elderly men. Fifty-five healthy male volunteers (60 to 80 years) were divided into four groups: control (Ctr, n=14), aerobic training in dry land (ATdl, n=12); combined training in dry land (CTdl, n=12); and combined training in water (CTw, n=17). The training protocols were performed for a total period of 8-wk, three times per week. A session of 60 minutes was divided into three parts: 5-minutes warming-up exercise, 50-minutes specific training (aerobic, strength or combined) and 5-minutes stretching. All variables were measured at baseline (baseline) and at the end of each training intervention. The results showed a significant improvement in physical fitness (maximal strength of UL/LL, local muscular endurance of UL/LL, flexibility of UL/LL, agility, aerobic fitness, body composition, and lipid profile) when comparing the baseline and post-intervention data. Together, the results confirm an improvement in physical fitness, body composition, and lipid profile, suggesting that the training models can ensure the independence of these individuals. The biochemical assays of BDNF showed an elevated level from ATdl group while IGF-1 had enhanced levels from CTdl group. An improvement of overall oxidative stress parameters was observed, particularly reduced levels of oxidative damage in lipid and increased activities of thioredoxin reductase and glutathione peroxidase as well as total glutathione level. In addition, a significant decrease in inflammatory mediators (IL-6 and IL-8) was observed, but the IL-6 was more susceptible to the effects of different types of physical training. Taken together, the results show that the effects of training in elderly men are varied and are exercise type-dependent manner.

Key-words: aging; physical fitness; lipid profile; strength training, aerobic and combined training; oxidative stress; inflammation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Esquema representativo da influência do exercício no envelhecimento | 31 |
| Figura 2. Ilustração da diminuição das fibras musculares no envelhecimento | 32 |
| Figura 3. Esquema representativo da incidência de ERO na sarcopenia | 34 |
| Figura 4. Esquema gráfico da distribuição da amostra | 43 |
| Figura 5. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento sobre a força muscular máxima e resistência muscular localizada de homens idosos. | 51 |
| Figura 6. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento sobre a flexibilidade de homens idosos. | 52 |
| Figura 7. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento sobre a velocidade de deslocamento e aptidão aeróbia de homens idosos. | 52 |
| Figura 8. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento sobre os fatores neurotróficos e de crescimento de homens idosos. | 58 |
| Figura 9. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento sobre os níveis de marcadores do sistema antioxidante de homens idosos. | 59 |
| Figura 10. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento sobre os níveis de marcadores de dano oxidativo de homens idosos. | 60 |
| Figura 11. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento sobre o perfil inflamatório de homens idosos. | 61 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Variáveis das características basais de indivíduos idosos submetidos a diferentes protocolos de treinamento físico | 42 |
| Tabela 2. Periodização linear do programa de treinamento aeróbio em solo..... | 44 |
| Tabela 3. Periodização linear do programa de treinamento combinado em solo..... | 44 |
| Tabela 4. Periodização linear do programa de treinamento combinado em água..... | 45 |
| Tabela 5. Variáveis do perfil lipídico de indivíduos idosos submetidos a diferentes protocolos de treinamento físico | 50 |

LISTA DE SIGLAS/ABREVIATURAS/SÍMBOLOS

- %G – Percentual de gordura
- AHA – American Heart Association
- AVDs – Atividades de vida diária
- BDNF – Fator neurotrófico derivado do cérebro
- BSA – Albumina bovina
- CAT - Catalase
- CT – Colesterol total
- CTL – Controle
- DCNT – Doença crônica não transmissível
- DCV – Doença cardiovascular
- DNA – Ácido desoxirribonucleico
- DNPH Ácido dinitrofenilhidrazina
- DTNB – Ácido dinitrobenzóico
- ERN – Espécie reativa de nitrogênio
- ERO – Espécie reativa de oxigênio
- ESC – European Society of Cardiology
- FC_{máx} – Frequência cardíaca máxima
- FC_{REP FINAL} – Frequência cardíaca de repouso final
- FC_{REP INICIAL} – Frequência cardíaca de repouso inicial
- GEE – Equação de estimativas generalizadas
- GPx – Glutathione peroxidase
- GR – Glutathione reduzida
- GSH – Glutathione reduzida
- HDL-c – Lipoproteína de baixa densidade ligada ao colesterol
- HPLC – Cromatografia líquida de alta performance
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IGf-1 – Fator de crescimento semelhante a insulina
- IL-1 β – Interleucina 1 β
- IL-6 – Interleucina 6
- IL-8 – Interleucina 8
- IL-10 – Interleucina 10
- IMC – Índice de massa corporal
- LDL-c – Lipoproteína de alta densidade ligada ao colesterol
- MAPK – Mitogênio ativado por proteína quinase
- MC – Massa corporal
- MDA – Malondialdeído
- MM – Massa magra

MMII – Membros inferiores
MMSS – Membros superiores
RNA – RNA mensageiro
NADPH – Fosfato de Nicotinamida adenina dinucleotídeo
OMS – Organização Mundial da Saúde
RM - Repetição máxima
RML – Resistência muscular localizada
RNAm – Ácido ribonucleico
SBC – Sociedade Brasileira de Cardiologia
SOD – Superóxido dismutase
TAS – Treinamento aeróbio em solo
TBA – Ácido tiobarbitúrico
tBuOOH – Tertebutil-hidroperóxido
TCA – Treinamento combinado em água
TCS – Treinamento combinado em solo
TG – Triglicérides
TNF- α – Fator de necrose tumoral
TRXr – Tiorredoxina redutase
VEGF – Fator de crescimento endothelial vascular
VLDL-c – Lipoproteína de muito baixa densidade ligada ao colesterol
VO_{2máx} – Consumo máximo de oxigênio
WHO - World Health Organization

SUMÁRIO

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Capítulo I - Introdução..... | 29 |
| 1.1 Organização da Tese..... | 31 |
| 1.2 Referencial Teórico | 31 |
| 1.2.1 Envelhecimento | 31 |
| 1.2.2 Envelhecimento e Sarcopenia..... | 32 |
| 1.2.3 Estresse Oxidativo no Envelhecimento | 34 |
| 1.2.4 Exercício Físico e Envelhecimento | 35 |
| 1.2.5 Perfil Lipídico no Envelhecimento | 37 |
| 1.3 Justificativa..... | 38 |
| 1.4 Objetivos | 38 |
| 1.4.1 Objetivo Geral | 38 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos – CAPÍTULO III..... | 38 |
| 1.4.3 Objetivos Específicos – CAPÍTULO IV | 39 |
| Capítulo II - Material e Métodos..... | 41 |
| 2.1 Amostra | 43 |
| 2.2 Procedimentos Éticos | 44 |
| 2.3 Protocolos de Treinamento | 44 |
| 2.4 Avaliação da Composição Corporal | 46 |
| 2.5 Aptidão Cardiorrespiratória..... | 46 |
| 2.6 Aptidão Neuromuscular..... | 46 |
| 2.6.1 Força Máxima..... | 46 |
| 2.6.2 Aptidão Funcional de Idosos | 47 |
| 2.7 Coleta de Sangue | 47 |
| 2.7.1 Perfil Lipídico..... | 47 |
| 2.7.2 Análise de Danos Oxidativos | 47 |
| 2.7.3 Medida do Sistema Antioxidante..... | 47 |
| 2.7.4 Fatores Neurotróficos, de Crescimento e Parâmetros Inflamatórios | 48 |
| 2.7.5 Determinação de Proteínas | 48 |
| 2.8 Análise Estatística | 48 |
| Capítulo III - A melhora da capacidade muscular e aeróbia induzida por programas de exercícios para idosos ocorre independentemente do tipo ou modelo de treinamento físico | 49 |
| 3.1 Resultados..... | 51 |
| 3.2 Discussão..... | 55 |
| Capítulo IV – Efeitos preventivos do treinamento físico sobre parâmetros de estresse oxidativo, mediadores neurotróficos e inflamatórios durante o processo de sarcopenia em homens idosos ... | 57 |
| 4.1 Resultados..... | 59 |
| 4.2 Discussão..... | 63 |

| | |
|---------------------------------------------|-----------|
| Capítulo V – Conclusão | 67 |
| 5.1 Considerações e Conclusões Finais | 69 |
| REFERÊNCIAS | 71 |
| ANEXOS | 81 |

CAPÍTULO I
INTRODUÇÃO

1.1 ORGANIZAÇÃO DA TESE

A tese está organizada em V capítulos. O Capítulo I, na forma de introdução, apresenta uma revisão de literatura utilizando diversas fontes referenciais, principalmente artigos científicos em revistas de elevado impacto, uma justificativa referente à importância do estudo, e objetivos. No Capítulo II é apresentada a metodologia que foi utilizada para atender os objetivos. Os resultados e discussão estão apresentados nos dois capítulos subsequentes. No Capítulo III estão apresentados os resultados e a discussão referente aos efeitos de diferentes modelos de treinamento sobre a aptidão muscular e aeróbia de idosos. Estes resultados estão submetidos para a publicação na *Aging Clinical and Experimental Research*. O Capítulo IV apresenta os resultados e a discussão referente aos efeitos preventivos do treinamento físico sobre parâmetros de estresse oxidativo, neurotróficos e inflamatórios durante o processo de sarcopenia em homens idosos. Estes resultados estão submetidos para publicação na *Aging*. Por fim, no Capítulo V estão apresentadas as considerações e conclusões gerais abrangendo os Capítulos III e IV e as referências bibliográficas utilizadas em toda a tese.

1.2 REFERENCIAL TEÓRICO

1.2.1 Envelhecimento

A Organização Mundial de Saúde (WHO, 2014) afirma que de 2015-2050, a proporção de população com mais de 60 anos no mundo irá aumentar de 12% para 22%. Levando em consideração que a predominância das pesquisas no campo de doenças associadas à idade considera a sexta década de vida um fator de risco para o início e a rápida progressão de doenças associadas à idade, a carga destas doenças irá quase dobrar nos próximos 35 anos. Portanto, é essencial, além de elucidar as causas e progressão destas doenças crônicas, investigar potenciais terapias preventivas que possam contribuir para minimizar os declínios funcionais dramáticos deste processo, os quais contribuem para o envelhecimento fisiológico (Petersen e Smith, 2016).

Considerando que o envelhecimento é um processo natural à vida humana, torna-se, portanto, uma preocupação importante, devido à capacidade funcional reduzida e, conseqüentemente uma qualidade de vida prejudicada (Cruz-Jentoft et al., 2010). O processo do envelhecimento humano é multifatorial, compreendendo diferentes variáveis, como a genética, estilo de vida e doenças crônicas, que interligadas, exercem forte influência na longevidade. Estas variáveis acabam por si só levando a uma perda da capacidade funcional, inevitável durante este período da vida (Deslandes, 2013). Entretanto, evidências acumuladas nos últimos anos indicam que a adoção de um estilo de vida saudável, que inclui qualidade na dieta, exercício físico, controle do estresse e interação social podem contribuir substancialmente para minimizar os efeitos deletérios do envelhecimento. Neste sentido, o exercício físico tem sido indicado como uma parte integrante de tratamentos que visam minimizar as quedas do processo de envelhecimento, em particular, a sarcopenia, em que se observa uma perda degenerativa de massa, força e função muscular (Mitchel et al., 2012).

A massa muscular esquelética em humanos, diminui em quase 50% na terceira idade e a força muscular é reduzida 15% por década a partir dos 50 anos e pode chegar a 30% por década a partir desta idade (McClellan e Kiel, 2015). O declínio progressivo da massa muscular esquelética, geralmente acompanhada de diminuição da força e funcionalidade muscular são processos que caracterizam a sarcopenia (Cruz-Jentoft et al., 2010; Burks e Cohn, 2011), o qual decorre de fatores que afetam a transmissão neuromuscular, arquitetura muscular, composição das fibras, acoplamento excitação-contração e metabolismo (Lyngh, 2010; Budui et al., 2015; Zampieri et al., 2015). Apesar de não ser uma doença, a sarcopenia, dependendo do nível, está relacionada com o aparecimento ou agravamento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Dados estatísticos indicam que aproximadamente 48,9% do contingente de idosos apresentam mais de uma DCNT associada ao processo do envelhecimento, o que representa uma situação preocupante para a saúde pública (OMS, 2013). Evidências mostram que as pessoas idosas estão entre o segmento da sociedade mais sedentário e fisicamente inativo (Peterson et al., 2010). Este processo leva a uma redução da aptidão funcional, tendo o sedentarismo como o fator que agrava as conseqüências do envelhecimento facilitando um estado de morbidez precoce (Benedetti et al., 2013). Portanto, o baixo nível de atividade física é um importante fator de risco entre os idosos, e é responsável por 6% das doenças cardiovasculares, 7% de diabetes mellitus tipo II, 10% dos cânceres de mama e 10% dos cânceres de intestino, que juntos contribuem para 9% das taxas globais de morte prematura (Lee et al., 2012). Esse quadro favorece uma conseqüente demanda nos serviços de saúde e de assistência social, em especial, por estar diretamente relacionado com a incidência ou agravamento

das DCNT (Manso e Ribeiro, 2012). Desta forma, torna-se imprescindível a compressão da morbidade na senescência (Stensvold et al., 2015).

Com base nesses pressupostos, existem fortes evidências de que o exercício físico, realizado em longo prazo, pode diminuir os efeitos deletérios do envelhecimento e limitar o desenvolvimento e a progressão da doença crônica em pessoas idosas (Ciolac, 2013) (Figura 1).

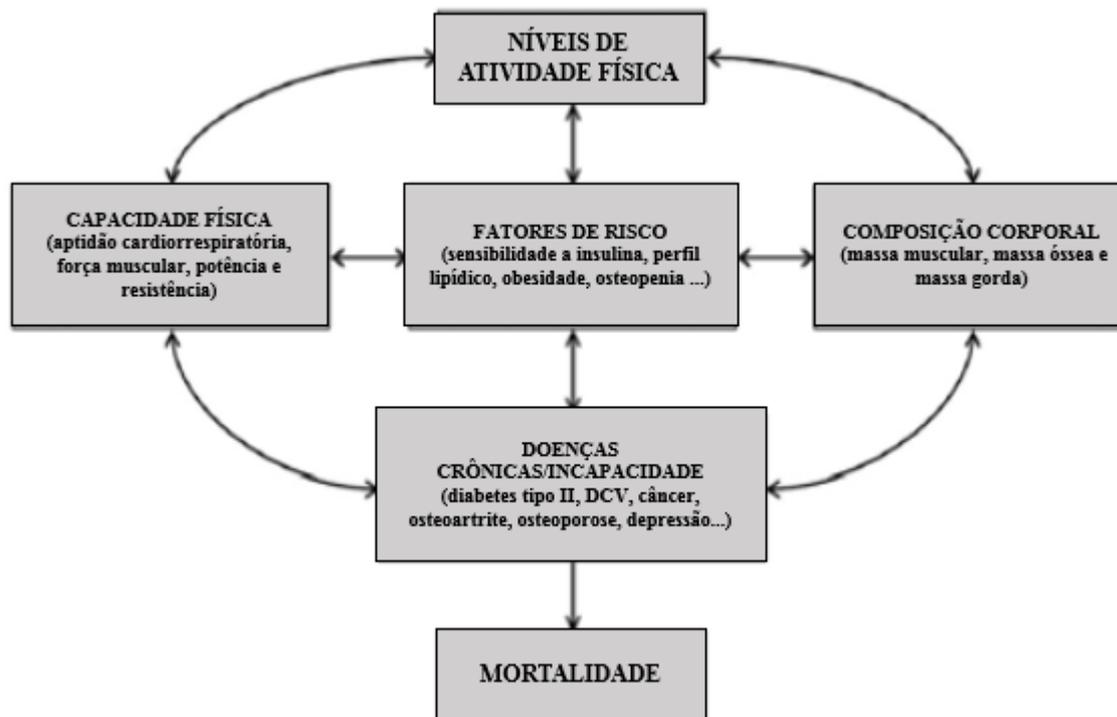


Figura 1. Representação esquemática da maneira pela qual o exercício e / ou atividade física podem influenciar a incidência da doença e, conseqüentemente, a mortalidade durante o envelhecimento. **Fonte:** Traduzido de Ciolac, 2013.

1.2.2 Envelhecimento e sarcopenia

O aumento da expectativa de vida e a diminuição da taxa de nascimento trouxeram mudanças dramáticas na estrutura etária em todo o mundo, tornando-se uma preocupação social e de saúde global (WHO, 2014). O envelhecimento geralmente vem associado com processos degenerativos celulares, como uma integridade neural reduzida (Hayes et al., 2015), em que observa-se uma perda de neurônios motores espinais, redução da sinalização do fator de crescimento tipo insulina (IGF-1), elevados níveis de citocinas circulantes e aumento do estresse oxidativo celular. Todas essas alterações são acompanhadas por uma redução no número e tamanho de fibras musculares (Ver Figura 2), o que resulta em prejuízo no desempenho funcional e mecânico (Aagaard et al., 2010).

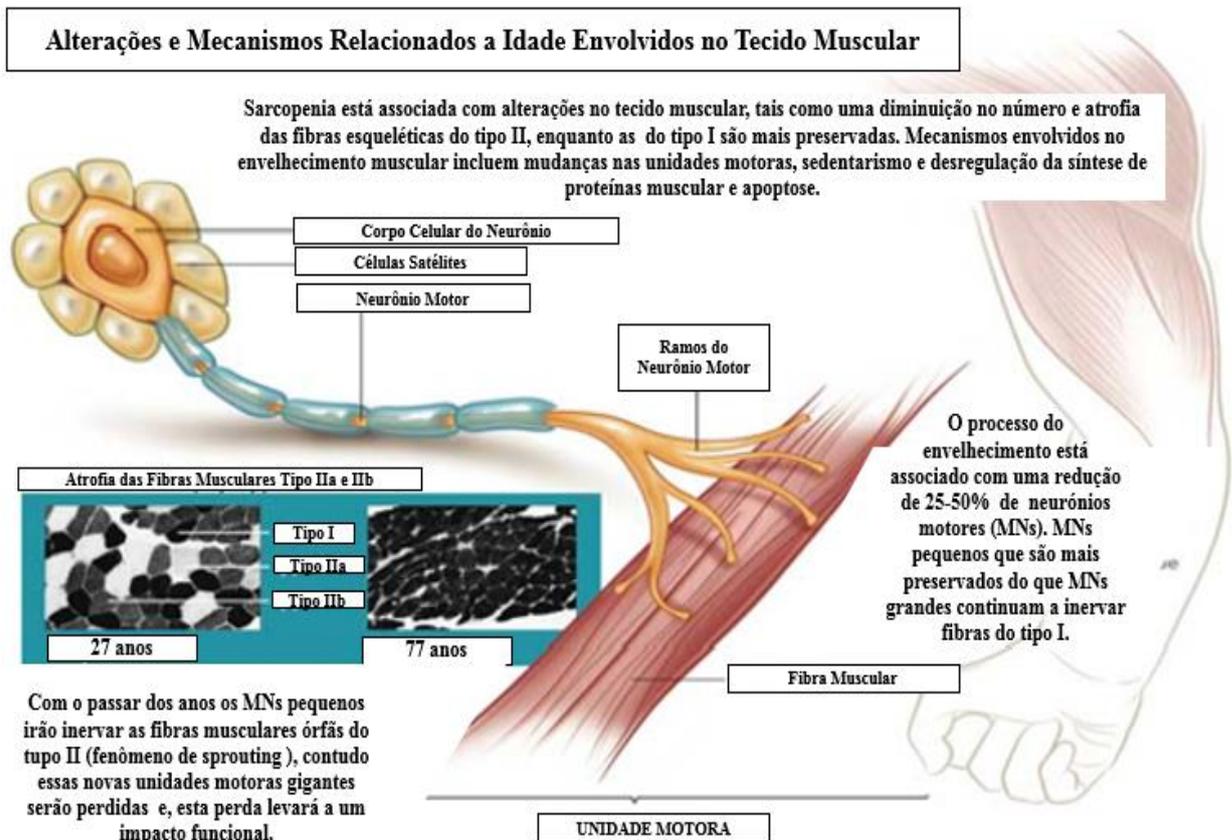


Figura 2. Diminuição das fibras musculares esqueléticas do tipo IIA/B em humanos associadas à idade. **Fonte:** Traduzido de Lee et al., 2006.

O declínio progressivo da massa muscular esquelética, geralmente acompanhado pela diminuição da força e da funcionalidade muscular foi conceituado como 'sarcopenia' ('sarx' grego ou carne + 'penia' ou perda) em 1989 por Irwin Rosenberg (Rosenberg, 1989). O nível de sarcopenia está ligado a diversas doenças relacionadas à idade e pode ser prejudicial a ponto de impedir que uma pessoa idosa tenha independência em suas atividades da vida diária (AVDs) e conseqüentemente em sua qualidade de vida (Cruz-Jentoft et al., 2010).

A prevalência de sarcopenia relacionada à idade varia amplamente dependendo da definição e métodos de avaliação; mas que pode afetar entre 8% a 40% das pessoas com idade superior a 60 anos (Kim et al., 2015). A sarcopenia é uma síndrome complexa que traz em conseqüência distúrbios alimentares, aumento do risco de quedas e fraturas, capacidade reduzida de realização das AVDs, perda de independência e aumento do risco de morte (Cruz-Jentoft et al., 2010; Burks e Cohn, 2011; Barbieri et al., 2015). Embora a sarcopenia seja primariamente presente em idosos, o seu desenvolvimento pode acometer outras faixas etárias em condições específicas como desuso, desnutrição e caquexia (Santilli et al., 2014). A sarcopenia, ligada ao envelhecimento, caracteriza-se, portanto, por uma deterioração da qualidade e quantidade da massa muscular (ver Figura 2). As células satélite que residem na superfície das miofibras são cruciais para a homeostase e a regeneração muscular no processo do envelhecimento e uma regeneração menos eficaz do tecido muscular decorrente de uma diminuição da capacidade miogênica das células satélites impede a capacidade de contratibilidade e contribui para redução da massa muscular, especialmente nas extremidades inferiores (Di Filippo et al., 2016). Somados a isso, um aumento da massa de gordura, especialmente na região visceral e intermuscular são alterações comuns na composição corporal de indivíduos envelhecidos durante esse processo de sarcopenia (Newman et al., 2005).

1.2.3 Estresse oxidativo no envelhecimento

Muitos estudos têm sugerido que o envelhecimento está diretamente relacionado com a capacidade antioxidante reduzida e aumento dos níveis de espécies reativas de oxigênio (ERO) e / ou de nitrogênio (ERN) (Jackson, 2005; Meng e Yu, 2010; Bouzid et al., 2014). Independentemente de como ou onde eles são gerados, a produção elevada em detrimento aos baixos níveis de antioxidantes promove danos em vários componentes celulares e desencadeia a ativação de vias de sinalização específicas. Estes efeitos têm mostrado influenciar numerosos processos celulares associados ao envelhecimento, tais como sarcopenia e o desenvolvimento de doenças relacionadas com a idade (Finkel e Holbrook, 2000).

A hipótese de que o envelhecimento é causado parcialmente pelos efeitos deletérios das ERO é pautada por diversos estudos que mostram que concentrações celulares de ERO sobrecarregam o sistema antioxidante e causam danos celulares por mecanismos de oxidação de biomoléculas como a desidrogenação, hidroxilação e glicação proteica, peroxidação de lipídeos e oxidação das fitas de DNA (Wickens, 2001; Hirata et al., 2004; Navarro et al., 2004; Boccatonda et al., 2016). Esses danos decorrem de um quadro de estresse oxidativo celular envolvido em vários processos fisiológicos e fisiopatológicos por danificar vários componentes celulares e de tecidos, refletindo em uma potencial causa do desenvolvimento da sarcopenia (Bouzid et al., 2014).

Contudo, diversos fatores da vida moderna como nutrição deficiente, redução da atividade física, estresse, consumo de álcool e de cigarro, exposição excessiva ao sol e à poluição ambiental, promovem impacto sobre a homeostase celular e alteram o equilíbrio redox, tornando o ambiente celular altamente oxidado (Figura 3). Essa situação favorece o surgimento da sarcopenia e diversas doenças que prejudicam o processo natural do envelhecimento (Dato et al., 2013).

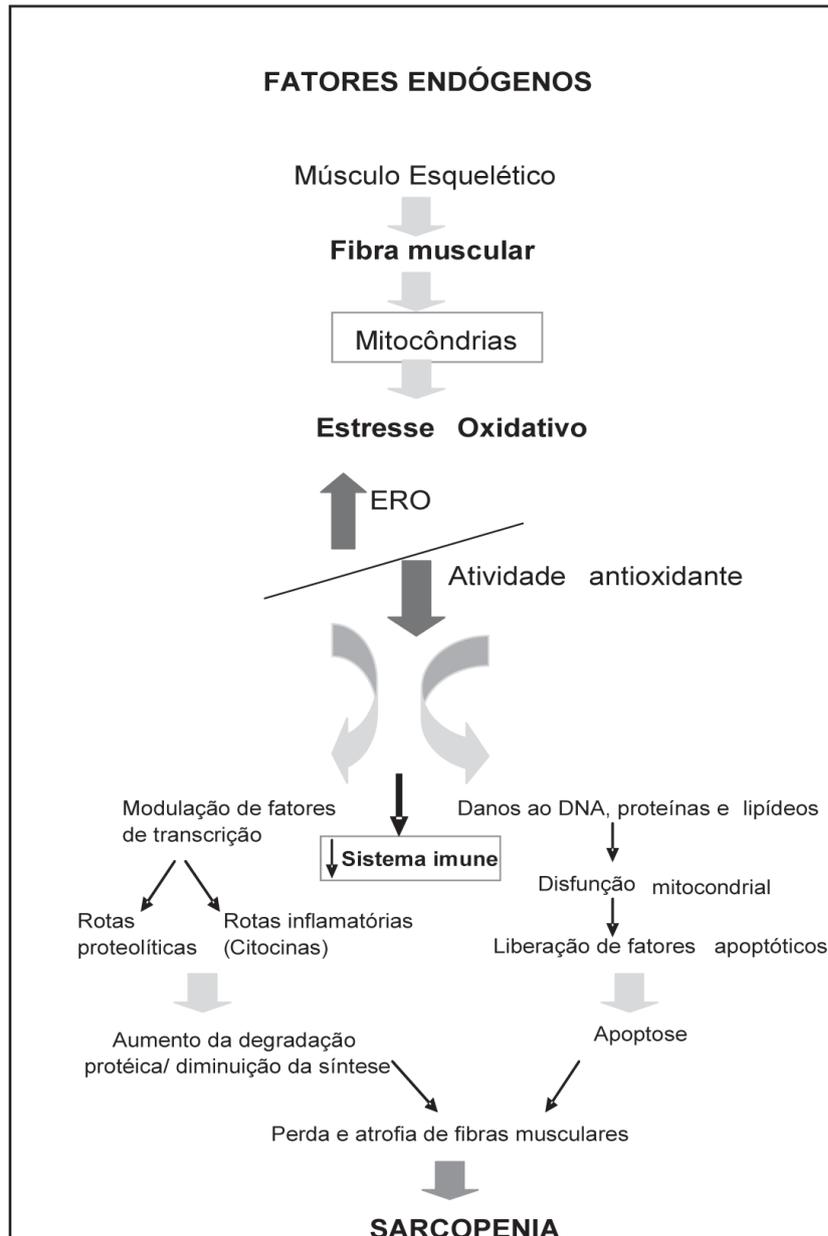


Figura 3. Esquema de incidência e interação de fatores endógenos implicados na produção de Espécies Reativas de Oxigênio (ERO) no músculo esquelético, associado ao desenvolvimento da sarcopenia. **Fonte:** Traduzido de Si-Jin e Long-Jiang, 2010.

Segundo Meng e Yu (2010) o envelhecimento expõe o músculo esquelético a um aumento dos níveis de estresse oxidativo (Bouزيد et al., 2015), o que favorece o surgimento de um baixo grau de estado inflamatório denominado de “*inflammaging*” (Beyer et al., 2012; Wu et al., 2014). Este quadro inflamatório persistente está associado com níveis elevados de citocinas pró-inflamatórias TNF- α e IL-6 na circulação sistêmica de indivíduos envelhecidos (Nicklas e Brinkley, 2009; Roubenoff et al., 1998) e presente em doenças como a obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes do tipo II e sarcopenia (Arthur e Cooley, 2012). Adicionalmente, o “*inflammaging*” interfere na secreção de neurotrofinas importantes na modulação da transmissão e plasticidade sináptica, reduzindo a neurogênese e a formação dendrítica e aumentando a vulnerabilidade celular (Perito e Fortunato, 2012). A redução dos níveis plasmáticos do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) tem sido identificada como um biomarcador de déficit de memória e função cognitiva, bem como um preditor do risco de morbidade e mortalidade em pessoas idosas (Tiedemann et al., 2008), enquanto o fator de crescimento semelhante a insulina tipo 1 (IGF-1) e fator de crescimento endotelial vascular (VEGF) tem uma correlação direta com a redução da massa muscular e da força (Kalleinen et al., 2008; Maltais et al., 2009).

Ao considerar que o estresse oxidativo desempenha um papel importante em diversos processos do envelhecimento e a capacidade de prevenir o estresse oxidativo é um fator determinante da longevidade, adotar estratégias que reduzem o estresse oxidativo ou para aumentar os sistemas de defesa antioxidantes, promoveriam efeitos significativos anti-envelhecimento.

1.2.4 Exercício físico e envelhecimento

Existe um enorme interesse público e científico para o desenvolvimento e compreensão de terapias que promovam um atraso nos processos fisiológicos degenerativos relacionados ao envelhecimento. Neste contexto, vários estudos têm demonstrado que o exercício regular promove alterações nos parâmetros de estresse oxidativo (Radak et al., 2013), aumenta os níveis de neurotrofinas como BDNF (Coelho et al., 2012; Laske et al., 2011) e modula os fatores de crescimento nos idosos (Tsay et al., 2015). Adicionalmente, intervenções com exercício demonstram efeitos benéficos sobre o perfil inflamatório crônico de baixo grau (Beyer et al., 2012). No entanto, o tipo, a intensidade, frequência e duração do exercício parecem ser determinantes para que essas mudanças bioquímicas possam acontecer. Com base nesse tipo de estudos científicos uma das principais questões relativas ao idoso foi levantada em 2007 pela WHO no Guia de Implementação de Estratégias Globais sobre, Dieta, Atividade Física e Saúde: *“podemos parar as mudanças negativas no corpo? Não, não podemos pará-las, mas podemos neutralizar ou retardar a diminuição da aptidão física e capacidade funcional. Sabemos que, em conjunto com uma alimentação correta e equilibrada, a atividade física representa a forma mais eficaz para neutralizar o declínio da capacidade funcional relacionada ao envelhecimento”*. Há um forte consenso na literatura que o declínio na capacidade física que ocorre com o aumento da idade, afeta negativamente a função física em geral, incluindo a capacidade de trabalho e a capacidade de executar atividades típicas da vida diária (AVDs) (Sundstrup et al., 2016). Neste sentido, o exercício físico é um hábito de vida fundamental para redução do risco de morbidade e aumento de expectativa de vida. Investigações sugerem que indivíduos expostos ao treinamento físico frequente, de moderada a alta intensidade, com controle de necessidades dietéticas e psicológicas parecem exercer um efeito benéfico para a sobrevivência, desacelerando os declínios provocados no processo do envelhecimento (Lin et al., 2016).

O envelhecimento biológico está associado a declínios na massa muscular, redução da força e da aptidão cardiorrespiratória, resultando em uma capacidade prejudicada na realização de atividades cotidianas dos idosos (Aagaard et al., 2010). Para reduzir esses efeitos, Bann e colaboradores (2016), sugerem que uma combinação de exercícios de força e resistência aeróbia para a população idosa parece ser uma estratégia eficaz para melhorar tanto funções neuromuscular e cardiorrespiratória como, conseqüentemente, para manter a capacidade funcional durante o envelhecimento. Essa combinação parece ser importante, pois cada um desses tipos de exercício exercem efeitos diferentes sobre o organismo de quem os pratica. As adaptações ao treinamento de força promovem melhoras sobre a força muscular, hipertrofia de células musculares, adaptações neurais, tais como o aumento no recrutamento de unidades motoras máxima, taxa de disparo da unidade motora máxima, bem como um aumento da excitabilidade motoneuronal, além de elevação do acionamento motor eferente na medula, sem predominância em alterações de VO_{2max} (Seene e Kaasik, 2016; Sharples et al., 2016). Em contraste, o treinamento de resistência aeróbia induz adaptações centrais e periféricas que melhoram VO_{2max} , a capacidade do músculo esquelético gerar energia através do metabolismo oxidativo sem aumento predominante na força muscular ou hipertrofia (Izquierdo et al., 2004). De acordo com as diretrizes publicadas pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2007) sobre a importância do exercício físico em pessoas idosas, o exercício é uma forma eficiente de custo benefício para prevenir o declínio da capacidade funcional das pessoas mais velhas e pode ajudar na prevenção e gestão de certas doenças crônicas e condições.

Várias recomendações sobre o exercício físico para idosos são observados em diferentes consensos. Geralmente, estes consensos recomendam treinamentos de intensidade moderada a vigorosa com duração de 150 a 300 minutos por semana (WHO, 2010) ou de acordo com American College of Sports Medicine e a Association American Heart (Nelson et al., 2007) 30 minutos de exercício aeróbio 5 vezes por semana de intensidade moderada, ou 20 minutos 3 x semana de intensidade vigorosa. Ambas as recomendações sugerem exercícios resistidos 2 ou mais dias por semana. Essas recomendações, embora importantes, são muito generalistas o que dificulta uma aplicação específica. Diante dessa dificuldade, estudos recentes têm tentado propor protocolos de exercício que sejam mais eficazes durante o processo do envelhecimento (Zampieri et al., 2015; Cvecka et al., 2015; Ciolac e Rodrigues-da-Silva, 2016). No entanto, os mecanismos por trás destes efeitos favoráveis do exercício ainda não estão definitivamente esclarecidos, provavelmente porque ainda

existem dúvidas a respeito de que tipo, intensidade e quantidade de exercício podem promover a melhoria significativa da capacidade funcional do idoso.

Os modelos de treinamento de força e de resistência aeróbia são específicos por causarem respostas fisiológicas adaptativas diferentes, porém, mesmo que realizados de forma combinada, são dependentes do volume, da intensidade e da frequência de treinamento para atingir os efeitos esperados (Fleck e Kraemer, 2006).

Em termos gerais, o exercício físico regular parece proteger o cérebro contra os danos em diferentes localizações anatômicas (Hipocampo, córtex motor e cerebelo), por redução da disfunção neuronal e promovendo a recuperação do desempenho motor, bem como por estimulação dos mecanismos vasculares do sistema nervoso central (Cotman e Engesser- Cesar, 2002). Em ratos, estes efeitos são acompanhados por um aumento no IGF-1, um hormônio com efeitos neurotróficos, e BDNF (factor neurotrófico derivado do cérebro), uma proteína especializada em modular a plasticidade sináptica no cérebro adulto. O exercício físico aumenta a quantidade do RNAm de IGF-1 e aumenta a absorção de IGF-1 que circula no cérebro (Vaynman et al., 2004). Em observação de ratos envelhecidos submetidos a um protocolo de treino, foi observada uma reversão até de 50% na perda neuronal no hipocampo comparado com ratos controles sedentários da mesma idade (Van et al., 2005). Tromm e colaboradores (2015), demonstraram que o cálcio intracelular pode ser modulado por exercícios realizados de forma contínua ou fracionado e que a modulação do estresse oxidativo pelo exercício contínuo desempenha um papel regulador importante no mecanismo de contração muscular em ratos velhos. Em seres humanos, as pessoas idosas que se envolvem com atividades físicas regulares durante a sua vida apresentam menos perda de tecido cerebral do que indivíduos sedentários e têm melhor desempenho físico e cognitivo (Dik et al., 2003).

Os efeitos do exercício sobre o organismo são diversos e um desses efeitos está associado ao equilíbrio do estado redox por (re) estabelecer o equilíbrio entre a produção de oxidantes e o sistema antioxidante endógeno. Está bem estabelecido na literatura que o exercício físico provoca um aumento na produção de radicais livres, todavia o resultado desse aumento promove uma maior eficiência do mecanismo hormético sintetizando enzimas do sistema antioxidante e protegendo, em consequência, as células do dano causado pelo estresse oxidativo (Viña et al., 2016). Portanto, durante a execução do exercício importantes componentes do sistema de defesa antioxidante endógeno são ativados pelos radicais livres (Ji et al., 2006). Estudos indicaram que as ERO geradas durante o exercício são iniciadores de duas importantes vias de sinalização redox-sensíveis incluindo *fator nuclear derivado de eritróide 2* (NRF2) e mitogênio ativado por proteína quinase (MAPK) (Ji, 2007). A ativação destas vias conduz à indução de enzimas antioxidantes incluindo superóxido dismutase mitocondrial (SOD) e da glutatona peroxidase (GPX), bem como a síntese do óxido nítrico (Belviranli e Gökbil, 2006). Ainda, os efeitos em longo prazo do treinamento físico apresentam um aumento do conteúdo da glutatona reduzida (GSH), um substrato principal da GPx (Elokda e Nielsen, 2007). Entretanto, há controvérsia em torno de qual o modelo, intensidade e duração, o treinamento físico deva ser delineado para reduzir os efeitos nocivos e ou o estresse oxidativo no processo do envelhecimento.

A relação entre o exercício e o estresse oxidativo é extremamente complexa, gerando resultados e efeitos conflitantes, um agente que pode ser prejudicial em altas doses, poderá induzir em doses baixas ou moderadas um efeito adaptativo benéfico para as células ou organismo. Assim, entender os mecanismos pelos quais diferentes tipos de exercício físico agem sobre o estresse oxidativo, poderia impedir e ou/tratar a fragilidade associada ao processo do envelhecimento (Boccatonda et al., 2016; Viña et al., 2016). Deste modo, o exercício físico em dose e modelo adequado, poderia atenuar o declínio associado à idade e melhorar significativamente a qualidade de vida da população idosa por limitar o desenvolvimento e progressão de doenças crônicas (Meijer et al., 2001; Ji et al., 2010).

1.2.5 Perfil lipídico no envelhecimento

O envelhecimento é um dos mais fortes preditores de eventos cardiovasculares. Este processo está associado com a função vascular prejudicada devido a disfunção endotelial, dislipidemias e alteração do equilíbrio redox, em parte causado por um aumento da formação ERO e combinado com uma redução da capacidade antioxidante endógena (Gliemann et al., 2016). Uma mudança de estilo de vida, o que inclui o exercício, tem sido recomendada para diminuir o índice aterogênico em adultos, porém, a intensidade e duração do exercício para provocar uma mudança nos parâmetros lipídicos são ainda controversas. Estudos anteriores que examinam os efeitos da intensidade do exercício em níveis de lipídios e lipoproteínas relatam resultados conflitantes. Uma revisão recente da Sociedade Européia de Cardiologia (SEC) (Vanhees et al., 2012), indica para indivíduos normolipidêmicos e dislipidêmicos que aumentos no gasto calórico associado

ao exercício aeróbio demonstraram influenciar positivamente a atividade da lipase lipoprotéica, aumentando assim os níveis de HDL-c (Ferguson et al., 1998) em consequência, uma melhora no perfil lipídico (Kraus et al., 2002).

Diferentes frações de lipídios sanguíneos englobam o perfil lipídico, e dentre estas frações as lipoproteínas de baixa densidade ligadas ao colesterol (LDL-c), lipoproteínas de alta densidade ligadas ao colesterol (HDL-c), o colesterol total (CT), as lipoproteínas de muito baixa densidade ligadas ao colesterol (VLDL-c) e os triglicérides (TG), constituem um rol de lipídeos considerados indicadores de saúde ou de diversas doenças. Os níveis elevados cronicamente de LDL-c, CT, TG e VLDL-c indicam um aumento do risco para o desenvolvimento das DCV e os níveis elevados do HDL-c são considerados como um indicador de saúde cardiovascular (Carroll et al., 2009). Estas alterações quando crônicas, são denominadas de dislipidemias e tem uma relação direta com doenças coronárias cardíacas (Mann, 2014).

Os baixos níveis de atividade física estão diretamente relacionados com diminuição das HDL-c e um aumento nos níveis de CT e TG que contribuem, pelo menos parcialmente, a um aumento do risco das doenças ateroscleróticas (Leaf, 2003). Todavia, o exercício físico deve ser estimulado tanto para a prevenção quanto para o tratamento das dislipidemias, reduzindo os riscos de ataques cardíacos, derrames e doença arterial coronariana em indivíduos idosos (Kannan et al., 2014).

1.3 JUSTIFICATIVA

O aumento da participação da população idosa na pirâmide etária decorre do crescimento absoluto da população adulta no Brasil nos últimos dez anos. Neste sentido, mudanças na estrutura populacional demandam ações de várias áreas da sociedade. Segundo o Censo de 2010, o Brasil caminha para a inversão da pirâmide populacional com o envelhecimento da população, o que é mais um motivo preocupante para o país pensar nas necessidades dos idosos (IBGE, 2013). Embora o envelhecimento seja um processo inerente à vida de todo ser humano durante o qual ocorre declínio progressivo de todos os processos fisiológicos, se constitui como um fenômeno de preocupação importante, pois de maneira progressiva, leva a uma diminuição da capacidade funcional e, conseqüentemente uma qualidade de vida prejudicada. Uma das ocorrências naturais do processo de envelhecimento é uma diminuição da aptidão física, que geralmente vem acompanhada da sarcopenia, uma perda degenerativa de massa, força e função muscular (Cruz-Jentoft et al., 2010). Essa situação se tornou uma questão de saúde pública bastante relevante face ao aumento da expectativa de vida da população.

Os efeitos do envelhecimento populacional estão ligados a uma conseqüente demanda nos serviços de saúde e de assistência social, em especial, por estarem diretamente relacionados com a incidência ou agravamento de doenças crônicas (Lima-Costa et al., 2003). Estas doenças levam a um dramático aumento nos custos assistenciais de saúde, além de uma importante repercussão social, com grande impacto na economia do país.

O propósito do presente estudo foi contribuir para elucidar os efeitos de diferentes programas de treinamento físico no envelhecimento. Além disso, os resultados permitem uma análise dos modelos propostos mais adequados e com rigor científico. As respostas obtidas poderão servir como orientação para profissionais que trabalham com prescrição e orientação do exercício físico às pessoas idosas, a partir de um maior conhecimento quanto aos mecanismos de ação e eficácia destas ações preventivas ou terapêuticas na fisiologia do envelhecimento, além de servir como possível instrumento de intervenção na prevenção de agravos sobre a saúde em programas públicos de atenção à saúde do idoso.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Analisar a contribuição de diferentes programas de exercício físico sobre a aptidão física, perfil lipídico, parâmetros de estresse oxidativo, inflamação, marcadores de sarcopenia e fatores neurotróficos em idosos submetidos a diferentes protocolos de treinamento físico.

1.4.2 Objetivos específicos referentes ao Capítulo III

- Avaliar as alterações nos níveis de aptidão física (composição corporal, aptidão cardiorrespiratória e neuromuscular) em idosos submetidos a diferentes programas de treinamento físico;
- Avaliar as alterações no perfil lipídico em idosos submetidos a diferentes programas de treinamento físico.

1.4.3 Objetivos específicos referentes ao Capítulo IV

- Avaliar as alterações sobre os parâmetros de estresse oxidativo no soro de homens idosos submetidos a diferentes programas de treinamento físico;
- Avaliar as alterações nos mediadores inflamatórios no soro de homens idosos submetidos a diferentes programas de treinamento físico;
- Avaliar as alterações nos marcadores sistêmicos de sarcopenia e fatores neurotróficos no soro de homens idosos submetidos a diferentes programas de treinamento físico.

CAPÍTULO II
MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Amostra

A amostra do estudo foi composta por 55 voluntários do sexo masculino com idades entre 60 e 80 anos. Os sujeitos atenderam aos seguintes critérios: a não utilização de drogas/medicamentos capazes de induzir a miopatia (exemplo: sinvastatina, glicocorticoides); limitações físicas, ou quadro clínico de doença que comprometessem a execução dos exercícios físicos, e no mínimo seis meses sem práticas regulares de exercício orientado. Durante o estudo, todos os sujeitos selecionados foram instruídos a não realizar nenhum tipo de treinamento físico, a não ser aquele determinado pelo protocolo de pesquisa. As variáveis referentes às características basais dos indivíduos idosos, submetidos a diferentes protocolos de treinamento físico, estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Variáveis de características basais de indivíduos idosos submetidos a diferentes protocolos de treinamento físico.

| Variáveis | Controle | | TREINAMENTO | | | | | |
|---------------------------|--------------|-------------|----------------|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| | | | Aeróbio (solo) | | Combinado (solo) | | Combinado (Água) | |
| | Média±dp | Min/Máx | Média±dp | Min/Máx | Média±dp | Min/Máx | Média±dp | Min/Máx |
| IDADE (anos) | 67,5 ±6,52 | 60/78 | 67,17 ±4,41 | 60/75 | 67,42 ±6,73 | 60/78 | 68,06 ±6,35 | 60/79 |
| ESTATURA (cm) | 173,03 ±5,8 | 164,5/183 | 172,76 ±5,21 | 164/181 | 171,46 ±5,52 | 157/178 | 173,59 ±6,27 | 158,5/182 |
| MC (kg) | 74,18 ± 4,33 | 65,71/82,66 | 86,27 ±3,33 | 79,63/92,80 | 72,57 ±2,56 | 67,56/77,59 | 83,23 ±2,95 | 77,45/89,02 |
| % GORDURA | 21,41 ±2,62 | 16,29/26,55 | 23,78 ±1,51 | 20,82/26,75 | 20,56 ±2,00 | 16,63/24,48 | 24,86 ±1,18 | 22,55/27,17 |
| MM (kg) | 57,01 ±1,88 | 53,32/60,69 | 65,35 ±2,00 | 61,43/69,27 | 56,91 ±1,73 | 53,51/60,31 | 61,90 ±1,55 | 58,87/64,94 |
| IMC (Kg.m ⁻²) | 25,18 ±1,72 | 21,80/28,57 | 28,93 ±1,04 | 26,90/30,97 | 24,48 ±0,75 | 23,02/25,95 | 27,75 ±0,91 | 25,96/29,53 |
| FC _{REP INICIAL} | 69,09 ±4,81 | 60/75 | 67,75 ±6,05 | 60/78 | 68,33 ±5,14 | 60/75 | 67,76 ±4,32 | 61/75 |
| FC _{REPPINIAL} | 69,64 ±4,18 | 61/76 | 64,75 ±6,22 | 55/75 | 65,08 ±4,62 | 59/72 | 63,59 ±3,67 | 58/70 |

Médias, desvio padrão da média, valores mínimos e máximos das variáveis referente à amostra: idade; estatura; composição corporal: massa corporal (MC), percentual de gordura (%G), massa magra (MM), índice de massa corporal (IMC); frequência cardíaca de repouso inicial (FC_{REP INICIAL}) e frequência cardíaca de repouso final (FC_{REPPINIAL}); dos grupos: Controle; TAS (treinamento aeróbio em solo); TCS (treinamento combinado em solo em solo); TCA (treinamento combinado em água).

Os participantes foram divididos conforme interesse individual e avaliação clínica pelo tipo de exercício, para compor os seguintes grupos: Grupo 1: controle (não treinado, n=14); Grupo 2: treinamento aeróbio em solo (TAS, n=12); Grupo 3: treinamento combinado em solo (TCS, n=12); Grupo 4: treinamento combinado em água (TCA, n=17) conforme esquema abaixo (Figura 4).

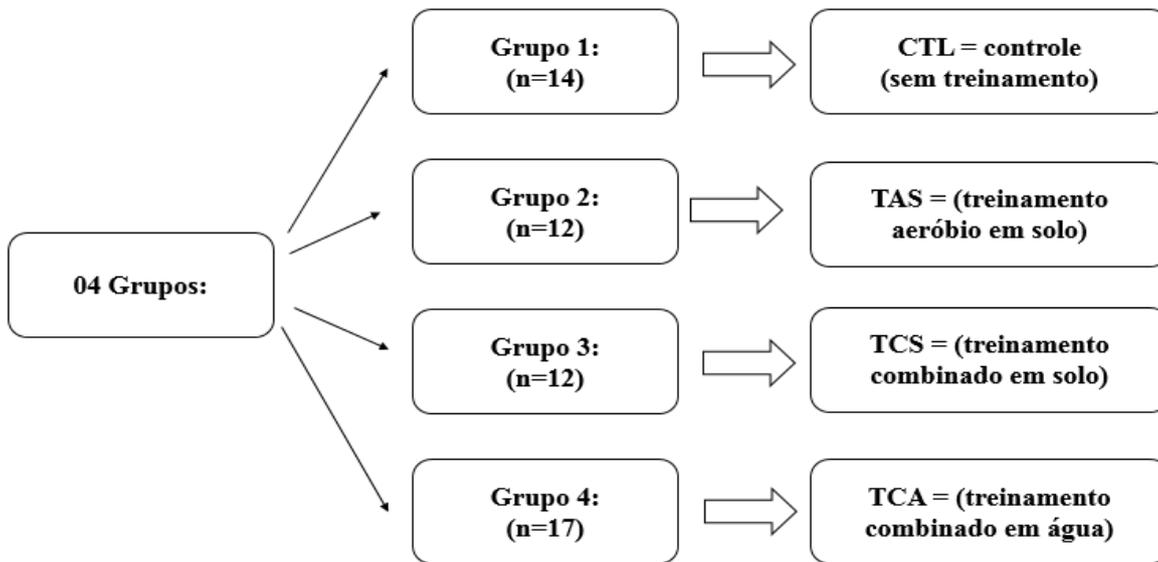


Figura 4. Esquema gráfico da divisão da amostra.

2.2 Procedimentos Éticos

Todos os participantes foram informados a respeito dos objetivos do estudo e sobre os possíveis riscos e desconfortos envolvidos com a sua participação nos experimentos, assinando o termo de consentimento informado (Anexo A). Os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética, da Universidade do Extremo Sul catarinense (UNESC) mediante o protocolo nº 119477/72012 (Anexo B).

2.3 Protocolos de Treinamento

Antes de iniciar os programas de treinamento, os sujeitos realizaram uma adaptação aos testes e treinamento durante uma semana. No início e após um período de 48 horas da última sessão, os indivíduos foram submetidos a uma rotina de avaliação da composição corporal, aptidão física e coleta de sangue para determinação dos marcadores bioquímicos e de perfil lipídico. A avaliação dos sujeitos e desenvolvimento dos protocolos de treinamento foram realizados no Centro de Atividade Física By Fitness em Barão de Cotegipe/RS, os ensaios bioquímicos realizados no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica do Exercício, Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Unesc.

Os protocolos de treinamento foram realizados por um período total de oito semanas, com três sessões semanais e duração de sessenta minutos, divididos em três partes: Aquecimento (5 minutos) a partir de um alongamento prévio, aquecimento geral, e aquecimento da musculatura que foi trabalhada na parte principal; principal (50 minutos) que foi composta de séries do protocolo do treinamento aeróbico e/ou de força (ver tabelas 2, 3 e 4 como seguem abaixo as descrições dos treinamentos); final (5 minutos) com exercícios de mobilidade articular, alongamento geral, específicos para grupamentos musculares que foram envolvidos no treino para garantir aderência ao programa. O grupo controle fez somente as avaliações pré e pós-intervenção e coletas de sangue, sem participar de qualquer tipo de treinamento.

A periodização do Treinamento Aeróbico em Solo (TAS) foi realizada em progressão linear de volume, intensidade e recuperação, dispostos em três mesociclos: o primeiro composto de 2 microciclos com seis sessões, com cinco séries de 5 minutos de exercício aeróbico em intensidade de 70% da $F_{c_{máx}}$, controlada através de monitor Polar, com um tempo de recuperação ativa entre as séries de 1 minuto e com intensidade entre 50 e 60% da $F_{c_{máx}}$. O trabalho aeróbico principal totalizou 25 minutos; o segundo mesociclo foi composto de três microciclos com nove sessões, de quatro séries de 8 minutos de exercício aeróbico em intensidade de 75% da $F_{c_{máx}}$, controlada através de monitor Polar, com um tempo de recuperação ativo entre as séries de 1 minuto e 30 segundos e com intensidade entre 50 e 60% da $F_{c_{máx}}$. O trabalho aeróbico principal totalizou 32 minutos; o terceiro mesociclo foi composto de 3 microciclos com nove sessões, de três séries de

15 minutos de exercício aeróbio em intensidade de 80% da $F_{c_{máx}}$, controlada através de monitor Polar com um tempo de recuperação ativo entre as séries de 2 minutos e com intensidade entre 50 e 60% da $F_{c_{máx}}$. O trabalho aeróbio principal totalizou 45 minutos (Tabela 2).

Tabela 2. Periodização Linear de um programa de Treinamento Aeróbio em Solo (TAS).

| Mesociclos | Microciclos (Semanas) | Nº Sessões p/ Mesociclo | Nº Séries de Exercícios p/ Sessão | Tempo total Exercício Aeróbio p/ Série | Intensidade 70 a 80% $F_{c_{máx}}$ | Tempo de Recuperação ativa entre as Séries | Tempo Total de Aeróbio Recuperativo Inten/ 50% à 60% $F_{c_{máx}}$ | Tempo Total de Exercícios Aeróbios/ Inten/ 70% à 80% $F_{c_{máx}}$ |
|------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1 | 1 à 2 | 6 | 5 | 5 min | 70% | 1 min | 3 min | 25 min |
| 2 | 3 à 5 | 9 | 4 | 8 min | 75% | 1 min e 30 seg | 4 min e 30 seg | 32 min |
| 3 | 6 à 8 | 9 | 3 | 15 min | 80% | 2 min | 6 min | 45 min |

O programa foi composto por 3 mesociclos com 8 microciclos e em cada mesociclo foram executadas 24 sessões de treino.

A periodização dos treinamentos combinado em solo (TCS) e combinado em água (TCA) foram direcionadas para os seguintes grupamentos musculares: Extensores do Joelho; extensores horizontais do ombro e flexores horizontais do ombro. As sessões de exercício do TCS foram organizadas em forma de circuito sequenciadas por seguimento, sendo cinco tipos de exercícios envolvendo grandes grupos musculares (peck deck, abdominal básico, leg press, peck deck invertido, extensora) e quatro exercícios envolvendo pequenos grupos musculares (bíceps, panturrilha, tríceps, abdutor/adutor).

A periodização do TCS foi realizada em progressão linear de volume, intensidade e recuperação, dispostos em três mesociclos, o primeiro composto de dois microciclos com seis sessões, com três séries de doze repetições para cada exercício com intensidade de 60% de 1 RM, 2 minutos de recuperação ativa entre as séries, com intensidade de 50 a 60% da $F_{c_{máx}}$. A parte aeróbia principal foi realizada no final da sessão, quinze minutos com intensidade de 70% da $F_{c_{máx}}$, controlada através de monitor Polar; o segundo mesociclo foi composto de três microciclos com nove sessões, com três séries de dez repetições para cada exercício com intensidade de 70 % de 1RM, tempo de recuperação ativa de 2 minutos e 30 segundos entre as séries, com intensidade de 50 a 60% da $F_{c_{máx}}$, a parte aeróbia principal foi realizada no final da sessão 20 minutos, com intensidade de 75% da $F_{c_{máx}}$, controlada através de monitor Polar; o terceiro mesociclo composto de dois microciclos com nove sessões, com três séries de oito repetições para cada exercício com intensidade de 80 % de 1RM e tempo de recuperação ativa de 3 minutos entre as séries, com intensidade de 50 a 60% da $F_{c_{máx}}$, a parte aeróbia principal foi realizada no final da sessão 25 minutos com intensidade de 80% da $F_{c_{máx}}$, controlada através de monitor Polar (Tabela 3).

Tabela 3. Periodização Linear de um programa de Treinamento Combinado em Solo (TCS).

| Mesociclos | Microciclos (Semanas) | Nº Sessões p/ Mesociclo | Nº Séries de Exercícios p/ Sessão | Nº Repetições de Exercícios p/ Sessão | Intensidade da RML -% de 1 RM | Tempo de Recuperação ativa entre as Séries | Tempo Total de Aeróbio Recuperativo Inten/ 50% à 60% $F_{c_{máx}}$ | Tempo Total de Exercícios Aeróbios/ Inten/ 70% à 80% $F_{c_{máx}}$ |
|------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1 | 1 à 2 | 6 | 3 | 12x | 60% | 2 min | 6 min | 15 min |
| 2 | 3 à 5 | 9 | 3 | 10x | 70% | 2 min e 30 seg | 7 min e 30 seg | 20 min |
| 3 | 6 à 8 | 9 | 3 | 8x | 80% | 3 min | 9 min | 25 min |

O programa foi composto por 3 mesociclos com 8 microciclos e em cada mesociclo foram executadas 24 sessões de treino.

A periodização do Treinamento combinado em água (TCA) foi realizada em progressão linear de volume, intensidade e recuperação, dispostos em 03 mesociclos, o primeiro composto de dois microciclos com seis sessões, com duas séries de 30 segundos de execução para cada exercício, com intensidade de

velocidade máxima e tempo de recuperação ativa de 1 minuto entre as séries, com intensidade de 50 a 60% da $FC_{máx}$, a parte aeróbia principal foi realizada no final da sessão 20 minutos com intensidade de 70% da $FC_{máx}$ controlada através de monitor Polar; o segundo mesociclo foi composto de três microciclos com nove sessões, com três séries de 20 segundos de execução para cada exercício, com intensidade de velocidade máxima e tempo de recuperação ativa de 1 minuto e 20 segundos entre as séries, com intensidade de 50 a 60% da $FC_{máx}$, a parte aeróbia principal foi realizada no final da sessão 16 minutos com intensidade de 75% da $FC_{máx}$, controlada através de monitor Polar; o terceiro mesociclo composto de dois microciclos com nove sessões, com quatro séries de 15 segundos de execução para cada exercício, com intensidade de velocidade máxima e tempo de recuperação ativa de 6 minutos entre as séries, com intensidade de 50 a 60% da $FC_{máx}$, a parte aeróbia principal foi realizada no final da sessão, 12 minutos com intensidade de 80% da $FC_{máx}$, controlada através de monitor Polar (Tabela 4).

Tabela 4. Periodização Linear de um programa de Treinamento Combinado em Água (TCA).

| Mesociclos | Microciclos (Semanas) | Nº Sessões p/ Mesociclo | Nº Séries p/ Séries | Tempo de Execução dos Exercícios de Força | Tempo de Recuperação entre as Séries | Intensidade dada pela velocidade de execução | Tempo Total de Aeróbio Recuperativo Inten/ 50% à 60% $F_{cmáx}$ | Tempo Total de Exercícios Aeróbios/ Inten/ 70% à 80% $F_{cmáx}$ |
|------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1 | 1 à 2 | 6 | 2 | 30seg | 1 min | máxima | 2 min | 20 min |
| 2 | 3 à 5 | 9 | 3 | 20seg | 1 min e 20 seg | máxima | 4 min | 16 min |
| 3 | 6 à 8 | 9 | 4 | 15seg | 1 min e 30 seg | máxima | 6 min | 12 min |

O programa foi composto por 3 mesociclos com 8 microciclos e em cada mesociclo foram executadas 24 sessões de treino.

2.4 Avaliação da Composição Corporal

Para a mensuração dos parâmetros da composição corporal foi utilizado um estadiômetro de parede da marca WCS para medir a estatura, que é constituído de uma escala métrica com resolução de 0,1 mm, na qual desliza um cursor que mede a estatura do indivíduo na posição ortostática. Para a massa corporal foi utilizado uma balança mecânica ARJA com capacidade para 150 kg, com precisão de 0,1 kg. As mensurações de dobras cutâneas de tricótipal, supra ílfaca e abdominal foram determinadas com um adipômetro da marca CESCORF, modelo Mitutoyo, com precisão de 1 mm, seguindo a preconização do software, do Sistema de Avaliação e Prescrição da Atividade Física (SAPAF). As circunferências do abdômen e quadril foram realizadas com uma fita métrica metálica flexível da marca SANNY (2 metros), com precisão de 1 mm.

2.5 Aptidão cardiorrespiratória

A aptidão cardiorrespiratória foi avaliada através do Teste de Milha Rockport (Kline et al., 1987), que tem como objetivo avaliar a resistência aeróbia em um percurso de 1609m. O teste consiste em uma caminhada o mais rápido possível num ritmo constante; a frequência cardíaca foi mensurada imediatamente ao final da caminhada. Para determinar o $VO_{2máx}$ de maneira indireta foi utilizado o tempo de caminhada (minutos), gênero (Mulheres = 0; Homens = 1), idade (anos), peso corporal (kg) e a frequência cardíaca (bpm) obtida imediatamente ao final do teste.

2.6 Aptidão neuromuscular

2.6.1 Força máxima

Teste de 1 Repetição Máxima (1RM): para mensuração da força dinâmica, os grupos foram submetidos a um teste de força máxima, que caracteriza-se pela maior carga suportada em uma repetição completa do movimento. Seguindo os passos básicos recomendados para teste de 1RM (Kraemer e Fry,

1995), o teste de 1RM foi direcionado para os seguintes grupamentos musculares: extensores do joelho, extensores horizontais do ombro e flexores horizontais do ombro, conforme protocolo (Anexo C).

2.6.2 Aptidão funcional de idosos

A aptidão funcional dos idosos foi determinada pela bateria de testes Sênior Fitness Test proposta por Rikli e Jones (2001). Para avaliar a força de resistência dos membros inferiores foi realizado o teste de levantar e sentar na cadeira durante 30 segundos; para avaliar a força de resistência de membros superiores foi realizado a flexão de antebraço durante 30 segundos; para avaliar a flexibilidade da cadeia posterior foi realizado o teste de sentar e alcançar; para avaliar a flexibilidade de membros superiores foi utilizado o teste de alcançar atrás das costas; o teste de levantar e caminhar 2,44m e voltar a sentar foi utilizado para avaliar a velocidade de deslocamento (Anexo D).

2.7 Coleta de sangue

Setenta e duas horas antes (basal) e 48 horas após a última sessão de treinamento as amostras de sangue (20 mL) foram retiradas da veia antecubital. O sangue foi coletado em vacutainers sem aditivos e centrifugados em 1500 rpm durante 10 min a 4°C. O soro foi alíquotado em tubos tipo ependorfs e armazenados a -70°C até os ensaios bioquímicos serem realizados.

2.7.1 Perfil lipídico

A determinação da concentração plasmática de triglicerídeos (TG), colesterol total (CT), lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c), lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-c) e lipoproteínas de alta densidade (HDL-c) foram realizadas a partir de kits específicos da Roche e analisados através do Reflotron Plus (Hoffmann-La Roche, Suíça) e suas relações através dos cálculos de CT/HDL-c e LDL-c/HDL-c.

2.7.2 Análise de danos oxidativos

As concentrações de malondialdeído (MDA) nas amostras de soro foram determinados por cromatografia líquida de alta performance (HPLC) (Agilent Technologies 1200 Series; Santa Clara, CA, EUA) de acordo com Grotto et al. (2007), utilizando uma derivação de ácido tiobarbitúrico (TBA). Uma curva padrão foi preparada utilizando sal de tetrabutylamônio de malondialdeído em concentrações que variam de 0,5 a 5,0 µmol/L. Os resultados foram expressos em µmol/L de MDA/miligrama de proteína. A carbonilação de proteína foi determinada de acordo com um método descrito por Levine et al. (1990). O conteúdo de proteína carbonil foi avaliado por derivados de proteína-hidrazona numa reação com 2,4 dinitrofenilhidrazina (DNPH). Os grupos carbonilas formados na reação foram determinados pela diferença no espectro do DNPH incorporada às proteínas contra o branco. A incorporação foi medida com a absorvância de 370nm, utilizando um espectrofotômetro, e o conteúdo foi expresso nmol/miligrama de proteína. O conteúdo total de tióis foi determinado utilizando o método 5-5'-ditiois (ácido 2-nitrobenzóico) (DTNB) (Sigma, St. Louis, MO). A reação foi iniciada pela adição de 30 µL de DTNB 10mM em solução salina tamponada com fosfato. Após 30 min de incubação à temperatura ambiente, as quantidades de tióis totais não oxidados foram mensurados a 412nm e expressos em nmol de DTNB/miligrama de proteína, de acordo com Aksenov e Markesbery (2001).

2.7.3 Medida do sistema antioxidante

A atividade da catalase foi determinada com base na taxa de decomposição do peróxido de hidrogênio (H₂O₂), gerado pela enzima presente na amostra, utilizando uma solução 10 mM de H₂O₂ em tampão de fosfato de potássio, pH de 7,0 (Aebi, 1984). A taxa máxima de decomposição de H₂O₂ foi medida num espectrofotômetro a 240 nm, e os valores foram expressos como unidades de catalase por miligrama de proteína. A atividade da glutatona-peroxidase (GPx) foi determinada de acordo Flohe e Günzler (1984). Uma alíquota da amostra de soro e 10 mL de terebutil-hidroperóxido (tBuOOH) foram adicionados a um meio de reação contendo glutatona reduzida (GSH) e glutatona redutase (GR), seguido pela adição de NADPH. O tBuOOH é catalisado pela oxidação de GSH pela GPx na presença de NADPH, medido espectrofotometricamente a 340 nm. Os valores foram expressos em mM de NADPH por minuto, por miligrama de proteína. A atividade da tiorredoxina redutase (TrxR) foi medida numa redução colorimétrica

de 5,5'-ditiois-2-ácido nitrobenzóico (DTNB) dependente de NADPH, como previamente descrito por Holmgren e Björnstedt (1995). As amostras foram homogeneizadas em tampão de fosfato de potássio e a atividade da enzima foi determinada, espectrofotometricamente a 412 nm durante 1 min. A atividade de TrxR foi expressa em unidades de TRxR/ml/miligrama de proteína. Os níveis de glutatona (GSH) total foram determinadas como descrito por Hissin e Hilf (1976), com modificações. A GSH foi medida no soro após a precipitação da proteína com ácido tricloroacético a 10%. Uma alíquota da amostra foi adicionada a um tampão de fosfato com 500 μ M de DTNB. A reação da amostra entre o DTNB e os tióis foi lida no leitor de placas a 412 nm. Uma curva padrão de glutatona reduzida foi utilizada para calcular os níveis de GSH nas amostras e os resultados foram expressos em nmol de GSH/miligrama de proteína.

2.7.4 Fatores neurotróficos, de crescimento e parâmetros inflamatórios

O fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), fator de crescimento ligado a insulina-1 (IGF-1), interleucina1 β (IL-1 β), interleucina 6 (IL-6), interleucina 8 (IL- 8) e interleucina 10 (IL-10) foram determinados no soro por meio de kits ELISA, de acordo com recomendações do fabricante (R &D Systems, Minneapolis, MN, EUA).

2.7.5 Determinação de proteínas

Os níveis de proteína foram medidos em todas as amostras, utilizando o método de Bradford (Bradford, 1976), o qual é baseado numa mudança de observância (595 nm) para o corante Azul Brillante de metila G-250. A forma vermelha do corante é convertida na sua forma azul, que se liga à proteína da amostra. Padrões proteicos foram obtidos por diluição de uma solução de soro de albumina bovina (BSA). A regressão linear foi utilizada, para determinar a concentração de proteína em miligrama de cada amostra.

2.8 Análise estatística

Na primeira parte dos dados que compreende a aptidão física e os níveis lipídicos, os mesmos dados foram expressos com média \pm erro padrão da média, e foram utilizadas as Equações de Estimativas Generalizadas (GEE), as quais possibilitam a análise de desfechos contínuos, mesmo quando a variável não apresenta distribuição normal ou esfericidade (Ma et al., 2012), com *post hoc* de Bonferroni e o índice de significância adotado foi de $p < 0,05$. Na segunda parte que compreende o estresse oxidativo, fatores neurotróficos e de crescimento, parâmetros inflamatórios, os dados foram expressos com a média \pm desviopadrão da média e representados graficamente como número de vezes em que os valores aumentaram ou diminuíram comparado ao controle e aos níveis basais. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para confirmar a distribuição normal dos valores de todas as variáveis analisadas. O teste t de Student foi utilizado para comparar linha de base versus as medidas de pós-treinamento e de análise de variância de uma via (ANOVA), seguido por um teste *post hoc* de Bonferroni, utilizado para detectar a diferença estatística entre os grupos treinados versus o grupo controle. As diferenças foram consideradas significativas para $p < 0,05$. SPSS (versão 21.0; Chicago, IL, EUA) foi utilizado para todas as análises estatísticas.

CAPÍTULO III

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A melhora da capacidade muscular e aeróbia induzida por programas de exercícios para idosos ocorre independentemente do tipo ou modelo de treinamento físico.

3.1 RESULTADOS

Efeito de diferentes protocolos de treinamento físico no perfil lipídico: As constatações que compõem as variáveis do perfil lipídico (Tabela 5) sugerem que diferentes modelos de treinamento físico promoveram uma melhora significativa nos níveis de lipídios. CT, LDL-c, e as razões de CT / HDL-c e de LDL-c / HDL-c, foram significativamente diminuídas em diferentes modelos de treinamento quando comparados ao grupo controle. Melhoras similares foram observadas na fração de HDL-c, com um aumento significativo em todos os modelos de treinamento e uma redução significativa no grupo controle. Por outro lado, uma diminuição significativa foi observada nos níveis de TG e VLDL-c nos grupos TAS e TCA em relação ao grupo não treinado.

Tabela 5. Variáveis do perfil lipídico de indivíduos idosos submetidos a diferentes protocolos de treinamento físico.

| Variáveis | Controle | | TREINAMENTO | | | | | |
|-----------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| | | | Aeróbico (solo) | | Combinado (solo) | | Combinado (Água) | |
| | Basal | Pós-treino | Basal | Pós-treino | Basal | Pós-treino | Basal | Pós-treino |
| CT | 198,21 ±10,54 | 214,21 ±11,26* | 223,34 ±10,41 | 203 ±10,42* | 219,71 ±16,96 | 179,67 ±11,99* | 224,06 ±11,47 | 191,06 ±11,58* |
| HDL-c | 46,85 ±5,51 | 40,71 ±4,48* | 41,33 ±4,04 | 54,25 ±4,75* | 42,92 ±4,76 | 56,67 ±5,09* | 32,94 ±1,69 | 45,76 ±1,48* |
| LDL-c | 123,71 ±12,26 | 137,86 ±12,51* | 145,67 ±10,43 | 119,83 ±11,02* | 147,17 ±18,3 | 97,17 ±13,61* | 142,65 ±11,45 | 98,53 ±12,84* |
| VLDL-c | 26,93 ±3,21 | 38,8 ±3,43* | 36,33 ±4,75 | 29,92 ±3,39* | 29,5 ±3,35 | 26,17 ±2,72# | 61,12 ±8,78 | 36 ±3,94* |
| Rel CT/HDL-c | 4,76 ±0,49 | 10,15 ±2,4* | 6,05 ±0,62 | 3,87 ±0,35* | 5,97 ±0,78 | 3,5 ±0,39*# | 7,01 ±0,55 | 3,99 ±0,32* |
| Rel LDL-c/HDL-c | 3,09 ±0,45 | 4,04 ±0,6* | 4,04 ±0,53 | 2,25 ±0,31* | 4,15 ±0,69 | 1,97 ±0,36*# | 4,59 ±0,48 | 2,17 ±0,32*# |
| TG | 138,36 ±15,68 | 216,15 ±32,92* | 181,5 ±23,76 | 144,5 ±16,83* | 148,17 ±16,81 | 128,58 ±13,22 | 242,76 ±28,77 | 170,06 ±12,97* |

Médias e erro-padrão da média das variáveis de perfil lipídico: colesterol total CT, lipoproteínas de alta densidade ligadas ao colesterol HDL-c, lipoproteínas de baixa densidade ligadas ao colesterol LDL-c, lipoproteínas de muito baixa densidade ligadas ao colesterol VLDL-c, relação CT/HDL-c, relação LDL-c/HDL-c e triglicerídeos TG, antes (basal) e após os dois meses de treinamento físico, três vezes por semana, 60 minutos por sessão. Foi utilizado a análise das Equações das Estimativas Generalizadas (GEE), com *post hoc* de Bonferroni para detectar as diferenças estatísticas intragrupos *basal versus pós-treino e entre os grupos# treinados versus controle no pós-treinamento considerando o índice de significância de $p > 0,05$.

Efeito de diferentes protocolos de treinamento físico sobre a aptidão funcional de homens idosos: Os efeitos dos diferentes protocolos de treinamento (TAS, TCS e TCA) promoveram melhoras significativas, em todas as variáveis que compõem a aptidão física dos homens idosos. A força máxima foi avaliada por um teste de 1RM e os resultados estão apresentados na Figura 5 (5A, MMSS; 5B, MMII), os resultados de resistência muscular localizada (5C, MMSS; 5D, MMII) abaixo mostram que os três modelos de treinamento promoveram uma melhora significativa nesses indicadores de aptidão funcional dos idosos, em comparação com o valor basal e com o grupo controle.

Figura 5A

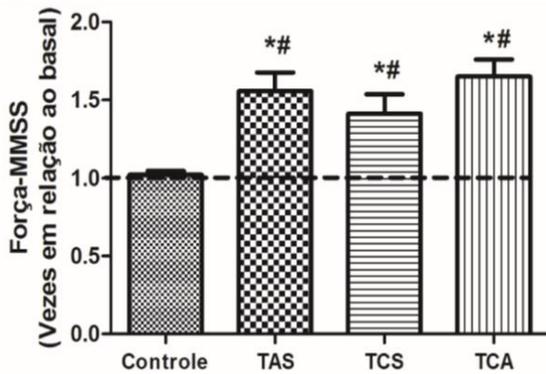


Figura 5B

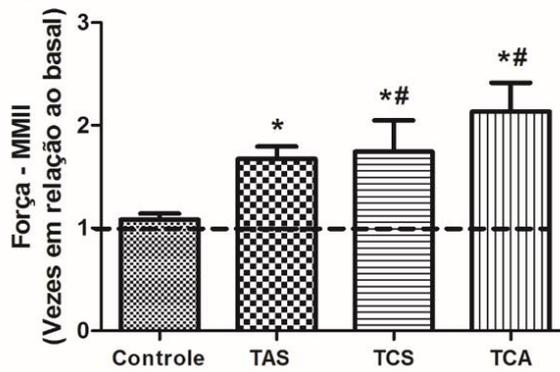


Figura 5C

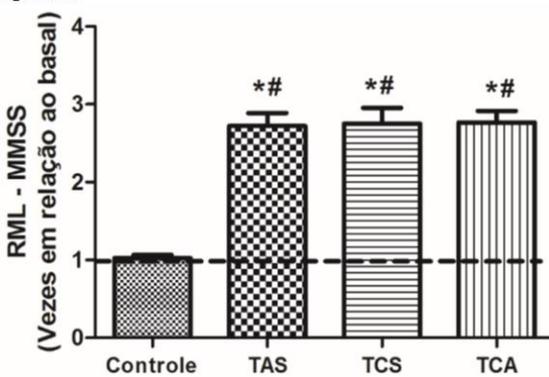


Figura 5D

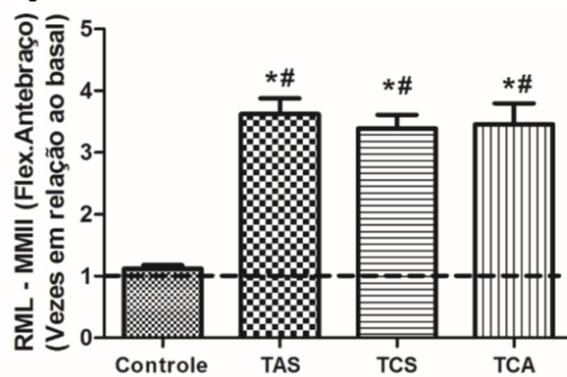


Figura 5. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento sobre a força muscular máxima (Fig. 5A, MMSS- 1RM peck deck; Fig. 5B, MMII-1RM extensora) e resistência muscular localizada (Fig. 5C, MMSS-levantar e sentar, Fig. 5D, MMII-flexão de antebraço,) de homens idosos, após dois meses de intervenção com treinamento aeróbico em solo (TAS), treinamento combinado em solo (TCS) ou treinamento combinado em água (TCA), três vezes por semana, 60 minutos por sessão. A linha pontilhada representa os valores basais de cada grupo, as barras representam o número de vezes que os valores aumentaram ou diminuíram comparados ao controle e aos níveis basais. Foi utilizado a análise das Equações das Estimativas Generalizadas (GEE), com *post hoc* de Bonferroni para detectar a diferença estatística intragrupos, *basal versus pós-treino e entre grupos, #grupos treinados versus controle no pós-treino considerando o índice de significância de $p > 0,05$.

A Figura 6 mostra os efeitos do treinamento sobre a flexibilidade (Fig 6A, MMSS; Fig 6B, MMII) dos idosos. Os sujeitos que realizaram o TCS apresentaram menor flexibilidade dos membros superiores após o período de treinamento, em comparação com o valor basal, enquanto que a flexibilidade dos membros inferiores aumentou significativamente nos três protocolos de treinamento, em comparação ao níveis basais e ao grupo controle.

Figura 6A

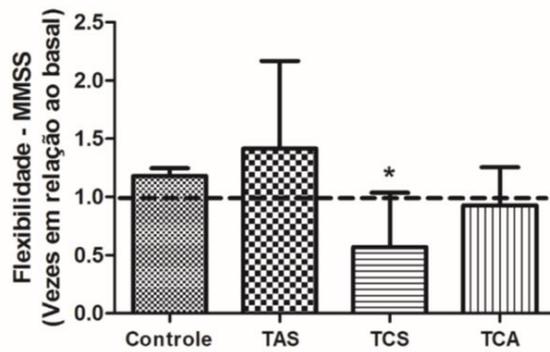


Figura 6B

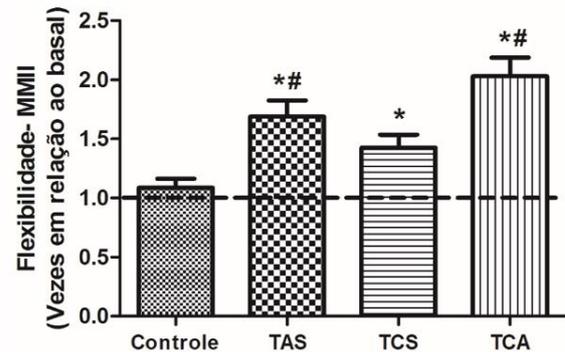


Figura 6. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento sobre a flexibilidade (Fig.6A, MMSS e Fig.6B, MMII) de homens idosos, após dois meses de intervenção com treinamento aeróbio em solo (TAS), treinamento combinado em solo (TCS) ou treinamento combinado em água (TCA), três vezes por semana, 60 minutos por sessão. A linha pontilhada representa os valores basais de cada grupo, as barras representam o número de vezes que os valores aumentaram ou diminuíram comparados ao controle e aos níveis basais. Foi utilizado a análise das Equações das Estimativas Generalizadas (GEE), com *post hoc* de Bonferroni para detectar a diferença estatística intragrupos, *basal versus pós-treino e entre grupos, #grupos treinados versus controle no pós-treinamento considerando o índice de significância de $p>0,05$.

Os resultados da velocidade de caminhada estão apresentados na Figura 7. Os protocolos de treinamento diminuíram significativamente o tempo requerido pelos idosos para percorrer andando a distância sugerida quando comparados seus valores iniciais aos indivíduos não treinados (Fig. 7A). Os resultados observados na Figura 7B mostram uma melhora significativa na aptidão aeróbia em indivíduos idosos que executaram os três modelos de treinamento quando comparados aos seus valores de base e com o grupo controle.

Figura 7A

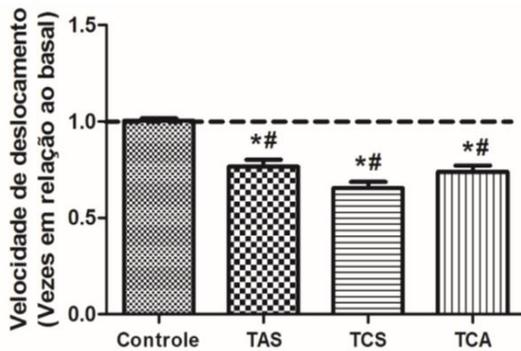


Figura 7B

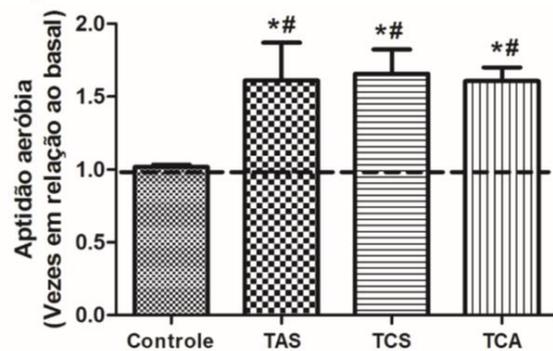


Figura 7. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento sobre a velocidade de deslocamento e aptidão aeróbia (Fig.7A e Fig.7B respectivamente) de homens idosos, após dois meses de intervenção com treinamento aeróbio em solo (TAS), treinamento combinado em solo (TCS) ou treinamento combinado em água (TCA), três vezes por semana, 60 minutos por sessão. A linha pontilhada representa os valores basais de cada grupo, as barras representam o número de vezes que os valores aumentaram ou diminuíram comparados ao controle e aos níveis basais. Foi utilizado a análise das Equações das Estimativas Generalizadas (GEE), com *post hoc* de Bonferroni para detectar a diferença estatística intragrupos, *basal versus pós-treino e entre grupos, #grupos treinados versus controle no pós-treinamento considerando o índice de significância de $p>0,05$.

3.2 DISCUSSÃO

O processo do envelhecimento induz a alterações neuromusculares, com a diminuição dos neurônios motores espinhais, que resultam numa diminuição do número e tamanho das fibras musculares, em consequência, prejuízo no desempenho mecânico muscular, comprometendo a independência do indivíduo (Whitman et al., 2005). Adicionalmente, estudos longitudinais têm mostrado um declínio relativo à idade da aptidão aeróbica (Fleg et al., 2005; Holleberg et al., 2006; Zampieri et al., 2015). Vincent et al. (2012), ao analisar 18 estudos com intervenções de vários programas de treinamento físico, envolvendo populações idosas, concluíram que o exercício físico é uma intervenção eficaz sobre o declínio funcional, sarcopenia e fragilidade, independente do modelo. Deslandes et al. (2013), realizaram uma revisão das evidências nos últimos 20 anos quanto ao efeito do exercício. Tanto o aeróbio, como o exercício de força mostraram contribuir para a prevenção e tratamento de doenças reduzindo os efeitos deletérios do envelhecimento. Entretanto, embora estudos longitudinais relatem que a regularidade seja mais importante do que o tipo do exercício, ou que os efeitos sobre alguns parâmetros independem do modelo de treinamento, ainda consideramos importante verificar, de forma transversal, os efeitos de diferentes tipos de treinamento. Treinamentos combinados, que estimulem o desenvolvimento da força e aptidão aeróbia em uma mesma sessão, podem ser uma estratégia eficaz para a manutenção ou melhora da capacidade funcional durante o processo do envelhecimento. Nesse sentido o presente estudo avaliou os efeitos de diferentes programas de treinamento sobre os níveis de aptidão física e o perfil lipídico em homens idosos.

Os efeitos do exercício sobre os lípidos sanguíneos em pessoas envelhecidas têm sido amplamente investigados (Morris et al., 2015), isso porque, no envelhecimento, a composição lipídica no plasma sofre variações significativas, particularmente quando associadas às alterações na composição corporal e ao surgimento de doenças características da idade avançada. No presente estudo, reduções significativas foram observadas nos parâmetros de CT, LDL-c, as relações CT/HDL-c e LDL-c/HDL-c bem como aumento no HDL-c partir dos três modelos de treinamentos utilizados. Ainda, uma diminuição significativa foi observada nos níveis de TG e VLDL-c nos grupos TAS e ao TCA em relação ao grupo não treinado. Tais efeitos positivos dos diferentes modelos de treinamento podem estar associados, segundo Carrick-Ranson e colaboradores (2014), à frequência do treinamento ao longo da vida em que quatro ou mais sessões semanais de exercício promovem efeitos mais proeminentes sobre esses indicadores. Resultados similares também foram observados em um recente estudo, em modelo com roedores (Goutianos et al., 2015) e em humanos (Perez-Gomez et al., 2013). Perez-Gomez e colaboradores ao realizarem um estudo sobre os efeitos de dois modelos de treinamento (aeróbio e resistido) sobre a adiposidade e perfil lipídico de humanos encontraram mudanças significantes nesses parâmetros no grupo exposto à intervenção apenas do treinamento aeróbio, mas, o treinamento resistido promoveu correlações significativas do colesterol total (CT) com a massa corporal total, e das lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) com a circunferência de cintura. Mann e colaboradores (2014), avaliaram três modelos de treinamento: aeróbio, força e combinado, sobre o perfil lipídico, e observaram uma forte relação da dose resposta entre o perfil lipídico e o gasto energético, que transcende às especificidades do modelo de exercício. Desta forma, os benefícios decorrentes do exercício independem das especificidades ou características que envolvem a intensidade, duração e o tipo de exercício utilizado. Entretanto, a regularidade em realizar exercício parece ser o fator mais importante para reduzir os parâmetros lipídicos.

As alterações nas variáveis que compõem o perfil lipídico basal, foram confrontadas em tabelas de referência preconizadas pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC, 2013), e consideradas pela V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose como indivíduos dislipidêmicos, oferecendo, portanto, um fator de risco preponderante para o desenvolvimento da doença cardiovascular (DCV). Entretanto após o período de treinamento, todos os modelos promoveram melhoras importantes sobre esses parâmetros, passando para uma condição de normalidade, segundo as mesmas referências.

A prática de sessões regulares de exercício físico ao longo de um determinado tempo direciona para uma melhor aptidão física, o que resulta numa efetiva melhora na capacidade de realizar tarefas durante a vida. Os resultados do presente estudo mostraram que os programas de treinamento exerceram uma influência positiva, sobre os parâmetros da aptidão funcional (força, resistência muscular localizada, flexibilidade, velocidade de deslocamento/agilidade e aptidão aeróbia) nos indivíduos envelhecidos. Os valores basais observados nas variáveis de força de MMSS e MMII, flexibilidade de MMSS e MMII e velocidade de deslocamento/agilidade apresentaram uma classificação muito fraca de acordo com Rikli e Jones (2013), entretanto, após o período de intervenção, todos os modelos de treinamento melhoraram significativamente esses valores. Em particular, a força muscular, que geralmente está relacionada à perda de função muscular

e representa uma possível redução na capacidade de síntese proteica no envelhecimento, é considerada, de acordo com Deutz et al. (2014) o principal fator no desenvolvimento da sarcopenia.

Zampieri et al. (2015) ao avaliarem como o exercício ao longo da vida pode atrasar o declínio da massa muscular associada à idade, mostraram que adultos jovens apresentam uma baixa desnervação do músculo vasto lateral, enquanto que em idosos saudáveis e sedentários essa desnervação é significativamente elevada, porém, idosos desportistas apresentam desnervação reduzida. Neste sentido, exercícios que elevem a contratilidade de músculos glicolíticos, podem representar uma terapia para atenuar ou reverter a atrofia, a diminuição de força e potência muscular.

Além da aptidão muscular, a aptidão aeróbia se constitui como um importante parâmetro da aptidão física de idosos. Comparando os valores basais, como uma aptidão aeróbia classificada como fraca, evoluindo para uma aptidão aeróbia de classificação muito boa nos tempos pós intervenção, segundo tabela de referência utilizada pela American Heart Association (AHA, 2010), validada por Cooper (1982). Fortalecendo estes achados, Chapman et al. (2013) observaram resultados similares em uma intervenção com treinamento aeróbio de 12 semanas com 03 sessões semanais, na cognição e aptidão cardiovascular em indivíduos envelhecidos. Erickson et al. (2014), revisaram a associação entre atividade física, aptidão cardiorrespiratória no volume de substância cinzenta em cérebro de adultos mais velhos e sugerem que níveis mais elevados de aptidão cardiorrespiratória são rotineiramente associados com maior volume de massa cinzenta no córtex pré-frontal e hipocampo. O envelhecimento está associado com integridade neural reduzida, um fator que pode atenuar o declínio neural relacionado à idade, sugerindo que a aptidão cardiorrespiratória pode melhorar potencialmente a qualidade de vida, retardando o declínio cognitivo e prolongando a aptidão funcional dos idosos, assegurando sua independência (Hayes et al., 2015).

Tomados em conjunto, esses resultados sugerem que a melhora na capacidade funcional, muscular e na capacidade aeróbia, podem decorrer de programas de exercícios, independente do tipo ou modelo de treinamento, e provavelmente esses resultados estão diretamente associados com uma periodização adequada, aderência e a regularidade do treinamento. Entretanto, os programas combinados em solo ou em água que objetivam o desenvolvimento da variável força máxima e da aptidão aeróbia em uma mesma sessão, parecem exercer maior eficácia sobre as variáveis de força e aptidão aeróbia, em relação ao programa de treinamento aeróbio isolado.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos preventivos do treinamento físico sobre parâmetros de estresse oxidativo, mediadores neurotróficos e inflamatórios durante o processo de sarcopenia em homens idosos.

4.1 RESULTADOS

Mudanças nos níveis de BDNF e IGF-1 em idosos dependentes do tipo de exercício: os níveis de BDNF e IGF-1 foram medidos como marcadores neurotróficos e de fator de crescimento, respectivamente. Os resultados mostram aumento nos níveis de BDNF e IGF-1 após o treinamento físico em relação aos valores basais e ao grupo controle (Figura 8), no entanto, estas mudanças ocorreram de maneira dependente do tipo de exercício. Os níveis de BDNF foram elevados no grupo TAS (Fig 8A), enquanto que os níveis de IGF-1 exibidos aumentaram no grupo TCS (Fig 8B).

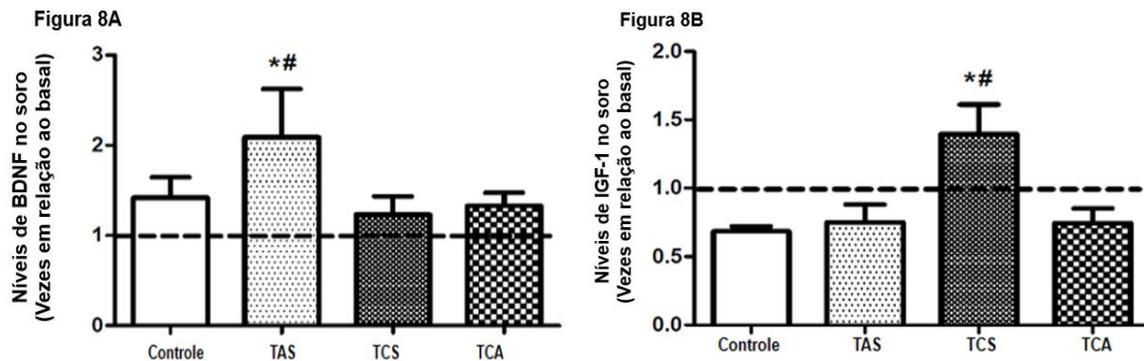


Figura 8. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento nos níveis de BDNF (Fig.8A) e IGF-1 (Fig.8B) de homens idosos, após dois meses de intervenção com treinamento aeróbico em solo (TAS), treinamento combinado em solo (TCS) ou treinamento combinado em água (TCA), três vezes por semana, 60 minutos por sessão. A linha pontilhada representa os valores basais de cada grupo, as barras representam o número de vezes que os valores aumentaram ou diminuíram comparados ao controle e aos níveis basais. Os valores são apresentados como média \pm desvio padrão e o resultado representa o número de vezes em relação ao valor intragrupos, *basal versus pós-treino e entre grupos, # grupos treinados versus controle no pós-treino, considerando um nível de significância de $p < 0,05$ de acordo com a ANOVA de uma via seguido por teste *post hoc* de Bonferroni.

Efeito de diferentes protocolos de treinamento físico sobre alterações induzidas pela idade nos níveis de antioxidantes: O sistema antioxidante foi avaliado através das atividades das enzimas catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx) e tioredoxina redutase (TrxR) juntamente com o nível de glutathione total no soro de homens idosos (Figura 9). Nenhuma diferença significativa foi encontrada na atividade enzimática da CAT (Fig 9A). Em contraste, a atividade da GPx e TrxR foram significativamente alteradas. O grupo TAS mostrou aumento da atividade da GPx comparado aos valores basais (Fig 9B) enquanto que a atividade de TrxR apresentou mudanças em relação aos valores basais bem como ao grupo controle (Fig 9C) em ambos os grupos TAS e TCA. GSH é o maior antioxidante de baixo peso molecular no soro, e os resultados mostraram mudanças nos níveis de GSH em todos grupos treinados em comparação ao grupo controle, no entanto, apenas o grupo TCA apresentou níveis mais elevados em relação ao basal (Fig 9D).

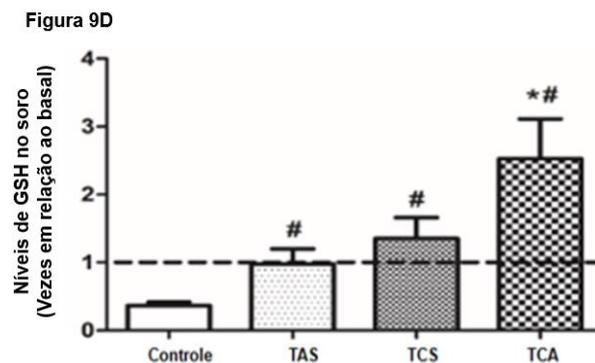
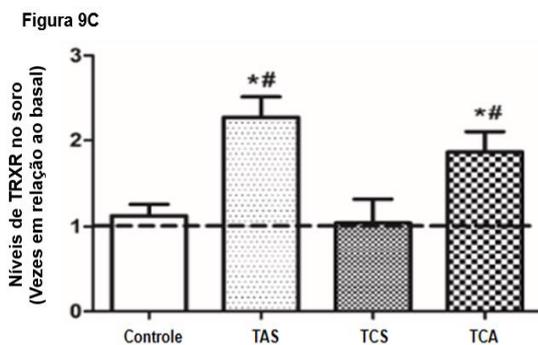
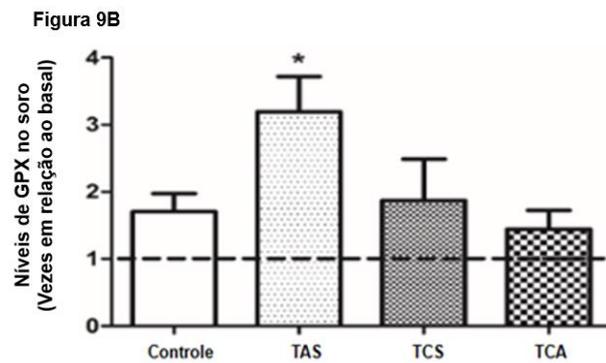
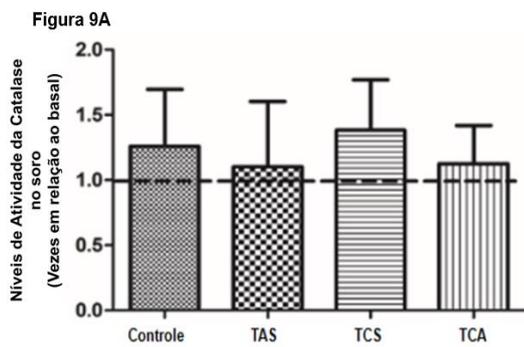


Figura 9. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento na atividade da catalase (Fig 9A), e níveis de GPx (Fig 9B); TrxR (Fig 9C) e de GSH (Fig 9D) de homens idosos, após dois meses de intervenção com treinamento aeróbico em solo (TAS), treinamento combinado em solo (TCS) ou treinamento combinado em água (TCA), três vezes por semana, 60 minutos por sessão. A linha pontilhada representa os valores basais de cada grupo, as barras representam o número de vezes que os valores aumentaram ou diminuíram comparados ao controle e aos níveis basais. Os valores são apresentados como média \pm desvio padrão e o resultado representa o número de vezes em relação ao valor intragrupos, * basal versus pós-treino e entre grupos, # grupos treinados versus controle no pós-treino, considerando um nível de significância de $p < 0,05$ de acordo com a ANOVA de uma via seguido por teste *post hoc* de Bonferroni.

Aumento no dano oxidativo em homens idosos pode ser revertido pelo treinamento físico: Neste estudo nós investigamos danos em lipídeos pela formação de malondealdeído (MDA), oxidação e modificações de proteínas pela formação de grupos carbonila e oxidação dos grupos tióis (Figura 10). A redução dos níveis de MDA foram observados em todos os grupos testados após o treinamento físico. Além disso, a redução também foi observada em relação ao grupo controle (Fig 10A). Similarmente, todos os grupos apresentaram níveis reduzidos de proteína carbonilada, mas somente o grupo TCS teve os valores significativamente diminuídos em comparação ao valor basal e grupo controle (Fig 10B). Em contraste, a oxidação de grupos tiol não foi observada nos grupos TAS e TCS enquanto o grupo TCA mostrou níveis elevados de grupos tióis comparados aos grupos de base e o grupo controle (Fig 10C).

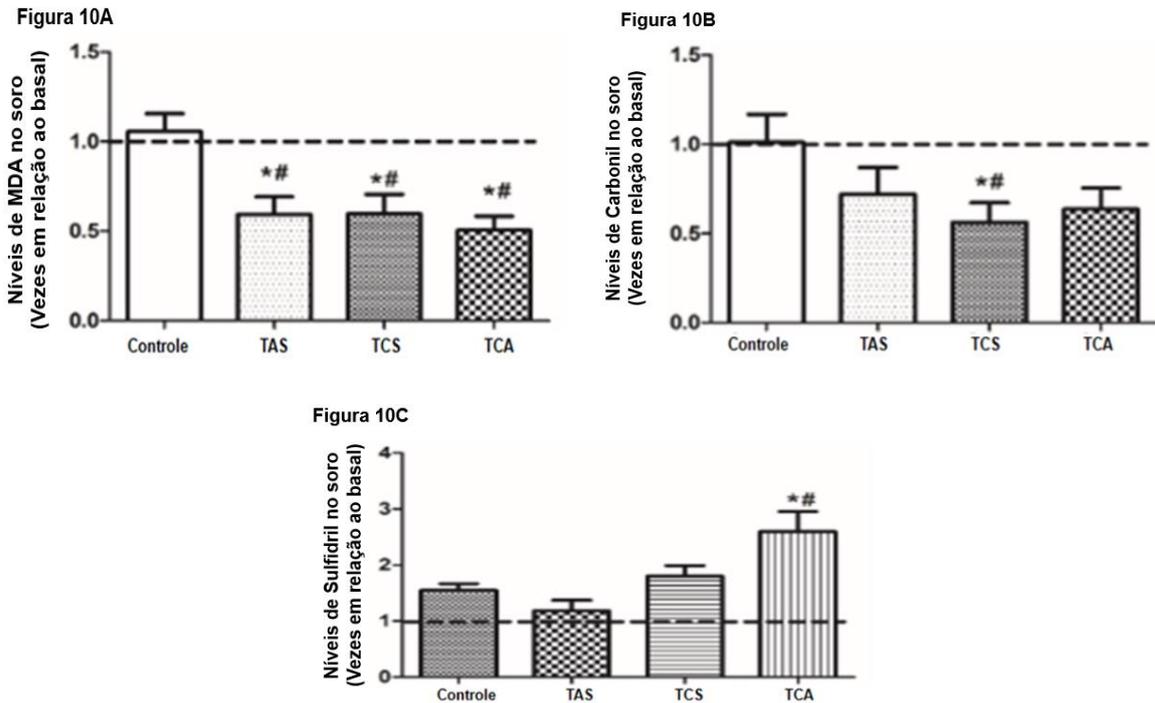


Figura 10. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento em níveis de MDA (Fig 10A), grupos carbonil (Fig 10B) e tiol total (grupo sulfidril) (Fig 10C) de homens idosos, após dois meses de intervenção com treinamento aeróbico em solo (TAS), treinamento combinado em solo (TCS) ou treinamento combinado em água (TCA), três vezes por semana, 60 minutos por sessão. A linha pontilhada representa os valores basais de cada grupo, as barras representam o número de vezes que os valores aumentaram ou diminuíram comparados ao controle e aos níveis basais. Os valores são apresentados como média \pm desvio padrão e o resultado representa o número de vezes em relação ao valor intragrupos, * basal versus pós-treino e entre grupos, # grupos treinados versus controle no pós-treino considerando um nível de significância de $p < 0,05$ de acordo com a ANOVA de uma via seguido por teste *post hoc* de Bonferroni.

O treinamento físico modificou o perfil inflamatório de forma dependente ao tipo de exercício em homens idosos: As interleucinas anti e pró-inflamatórias foram utilizadas para determinar o perfil inflamatório de homens idosos (Figura 11). Os níveis de IL-1 β (Fig 11A) e IL-10 (Fig 11D) no soro dos grupos treinados ficaram inalterados comparados aos grupos basal e controle. Ao contrário, no grupo TAS os níveis de IL-6 (Fig 11B) diminuíram significativamente em comparação com o valor basal e IL-8 (Fig 11C) comparada ao grupo controle, enquanto TCS exibiu uma redução nos níveis de IL-6 também em relação ao grupo basal e controle. O grupo de TCA reduziu significativamente os níveis de IL-8 apenas em relação ao grupo controle.

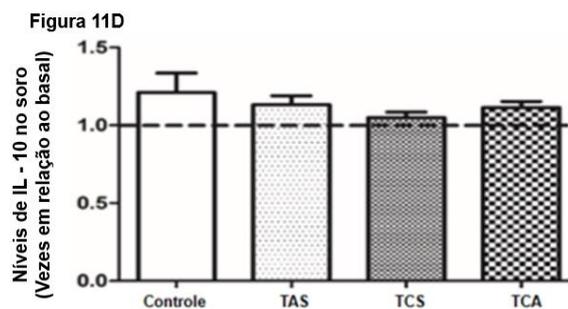
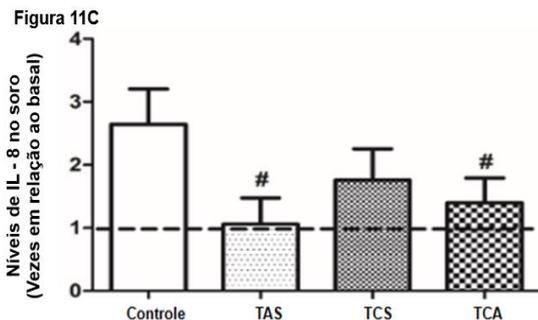
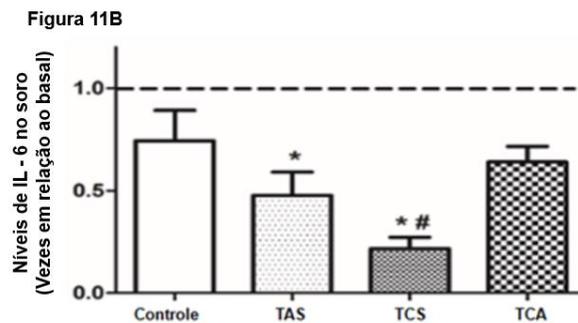
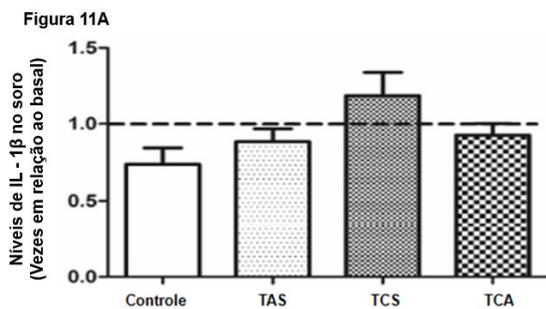


Figura 11. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento nos níveis de IL-1 β (Fig. 11A), IL-6 (Fig. 11B), IL-8 (Fig. 11C) e IL-10 (Fig. 11D) de homens idosos, após dois meses de intervenção com treinamento aeróbico em solo (TAS), treinamento combinado em solo (TCS) ou treinamento combinado em água (TCA), três vezes por semana, 60 minutos por sessão. A linha pontilhada representa os valores basais de cada grupo, as barras representam o número de vezes que os valores aumentaram ou diminuíram comparados ao controle e aos níveis basais. Os valores são apresentados como média \pm desvio padrão e o resultado representa o número de vezes em relação ao valor intragrupos, * basal versus pós-treino e entre grupos, # grupos treinados versus controle no pós-treino, considerando um nível de significância de $p < 0,05$ de acordo com a ANOVA de uma via seguido por teste *post hoc* de Bonferroni.

4.2 DISCUSSÃO

A perda de massa muscular e diminuição da capacidade funcional têm sido frequentemente observadas em idosos, estudos anteriores têm sugerido, que estas alterações podem ser parcialmente associadas com os constantes e cumulativos efeitos das espécies reativas de oxigênio (ERO) (Ristow e Schmeisser, 2011; Dato et al., 2013). Neste sentido, o exercício físico tem sido apontado, como uma das possíveis estratégias para regular o estado redox celular de sujeitos idosos (De Gonzalo-Calvo et al., 2013; Bouzid et al., 2014.), bem como reduzir o declínio muscular relacionado à idade (Zampieri et al., 2015). Embora esteja comprovado, que o exercício físico possa limitar o desenvolvimento e a progressão de doenças crônicas, reduzindo os efeitos deletérios do envelhecimento, os mecanismos responsáveis pelos efeitos favoráveis do exercício durante essa fase da vida, não são totalmente compreendidos.

Alterações nos níveis de neurotrofinas e fatores de crescimento foram observados durante o envelhecimento e estas mudanças têm sido associadas com a sarcopenia (Kalinkovich e Livshits, 2015). Por exemplo, o efeito anabólico de fator de crescimento IGF-1 no tecido muscular, tem sido indicado para estimular a proliferação e diferenciação nas células musculares, facilitar a síntese de proteínas do músculo e inibir a sua degradação (Woodhouse et al., 2006). Estudos anteriores também demonstraram que o baixo nível sérico de IGF-1 está associado com a perda da força muscular, função cognitiva, desempenho físico e mortalidade na população envelhecida (Coppola et al., 2001; Ding et al., 2006; Kaplan et al., 2008). O BDNF é uma neurotrofina relacionada com o crescimento, diferenciação e plasticidade neuronal e é secretado por diversas fontes periféricas como células epiteliais e vasculares (Nakahashi et al., 2000), macrófagos, leucócitos (Gielen et al., 2003) e células musculares (Matthews et al., 2009). Notavelmente, as concentrações reduzidas de BDNF no soro, foram consistentemente observadas em doenças psiquiátricas na idade adulta (Bocchio-Chiavetta et al., 2010) e, ambos, os níveis de IGF-1 e BDNF têm sido associados com o desenvolvimento da sarcopenia (Scicchitano et al., 2009; Kalinkovich e Livshits, 2015).

Nossos resultados mostraram aumento dos níveis de BDNF e IGF-1 após o treinamento físico comparado aos níveis basais e controle. Embora, tenha sido proposto que o IGF-1 pode interagir com plasticidade sináptica mediada por BDNF no cérebro durante o exercício (Ding et al., 2006), esta interface não parece se manifestar (ou não consistentemente) nos níveis sistêmicos, porque as alterações observadas em nosso estudo ocorreram de forma dependente do tipo de exercício. Níveis de BDNF foram elevados no grupo de TAS enquanto que níveis IGF-1 foram aumentados no grupo TCS. A diferença observada em ambos TAS e TCS podem estar relacionadas com o tipo de treinamento. Estes dois tipos de exercício diferem basicamente pela intensidade de contrações musculares envolvidas, bem como os meios pelo qual a energia é gerada dentro do músculo. O exercício combinado envolve numerosos grupos musculares e melhora principalmente, a resistência e força muscular, enquanto o treinamento aeróbico tem o foco central em melhorar a aptidão cardiorrespiratória. Estudos anteriores mostraram que tanto o BDNF como o IGF-1 são dependentes do tipo de exercício. Por exemplo, recentemente, Forti e colaboradores (2015) mostraram que somente o programa de treinamento combinado de baixa intensidade, com um número muito elevado de repetições, em uma resistência externa suficientemente elevada, pode aumentar os níveis de BDNF circulante em participantes do sexo masculino mais velhos. Além disso, Goekint e colaboradores (2010) mostraram que o treinamento de força em homens sedentários não influencia nos níveis de BDNF no soro. Taekema et al. (2011) observaram a relação entre os níveis de IGF-1 e exercícios de força muscular em mulheres mais longevas.

Além do tipo de treinamento, dois outros fatores podem estar associados a estas alterações no soro, influenciando as mudanças nos níveis de BDNF e IGF-1 de indivíduos idosos: 1) os níveis de estresse oxidativo e 2) a habilidade do treinamento físico em modular o sistema de defesa antioxidante do músculo. O estresse oxidativo pode influenciar numerosos processos celulares associados ao envelhecimento e ao desenvolvimento de doenças relacionadas com a idade (Finkel e Holbrook, 2000; Barreiro et al., 2006), que são acompanhados pela perda de massa muscular (Moylan e Reid, 2007). Segundo Meng e Yu (2010), a patogênese da sarcopenia é multifatorial e pode ser atribuída a diversos fatores, como estresse oxidativo, inflamação, alterações endócrinas, inatividade física e má nutrição. Todavia, muitos desses fatores não agem sozinhos e muitos de seus caminhos causais se cruzam ou se sobrepõem em relação à resposta ao estresse oxidativo. Por conseguinte, uma redução no dano oxidativo ou o aumento na eficácia dos sistemas de defesa antioxidantes, poderiam promover efeitos significativos em relação ao anti-envelhecimento. Neste sentido, a redução dos níveis de danos oxidativos observados em nosso estudo pode implicar em uma redução na produção do ERO, ou melhoria no sistema de defesa antioxidante. Além disso, este equilíbrio redox pode ser o principal fator no aumento dos níveis de BDNF e de IGF-1.

O sistema enzimático antioxidante é a primeira linha de defesa celular contra geração de ERO. Mudanças relacionadas à idade, na expressão e atividade das enzimas antioxidantes, têm sido descritas em diferentes tecidos. Em nosso estudo o grupo TAS mostrou aumento da atividade da GPx comparado apenas ao nível basal, enquanto que a atividade de TrxR, apresentou aumentos significativos em relação aos níveis basais e controle em ambos os grupos TAS e TCA. Ambas, a GPx e TrxR agem de forma dependente da peroxidação de biomoléculas, pois removem peróxido de hidrogênio e melhoram o controle de estado redox intracelular. Utilizando um modelo experimental, Sullivan-Gunn e Lewandowski (2013) sugerem que o declínio na proteção antioxidante pela catalase e GPx é um indicativo de disfunção antioxidante e pode, portanto, ser o principal fator que contribui para o desenvolvimento ou início da sarcopenia. No entanto, não há nenhuma explicação plausível para a diferença na atividade destas proteínas entre os diferentes modelos de treinamento. Contudo, o treinamento aeróbio tem sido sugerido como um modelo importante para melhorar o sistema enzimático de defesa antioxidante em humanos (Parise et al., 2005; Nyberg et al., 2014). Além disso, foram observados níveis elevados de GSH em todos os grupos treinados em comparação com o grupo controle, bem como o treinamento combinado em água em relação ao basal. A GSH desempenha um papel central na defesa antioxidante e evidências a partir de vários estudos em seres humanos sugerem que as concentrações de GSH diminuem com o envelhecimento (Samiec et al., 1998; Elokda e Nielsen, 2007; Sekhar et al., 2011). Em resposta ao exercício, os níveis de GSH em repouso tendem a aumentar como uma adaptação celular para a produção de ERO, induzida pelo envelhecimento. No nosso estudo, o programa TCA mostrou um efeito mais pronunciado nos níveis de GSH. Isto sugere que TCA pode exercer um estímulo diferente para o sistema da glutatona no envelhecimento. Além disso, estímulos da força e a associação da força muscular com o componente aeróbio podem ter sido fator determinante nos resultados obtidos. Pesquisas adicionais são necessárias para investigar mais profundamente esta questão.

Os efeitos positivos do treinamento físico sobre o sistema antioxidante reduz a possibilidade de dano oxidativo em biomoléculas. Entre os marcadores de dano oxidativo analisados neste estudo, os níveis de MDA exibidos apresentam um efeito de maior significância para o treinamento físico. Redução dos níveis de peroxidação lipídica foi observada em todos os grupos após o treinamento físico, bem como em relação ao grupo controle. A baixa presença de produtos finais da peroxidação lipídica no soro reflete condições de redução dos níveis de estresse oxidativo. Soares et al. (2015) mostraram recentemente uma diminuição na peroxidação lipídica após 16 semanas de treinamento físico combinado em homens saudáveis de meia idade e indivíduos idosos. Estes resultados sugerem, que o efeito do treinamento sobre a peroxidação lipídica ocorre em um modo independente do tipo de exercício em pessoas idosas. Em contraste, as mudanças observadas no sistema antioxidante neste estudo sugerem ainda que o sistema antioxidante é dependente do tipo de exercício realizado. Portanto, o sistema de defesa antioxidante no soro, pode conter outros mecanismos de defesa antioxidantes, que promovem uma proteção celular e uma resposta igual para diferentes tipos de treinamento. Por outro lado, De Gonzalo-Calvo et al. (2013) mostraram aumento da peroxidação lipídica em homens de meia-idade e na população idosa seguindo um treinamento de longo prazo, em atividades combinadas de resistência e exercícios resistidos. Neste caso, o fator tempo pode ter influenciado os níveis elevados de peroxidação lipídica. Tomados em conjunto, estes dados sugerem que ambos, o tempo e o tipo de exercício praticado pelos idosos, são cruciais para reduzir a peroxidação lipídica induzida pelo exercício.

O estresse oxidativo e inflamação são processos dependentes que juntos estão envolvidos em muitas doenças associadas ao envelhecimento (Beyer et al., 2012). Um desequilíbrio redox intracelular relacionado à idade, parece ser um fator de causa primária na produção de um estado crônico de inflamação de baixo grau (Meng e Yu, 2010). Notavelmente, o envelhecimento resulta em ligeiros aumentos de mediadores pró-inflamatórios circulantes (Krabbe et al., 2004) e alterações na função das células T, senescência celular imune, alteração da matriz extracelular, aumento da massa gorda e focos de infecção crônica (Beyer et al., 2012). Contudo, estudos anteriores também tem mostrado que o exercício físico regular pode mediar a resposta anti-inflamatória (Petersen et al., 2005; Thompson et al., 2010; Beyer et al., 2012.). Thompson e colegas (2010) mostraram que os níveis de IL-6 no soro diminuíram após 12 semanas de treinamento de resistência moderado em homens saudáveis de meia idade em comparação com controles sedentários. Os nossos resultados mostraram que os níveis de IL-1 β e IL-10, representando citocinas pró e anti-inflamatórias, respectivamente, dos grupos treinados, não foram alteradas. Ao contrário, no grupo de TAS os níveis de IL-6 diminuíram significativamente em comparação ao valor basal e IL-8 foi reduzida em comparação com o grupo controle, enquanto grupo TCS exibiu uma redução nos níveis de IL-6 em relação a ambos os grupos, basal e controle. Em adição, o grupo TCA mostrou uma redução significativa nos níveis de IL-8 apenas em relação ao grupo controle. Estudos anteriores têm mostrado que níveis elevados no soro de IL-6 no envelhecimento estão associados com diferentes marcadores de condição ou aptidão física. Taaffe et al. (2000) observaram que a IL-6 está positivamente associada com baixa velocidade de marcha e uma baixa

força muscular e Cesari et al. (2004) mostraram que os níveis elevados de IL-6 estão significativamente associados com o baixo desempenho físico e força muscular em indivíduos idosos. Portanto, apesar, dos níveis gerais de interleucinas serem alterados pelo exercício, a IL-6 parece ser mais suscetível aos efeitos do treinamento físico do que IL-8, porque os grupos treinados apresentaram menores níveis de IL-8 em relação ao grupo controle, mas estes níveis não foram reduzidos significativamente após os programas de treinamento.

Nossos achados nesta parte do estudo fornecem evidências de que os mecanismos do sistema de adaptação induzido por diferentes modelos de treinamento em solo e em água são distintos, onde cada tipo de exercício ativa diferentes fatores neurotróficos e de crescimento, bem como impacta as variáveis de regulação do estresse oxidativo celular e parâmetros inflamatórios. Portanto, as mudanças sistêmicas relacionadas com a sarcopenia, mediadas pelo treinamento físico em idosos, são dependentes do tipo de treinamento realizado; isto é, os efeitos do treinamento são variados e ocorrem de maneira dependente do tipo de exercício.

CAPÍTULO V
CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES GERAIS

5.1 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES FINAIS

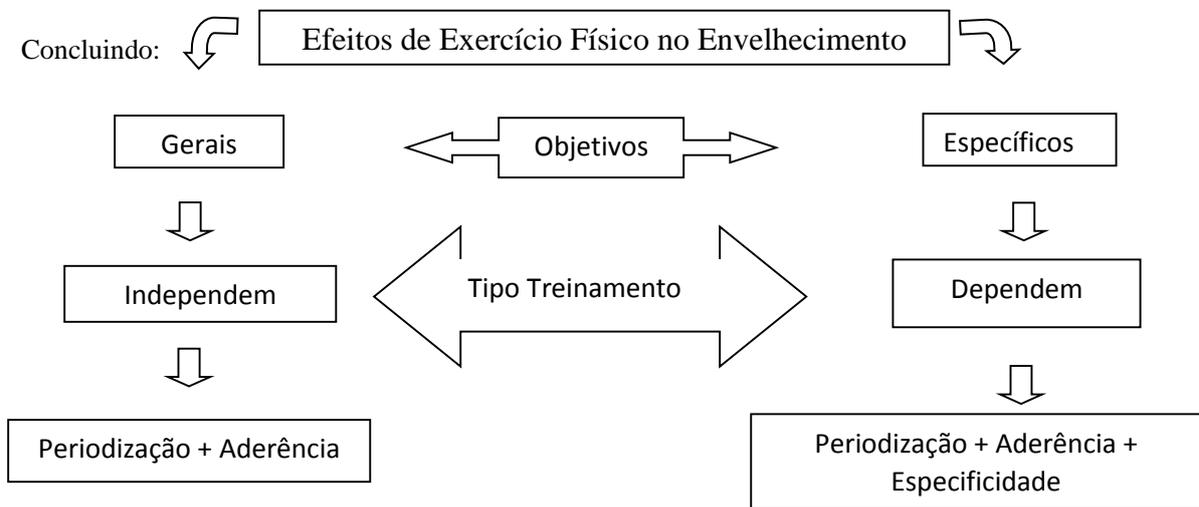
O processo do envelhecimento e, conseqüentemente, a morte são inevitáveis. Uma vida sedentária pode acelerar a sua progressão pela diminuição da aptidão física causando sarcopenia, incidência de doenças e dependência. Dessa forma, a prática de exercício físico regular pode melhorar a qualidade do envelhecimento e do aumento da expectativa de vida.

Os protocolos de treinamento aplicados neste estudo, independente do modo, intensidade e volume, promoveram alterações significativas nos marcadores de aptidão física geral (composição corporal, aptidão cardiorrespiratória e neuromuscular), evidenciando adaptações positivas na capacidade funcional e em consequência, no padrão de independência de homens idosos.

As alterações observadas no perfil lipídico, da mesma forma, promoveram alterações significativamente benéficas em todos os modelos de treinamento, independente do modo, intensidade e volume do treinamento, sugerindo uma redução de risco para desenvolvimento de DCV. Porém, convém ressaltar que estes ganhos provavelmente estão associados a uma adequada periodização e à regularidade do treinamento.

Entretanto, os mecanismos do sistema de adaptação induzido por diferentes modelos de treinamento em solo e em água são distintos, onde cada tipo de exercício ativa diferentes fatores neurotróficos e de crescimento bem como impacta as variáveis de regulação do estresse oxidativo celular e parâmetros inflamatórios. Tomados em conjunto, estes resultados sugerem que as mudanças sistêmicas relacionadas com a sarcopenia, mediadas por programas de exercício físico em idosos, ocorrem de maneira dependente do tipo de treinamento realizado.

Este estudo tem importantes implicações clínicas porque sugere que o tipo de exercício praticado no envelhecimento está diretamente relacionado com a modificação dos parâmetros desejados, o que contradiz o dogma padrão que a aderência ao exercício é mais importante do que o tipo de exercício realizado a não ser quando trata-se exclusivamente de parâmetros funcionais das AVDs, sem levar em conta a parte bioquímica do processo do envelhecimento.



REFERÊNCIAS

- Aagaard P, Suetta C, Caserotti P, Magnusson SP, Kjaer M. Role of the nervous system. In sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scand J Med Sci Sports*. 2010; 20(1):49-64.
- Aebi H. Catalase in vitro. *Meth Enzymol*. 1984; 105:121-126.
- Aksenov MY, Markesbery WR. Changes in thiol content and expression of glutathione redox system genes in the hippocampus and cerebellum in Alzheimer's disease. *Neurosci Lett*. 2001; 302(2-3):141-5.
- American College of Sports Medicine. Position stand. exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41:1510-30.
- Arthur ST, Cooley ID. The effect of physiological stimuli on sarcopenia; impact of Notch and Wnt signaling on impaired aged skeletal muscle repair. *Int Biol Sci*. 2012; 8(5):731-60.
- Bann D, Chen H, Bonell C, Glynn N W, Fielding R A, Manini T, King AC, Pahor M, Mihalko S L, Gill T M. *J Epidemiol Community Health*. 2016;0:1-4.
- Barbieri E, Agostini D, Polidori E, Potenza L, Guescini M, Lucertini F, Annibalini G, Stocchi L, De Santi M, Stocchi V. The pleiotropic effect of physical exercise on mitochondrial dynamics in aging skeletal muscle. *Oxi Med Cell Longev*. 2015; 2015:917085.
- Barreiro E, Coronell C, Lavina B, Ramirez-Sarmiento A, Orozcoevi M, Gea J. Aging, sex differences, and oxidative stress in human respiratory and limb muscles. *Free Radic Biol Med*. 2006; 41(5): 797-809.
- Belviranlı M, Gökbel H. Acute exercise induced oxidative stress and antioxidant changes. *Eur J Gen Med*. 2006; 3(3):126-31.
- Benedetti TRB, Mazo GZ, Gonçalves LHT. Bateria de testes da AAHPERD: adaptação para idosos institucionalizados. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano* 2013; 16(1):1-14.
- Beyer I, Mets T, Bautmans I. Chronic low-grade inflammation and age-related sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2012; 15(1):12-22.
- Boccatonda A, Tripaldi R, Davì G, Santilli F. Oxidative stress modulation through habitual physical activity. *Curr Pharm Des*. 2016; 22(24):3648-80.
- Bocchio-Chiavetto L, Bagnardi V, Zanardini R, Molteni R, Nilsen MG, Placentino A, Giovannini C, Rilloso L, Ventriglia M, Riva MA, Gennarelli M. Serum and plasma BDNF levels in major depression: a replication study and meta-analyses. *World Journal of Biological Psychiatry*. 2010; 11(6):763-73.
- Bouzi MA, Hammouda O, Matran R, Robin S, Fabre C. Changes in oxidative stress markers and biological markers of muscle injury with aging at rest and in response to an exhaustive exercise. *Plos One*. 2014; 9(3):e90420.
- Bouzi MA, Filaire E, McCall A, Fabre C. Radical Oxygen Species, Exercise and Aging: An Update. *Sports Med*. 2015; 45(9):1245-61.
- Bradford MM. Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem*. 1976; 72:248-54.
- Budui SL, Rossi AP, Zamboni M. The pathogenetic bases of sarcopenia. *Clin Cases Miner Bone Metab*. 2015; 12(1):22-26.

- Burks TN, Cohn RD. One size may not fit all: anti-aging therapies and sarcopenia. *Aging* (Albany NY). 2011; 3(12):1142-53.
- Cappola AR, Bandeen-Roche K, Wand GS, Volpato S, Fried LP. Association of IGF-I levels with muscle strength and mobility in older women. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2001; 86:4139–4146.
- Carroll MD, Kit BK, Lacher DA. Total and high-density lipoprotein cholesterol in adults: National Health and Nutrition Examination Survey, 2009–2010. *NCHS Data Brief*. 2012; 92:1-8.
- Carrick-Ranson G, Hastings JL, Bhella PS, Fujimoto N, Shibata S, Palmer MD, Boyd K, Livingston S, Dijk E, Levine BD. The effect of lifelong exercise dose on cardiovascular function during exercise. *J Appl Physiol*. 2014; 116(7):736-45.
- Cesari M, Pahor M, Bartali B, Cherubini A, Penninx BW, Williams GR, Atkinson H, Martin A, Guralnik JM, Ferrucci L. Antioxidants and physical performance in elderly persons: The Invecchiare in Chianti (InCHIANTI) study. *Am J Clin Nutr*. 2004; 79(2):289-94.
- Chapman SB, Aslan S, Spence JS, Defina LF, Keebler MW, Didehbani N, Lu H. Shorter term aerobic exercise improves brain, cognition, and cardiovascular fitness in aging. *Front Aging Neurosci*. 2013; 12;5:75.
- Ciolac EG. Exercise training as a preventive tool for age-related disorders: a brief review. *Clinics*. 2013; 68(5):710-717.
- Ciolac EG, Rodrigues-da-Silva JM. Resistance training as a tool for preventing and treating musculoskeletal disorders. *Sorts Med Feb*. 2016; 46:1-10.
- Coelho FM, Pereira DS, Lustosa LP, Silva JP, Dias JM, Dias RC, Queiroz BZ, Teixeira AL, Teixeira MM, Pereira LS. Physical therapy intervention (PTI) increases plasma brain derived neurotrophic factor (BDNF) levels in non-frail and pre-frail elderly women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2012; 54(3):415-20.
- Cooper KH. *O programa aeróbico para o bem estar total*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Nórdica, 1982.
- Cotman CW, Engesser-Cesar C. Exercise enhances and protects brain function. *Exerc Sports Sci Rev*. 2002; 30(2):75-9.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinkova E, Vandewoude M, Zamboni M. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis- Report of the European working group on Sarcopenia in older people. *Age and Ageing* . 2010; 39:412-423.
- Cvecka J, Tirpakova V, Sedliak M, Kern H, Mayr W, Hamar D. Physical activity in elderly. *Eur J Transl Myol - Basic Appl Myol*. 2015; 25(4):249-252.
- Dato S, Crocco P, D'Aquila P, de Rango F, Bellizzi D, Rose G, Passarino G. Exploring the role of genetic variability and lifestyle in oxidative stress response for healthy aging and longevity. *Int J Mol Sci*. 2013; 14(8):16443-72.
- De Gonzalo-Calvo D, Fernández-García B, de Luxán-Delgado B, Rodríguez-González S, García-Macia M, Suárez FM, Solano JJ, Rodríguez-Colunga MJ, Coto-Montes A. Chronic training increases blood oxidative damage but promotes health in elderly men. *Age (Dordr)*. 2013; 35(2):407-17.
- Deslandes A. The biological clock keeps ticking, but exercise may turn it back. *Arq Neuropsiquiatr*. 2013; 71(2):113-8.

- Deutz NE, Bauer JM, Barazzoni R, Biolo G, Boirie Y, Bosy-Westphal A, Cederholm T, Cruz-Jentoft A, Krznarić Z, Nair KS, Singer P, Teta D, Tipton K, Calder PC. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin Nutr.* 2014; 33(6):929-36.
- Di Filippo ES, Mancinelli R, Pietrangelo T, La Rovere RM, Quattrocelli M, Sampaolesi M, Fulle S. Myomir dysregulation and reactive oxygen species in aged human satellite cells. *Biochem Biophys Res Commun.* 2016; 473(2):462-70.
- Dik MG, Deeg DJH, Visser M, Jonker C. Early life physical activity and cognition at old age. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2003;25(5):643-53.
- Ding Q, Vaynman S, Akhavan M, Ying Z, Gomez-Pinilla F. Insulin-like growth factor I interfaces with brain-derived neurotrophic factor-mediated synaptic plasticity to modulate aspects of exercise-induced cognitive function. *Neuroscience.* 2006; 140(3):823-33.
- Elokda AS, Nielsen DH. Effects of exercise training on the glutathione antioxidant system. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2007; 14(5):630-7.
- Erickson KI, Leckie RL, Weinstein AM. Erickson KI, Leckie RL, Weinstein AM (2014) Physical activity, fitness, and gray matter volume. *Neurobiol Aging.* 2014; 35(2):20-8.
- Ferguson MA, Alderson NL, Trost SG, Essig DA, Burke JR, Durstine JL. Effects of four different single exercise sessions on lipids, lipoproteins, and lipoprotein lipase. *J Appl Physiol.* 1998; 85(3):1169-74.
- Finkel T, Holbrook NJ. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature.* 2000; 408(6809):239-47.
- Fleck, ST, Kraemer WJ. *Fundamentos do Treinamento de Força Muscular.* 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- Fleg JL, Morrel CH, Bos AG, Brant LJ, Talbot LA, Wright JG, Lakatta EG. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation.* 2005; 112(5):674-82.
- Flohé L, Gunzler W. Assay of glutathione peroxidase. *Methods in Enzymology.* 1984; 105:114-21.
- Forti LN, Van Roie E, Njemini R, Coudyzer W, Beyer I, Delecluse C, Bautmans I. Dose- and gender-specific effects of resistance training on circulating levels of brain derived neurotrophic factor (BDNF) in community-dwelling older adults. *Exp Gerontol.* 2015; 70:144-9.
- Gielen A, Khademi M, Muhallab S, Olsson T, Piehl F. Increased brain-derived neurotrophic factor expression in white blood cells of relapsing-remitting multiple sclerosis patients. *Scandinavian Journal of Immunology.* 2003; 57(5): 493-7.
- Gliemann L, Nyberg M, Hellsten Y. Effects of exercise training and resveratrol on vascular health in aging. *Free Radic Biol Med.* 2016; S0891-5849(16)30016-8.
- Goekint M, De Pauw K, Roelands B, Njemini R, Bautmans I, Mets T, Meeusen R. Strength training does not influence serum brain-derived neurotrophic factor. *Eur J Appl Physiol.* 2010; 110(2):285-93.
- Goutianos G, Tzioura A, Kyparos A, Paschalis V, Margaritelis NV, Vescoukis AS, Zafeiridis A, Diplakou K, Nikolaidis MG, Vrabas IS. The rat adequately reflects human responses to exercise in blood biochemical profile: a comparative study. *Physiol Rep.* 2015; 3(2):12293.
- Grotto D, Santa Maria LD, Boeira S, Valentini J, Charão MF, Moro AM, Nascimento PC, Pomblum VJ, Garcia SC. Rapid quantification of malondialdehyde in plasma by high performance liquid chromatography-visible detection. *J Pharm Biomed Anal.* 2007; 43(2):619-24.

Guidelines American Heart Association (AHA). Circulation e Resuscitation. Dallas, Texas: USA; 2010.

Hayes SM, Salat DH, Forman DE, Sperling RA, Verfaellie M. Cardiorespiratory fitness is associated with white matter integrity in aging. *Ann ClinTransl Neurol.* 2015; 2(6):688-98.

Hirata K, Yoshitomi S, Dwi S, Iwabe O, Mahakant A, Polchai J, Miyamoto K. Generation of reactive oxygen species undergoing redox cycle of nostocine A: a cytotoxic violet pigment produced by freshwater cyanobacterium *Nostoc spongiaeforme*. *J.Biotechnol.* 2004; 110(1):29-35.

Hissin PJ, Hilf R. A fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues. *Anal Biochem.* 1976; 74(1):214-26.

Hollenberg M, Yang J, Haight TJ, Tager IB.) Longitudinal changes in aerobic capacity: implications for concepts of aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006; 61(8):851-8.

Holmgren A, Björnstedt M. Thioredoxin and thioredoxin reductase. *Methods Enzymol.* 1995; 252:199-208. Glutathione in tissues. *Anal Biochem.* 1995; 74(1):214-26.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Projeção da população do Brasil por sexo e idade 1980-2050. Rio de Janeiro, 2013.

Izquierdo M, Ibañez J, Häkkinen K, Kraemer WJ, Larrión JL, Gorostiaga EM. Once Weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(3):435-43.

Jackson MJ. Reactive oxygen species and redox regulation of skeletal muscle adaptations to exercise. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2005; 360(1464):2285-91.

Ji LL, Gomez-Cabrera MC, Vina J. Exercise and hormesis: activation of cellular antioxidant signaling pathway. *Ann NY Acad Sci.* 2006; 1067:425-35.

Ji LL. Antioxidant signaling in skeletal muscle: a brief review. *Exp Gerontol.* 2007;42(7):852-93.

Ji LL, Dickman JR, Kang C, Koenig R. Exercise-induced hormesis may help healthy aging. *Dose Response.* 2010; 8(1):73-9.

Kalinkovich A, Livshits G. Sarcopenia-The search for emerging biomarkers. *Ageing Res Rev.* 2015; 22:58-71.

Kalleinen N, Polo-Kantola P, Irjala K, Porkka-Heiskanen T, Vahlberg T, Virkki A, Polo O. 24-Hour Serum Levels of Growth Hormone, Prolactin and Cortisol in Pre-and Postmenopausal Women: The Effect of Combined Estrogen and Progestin Treatment. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008; 93(5):1655-61.

Kannan U, Vasudevan K, Balasubramaniam K, Yerrabelli D, Shanmugavel K, John NA. Effect of exercise intensity on lipid profile in sedentary obese adults. *J Clin Diag Res.* 2014; 8(7):8-10.

Kaplan RC, McGinn AP, Pollak MN, Kuller L, Strickler HD, Rohan TE, Xue X, Kritchevsky SB, Newman AB, Psaty BM. Total insulin like growth factor 1 and insulin like growth factor binding protein levels, functional status, and mortality in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society.* 2008; 56(4):652-60.

Kim KM, Lim S, Choi KM, Kim JH, Yu SH, Kim TN, Song W, Lim JY, Won CW, Yoo HJ, Jang HC. Sarcopenia Study Group of Korean Geriatrics Society. Sarcopenia in Korea: prevalence and clinical aspects. *J Korean Geriatr Soc.* 2015; 19:1-8.

- Kline GM, Porcari JP, Hintermeister PS, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, Ross J, Rippe JM. Estimation of VO_2 max from a one-mile track walk gender age and body weight. *Med Sci Sports Exerc.* 1987;19(3):253-9.
- Krabbe KS, Pedersen M, Bruunsgaard H. Inflammatory mediators in the elderly. *Exp Gerontol.* 2004; 39(5):687-99.
- Kraemer WJ, Fry AC. Strength testing: development and evaluation of methodology in physiological assessment of human fitness. 2^a ed. Champaign: Human Kinetics. 1995.
- Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, Bales CW, Henes S, Samsa GP, Otvos JD, Kulkarni KR, Slentz CA. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med.* 2002; 347(19):1483-92.
- Laske C, Stellos K, Hoffmann N, Stransky E, Straten G, Eschweiler G W, Leyhe T. Higher BDNF serum levels predict slower cognitive decline in Alzheimer's disease patients. *Int J Neuro Psycho Pharmacol.* 2011; 14(3):399-404.
- Leaf DA: The effect of physical exercise on reverse cholesterol transport. *Metabolism.* 2003; 52(8):950-7.
- Lee WS, Cheung WH, Qin L, Tang N, Leung KS. Age-associated decrease of type IIA/B human skeletal muscle fibers. *Clin Orthop Relat Res.* 2006; 450:231-7.
- Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet.* 2012; 380(9838):219-29.
- Levine RL, Garland D, Oliver CN, Amici A, Climent I, Lenz AG, Ahn BW, Shaltiel S, Stadtman ER. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. *Methods Enzymol.* 1990; 186:464-78.
- Lima-Costa MF, Barreto SM, Firmo JA, Uchoa E. Socioeconomic position and health in A population of Brazilian elderly: the Babuí health and aging Study (BHAS). *Rev Panam Salud Publica.* 2003; 13(6):387-94.
- Lin Y, Gajewski A, Poznańska A. Examining mortality risk and rate of ageing among Polish Olympic athletes: a survival follow-up from 1924 to 2012. *Free Radic Biol Med.* 2016. 6(4):e010965.
- Lynch MA. Age-related neuro inflammatory changes negatively impact on neuronal function. *Front Aging Neurosci.* 2010; 4:1-6.
- Ma Y, Mazumbar M, Memtsoudis SG. Beyond repeated-measures analysis of variance: Advanced statistical for analysis of longitudinal data in anesthesia research. *Reg Anesth Pain Med.* 2012; 37(1):99-105.
- Maltais ML, Desroches J, Dionne IJ. Changes in muscle mass and strength after menopause. *J Musculo Skelet Neuronal Interact.* 2009; 9(4):186-97.
- Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Med.* 2014; 44(2): 211-21.
- Manso MEG, Ribeiro MP. Caracterização das condições de saúde de um grupo de idosos pertencentes a um plano de saúde. *Rev Bras Med.* 2012; 69(16):45-55.
- Matthews VB, Aström MB, Chan MH, Bruce CR, Krabbe KS, Prelovsek O, Akerström T, Yfanti C, Broholm C, Mortensen OH, Penkowa M, Hojman P, Zankari A, Watt MJ, Bruunsgaard H, Pedersen BK, Febbraio MA. Brain- derived neurotrophic factor is produced by skeletal muscle cells in response to contraction and enhances fat oxidation via activation of AMP-activated protein kinase. *Diabetologia.* 2009; 52(7):1409-18.

- McClellan RR, Kiel DP. Developing consensus criteria for sarcopenia: an update. *J Bone Miner Res.* 2015; 30(4):588-92.
- Meijer EP, Goris AH, Wouters L, Westerterp KR. Physical inactivity as a determinant of physical activity level in the elderly. *Int J Obes Metab Disord.* 2001; 25(7):935-9.
- Meng SJ, Yu LJ. Oxidative Stress, Molecular inflammation and sarcopenia. *Int J Mol Sci.* 2010; 11(4):1509-26.
- Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol.* 2012; 11:3: 260.
- Morris C, O'Grada CM, Ryan MF, Gibney MJ, Roche HM, Gibney ER, Brennan L. Modulation of the lipidomic profile due to a lipid challenge and fitness level: a postprandial study. *Lipids Health Dis.* 2015; 1;14:65.
- Moylan JS, Reid MB. Oxidative stress, chronic disease and muscle wasting. *Muscle Nerve.* 2007;35(4):411-29.
- Nakahashi T, Fujimura H, Altar CA, Li J, Kambayashi J, Tandon NN, Sun B. Vascular endothelial cells synthesize and secrete brain-derived neurotrophic factor. *FEBS Letters.* 2000; 470(2):113-7.
- Navarro A, Gomez C, Lopez-Cepero Jm, Boveris A. Beneficial effects of moderate exercise on mice aging: Survival, behavior, oxidative stress, and mitochondrial electron transfer. *American Journal of Physiology.* 2004; 286(3):505-511.
- Nelson ME, Rejeski W J, Blair SN, Duncan PW, King AC, Macera CA. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39(8):1435-45.
- Newman AB, Lee JS, Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Tylavsky FA, Nevitt M, Harris TB. Weight change and the conservation of lean mass in old age: the Health, Aging and Body Composition Study. *Am J Clin Nutr.* 2005; 82(4):872-8.
- Nicklas BJ, Brinkley TE. Exercise training as a treatment for chronic inflammation in the elderly. *Exerc Sport Sci Rev.* 2009; 37(4):165-170.
- Nyberg M, Mortensen SP, Cabo H, Gomez-Cabrera MC, Viña J, Hellsten Y. Roles of sedentary aging and life long physical activity in exchange of glutathione across exercising human skeletal muscle. *Free Radic Biol Med.* 2014; 73:166-73.
- Organização Mundial de Saúde. Global Status Report on noncommunicable diseases 2013. WHO Library, Geneva: 2013.
- Parise G, Phillips SM, Kaczor JJ, Tarnopolsky MA. Antioxidant enzyme activity is up-regulated after unilateral resistance exercise training in older adults. *Free Radic Biol Med.* 2005; 39(2):289-95.
- Perito MES, Fortunato JJ. Marcadores biológicos da depressão: Uma revisão sobre a expressão de fatores neurotróficos. *Rev Neurocienc.* 2012; 20(4):597-603.
- Perez-Gomez J, Vicente-Rodríguez G, Royo AI, Martínez-Redondo D, Foncillas JP, Moreno LA, Díez Sánchez C, Casajús JA. Effect of endurance and resistance training on regional fat mass and lipid profile. *Nutr Hosp.* 2013; 28(2):340-6.
- Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol.* 2005; 98(4):1154-62.

- Petersen KS, Smith C. Ageing-associated oxidative stress and inflammation are alleviated by products from grapes. *Oxid Med Cell Longev*. 2016; 2016:6236309.
- Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM. Resistance exercise for muscular strength in older adults: A Meta-Analysis. *Ageing Res Rev*. 2010; 9(3):226-37.
- Radak Z, Marton O, Nagy E, Koltai E, Goto S. The complex role of physical exercise and reactive oxygen species on brain. *Journal of Sport and Health Science*. 2013; 2:87-93.
- Rikli RE, Jones CJ. Senior fitness test manual. 2^a ed. Champaign IL: Human Kinetics. 2001.
- Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist*. 2013; 53(2):255-67.
- Ristow M, Schmeisser S. Extending life span by increasing oxidative stress. *Free Radic Biol Med*. 2011; 51(2):327-36.
- Rosenberg I. Summary comments: epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older persons. *Am J Clin Nutr*. 1989; 50:1231-3.
- Roubenoff R, Rall LC, Veldhuis JD, Kehayias JJ, Rosen C, Nicolson M, Lundgren N, Reichlin S. The relationship between growth hormone kinetics and sarcopenia in postmenopausal women: the role of fat mass and leptin. *J Clin Endocrinol Metab*. 1998; 83(5):1502-6.
- Samiec PS, Drews-Botsch C, Flagg EW, Kurtz JC, Sternberg P Jr, Reed RL, Jones DP. Glutathione in human plasma: decline in association with aging, age-related macular degeneration, and diabetes. *Free Radic Biol Med*. 1998; 24:699-704.
- Santilli V, Bernetti A, Mangone M, Paoloni M. Clinical definition of sarcopenia. *Clin Cases Miner Bone Metab*. 2014; 11(3):177-80.
- Scicchitano BM, Rizzuto E, Musarò A. Counteracting muscle wasting in aging and Counteracting muscle wasting in aging and neuromuscular diseases: the critical role of IGF-1. *Aging (Albany NY)*. 2009; 1(5):451-7.
- Seene T, Kaasik P. Role of Myofibrillar protein Catabolism in development of Glucocorticoid Myopathy: Aging and Functional Activity Aspects. *Metabolites*. 2016; 6(2):pii E15.
- Sekhar RV, Patel SG, Guthikonda AP, Reid M, Balasubramanyam A, Taffet GE, Jahoor F. Deficient synthesis of glutathione underlies oxidative stress in aging and can be corrected by dietary cysteine and glycine supplementation. *Am J Clin Nutr*. 2011; 94(3):847-53.
- Sharples AP, Stewart CE, Seaborne RA. Does skeletal muscle have an 'epi'-memory? The role of epigenetics in nutritional programming, metabolic disease, aging and exercise. *Aging Cell*. 2016; pp1-14.
- Si-Jin M, Long-Jiang Y. Oxidative Stress, Molecular Inflammation and Sarcopenia. *Int J Mol Sci*. 2010; 11(4):1509-26.
- Soares JP, Silva AM, Oliveira MM, Peixoto F, Gaivão I, Mota MP. Effects of combined physical exercise training on DNA damage and repair capacity: role of oxidative stress changes. *Age (Dordr)*. 2015; 37(3):97-99.
- Stensvold D, Viken H, Rognmo Ø, Skogvoll E, Steinshamn S, Vatten LJ, Coombes JS, Anderssen SA, Magnussen J, Ingebrigtsen JE, Fiatarone Singh MA, Langhammer A, Støylen A, Helbostad JL, Wisløff U. A randomized controlled study of the long-term effects of exercise training on mortality in elderly people: study protocol for the Generation 100 study. *BMJ Open*. 2015;5(2):e007519.

Sullivan-Gunn MJ, Lewandowski PA. Elevated hydrogen peroxide and decreased catalase and glutathione peroxidase protection are associated with aging sarcopenia. *BMC Geriatr.* 2013; 13:104.

Sundstrup E, Jakobsen MD, Andersen LL, Andersen TR, Randers MB, Helge JW, Suetta C, Schmidt JF, Bangsbo J, Krstrup P, Aagaard P. Positive effects of 1-year football and strength training on mechanical muscle function and functional capacity in elderly men. *Eur J Appl Physiol.* 2016; 116(6):1127-38.

Taaffe DR, Harris TB, Ferrucci L, Rowe J, Seeman TE. Cross-sectional and prospective relationships of interleukin-6 and C-reactive protein with physical performance in elderly persons: MacArthur studies of successful aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000; 55(12):M709-15.

Taekema DG, Ling CH, Blauw GJ, Meskers CG, Westendorp RG, de Craen AJ, Maier AB. Circulating levels of IGF1 are associated with muscle strength in middle-aged- and oldest-old women. *Eur J Endocrinol.* 2011; 164(2):189-96.

Thompson D, Markovitch D, Betts JA, Mazzatti D, Turner J, Tyrrell RM. Time course of changes in inflammatory markers during a 6-mo exercise intervention in sedentary middle-aged men: a randomized-controlled trial. *J Appl Physiol.* 2010; 108:769-79.

Tiedemann AC, Murray SM, Munro B, Lord SR. Hospital and non-hospital costs for fall-related injury in community-dwelling older people. *N S W Public Health Bull.* 2008; 19(9-10):161-5.

Tromm CB, Pozzi BG, Paganini CS, Marques SO, Pedroso GS, Souza PS, Silveira PC, Silva LA, De Souza CT, Pinho RA. The role of continuous versus fractionated physical training on muscle oxidative stress parameters and calcium-handling proteins in aged rats. *Aging Clin Exp Res.* 2015; 30:1-19.

Tsai CL, Wang CH, Pan CY, Chen FC. The effects of long-term resistance exercise on the relationship between neurocognitive performance and GH, IGF-1, and homocysteine levels in the elderly. *Front Behav Neurosci.* 2015; 10(9):23.

Vanhees L, Geladas N, Hansen D, Kouidi E, Niebauer J, Reiner Z, Cornelissen V, Adamopoulos S, Prescott E, Börjesson M, Bjarnason-Wehrens B, Björnstad HH, Cohen-Solal A, Conraads V, Corrado D, De Sutter J, Doherty P, Doyle F, Dugmore D, Ellingsen Ø, Fagard R, Giada F, Gielen S, Hager A, Halle M, Heidbüchel H, Jegier A, Mazic S, McGee H, Mellwig KP, Mendes M, Mezzani A, Pattyn N, Pelliccia A, Piepoli M, Rauch B, Schmidt-Trucksäss A, Takken T, van Buuren F, Vanuzzo D. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular risk factors: recommendations from the EACPR. Part II. *Eur J Prev Cardiol.* 2012; 19(5):1005-33.

Van Praag H, Shubert T, Zhao C, Gage FH. Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. *J Neurosci.* 2005; 25(38):8680-5.

Vaynman S, Ying Z, Gomez-Pinilla F. Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *Eur J Neurosci.* 2004; 20(10):2580-90.

Viña J, Salvador-Pascual A, Tarazona-Santabalbina FJ, Rodriguez-Mañas L, Gomez-Cabrera MC. Exercise Training as a drug to treat age associated frailty. *Free Radic Biol Med.* 2016; S0891-5849(16)30003-X.

Vincent HK, Raiser NR, Vincent KR. The aging musculoskeletal system and obesity-related considerations with exercise. *Ageing Res Rev.* 2012; 11(3):361-73.

Wickens AP. Ageing and the free radical theory. *Respr Physiol.* 2001; 128(3):379-91.

Whitman SA, Wacker MJ, Richmond SR, Godard MP. Contributions of the ubiquitin-proteasome pathway and apoptosis to human skeletal muscle wasting with age. *PflugersArchiv. European Journal of Physiology Berlin.* 2005; 450(6):437-46.

Wu J, Xia S, Kalionis B, Wan W, Sun T. The role of oxidative stress and inflammation in cardiovascular aging. *Biomed Res Int.* 2014; 2014:615312.

Woodhouse LJ, Mukherjee A, Shalet SM, Ezzat S. The influence of growth hormone status on physical impairments, functional limitations, and health related quality of life in adults. *Endocrine Reviews.* 2006; 27(3):287-317.

World Health Organization (WHO). A guide for population-based approaches to increasing levels of physical activity: implementation of the WHO Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Geneva: Suíca; 2007.

World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. Geneva: Suíca; 2010.

World Health Organization (WHO). The population reference bureau. Geneva: Suíca; 2014.

World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. Geneva: Suíca; 2015.

Zampieri S, Pietrangelo L, Loeffler S, Fruhmann H, Vogelauer M, Burggraf S, Pond A, Grim-Stieger M, Cvecka J, Sedliak M, Tirpáková V, Mayr W, Sarabon N, Rossini K, Barberi L, De Rossi M, Romanello V, Boncompagni S, Musarò A, Sandri M, Protasi F, Carraro U, Kern H. Lifelong physical exercise delays age-associated skeletal muscle decline. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2015; 70(2):163-73.

ANEXOS

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO PARTICIPANTE

Estamos realizando um projeto para a Tese de Doutorado intitulado “**Envelhecimento e exercício físico: análises de parâmetros bioquímicos e de funcionalidade muscular induzida por diferentes programas de treinamento físico.**” O estudo, de cunho científico, que tem como objetivo geral o de verificar os efeitos de diferentes protocolos de treinamento físico sobre parâmetros do metabolismo celular em níveis sistêmicos de idosos. Embora o senhor venha aceitar a participar neste projeto, estará garantindo que o senhor poderá desistir a qualquer momento, bastando para isso informar sua decisão. Foi esclarecido ainda que, por ser uma participação voluntária e sem interesse financeiro o senhor não terá direito a nenhuma remuneração. Serão realizadas várias avaliações que incluem medidas de esforço físico e coleta de sangue, mas desconhecemos qualquer risco ou prejuízos antes, durante e após esses procedimentos. Os dados referentes ao senhor serão sigilosos e privados, preceitos estes assegurados pela Resolução nº 196/90 do Conselho Nacional de Saúde, sendo que o senhor poderá solicitar informações durante todas as fases do projeto, inclusive após a publicação dos dados obtidos a partir desta.

A coleta de dados será realizada pela equipe do Laboratório de Fisiologia e Bioquímica (fone: 48-3431-2773) vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade do Extremo Sul Catarinense sob a orientação e acompanhamento do professor Dr. Ricardo Aurino de Pinho (pinho@unesc.net). O telefone do Comitê de Ética é 48-3431-2723.

Barão de Cotegipe, 08 de abril de 2013.

Informações do participante:

Nome _____

Data de Nascimento ___/___/____. N Doc. (CI ou CPF): _____

Endereço completo: _____

Contato (telefone, e-mail): _____

Assinatura: _____

ANEXO B**Universidade do Extremo Sul Catarinense UNESC
Comitê de Ética em Pesquisa - CEP****Resolução**

Comitê de Ética em Pesquisa, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)/Ministério da Saúde analisou o projeto abaixo.

Projeto: 119477/72012

Pesquisador:

RICARDO AURINO DE PINHO

Título: "ENVELHECIMENTO E EXERCÍCIO FÍSICO: ANÁLISES DE PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E DE FUNCIONALIDADE MUSCULAR INDUZIDA POR DIFERENTES PROGRAMAS DE TREINAMENTO FÍSICO".

Este projeto foi Aprovado em seus aspectos éticos e metodológicos, de acordo com as Diretrizes e Normas Internacionais e Nacionais. Toda e qualquer alteração do Projeto deverá ser comunicado ao CEP. Os membros do CEP não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores

Criciúma, 10 de outubro de 2012.

Mágada T. Schwalm

Coordenadora do CEP

ANEXO C

Senior Fitness Test – SFT

1. Levantar e sentar na cadeira

Objetivo: avaliar a força e resistência dos membros inferiores.

Instrumentos: cronômetro, cadeira com encosto e sem braços, com altura de assento de aproximadamente 43 cm.

Organização dos instrumentos: por razões de segurança, a cadeira deve ser colocada contra uma parede, ou estabilizada de qualquer outro modo, evitando que se mova durante o teste.

Posição do avaliado: sentado na cadeira com as costas encostadas no encosto e pés apoiados no chão.

Posição do avaliador: próximo ao avaliado, segurando a cadeira.

Procedimento: o participante cruza os braços com o dedo médio em direção ao acrômio. Ao sinal o participante ergue-se e fica totalmente em pé e então retorna a posição sentada. O participante é encorajado a completar tantas ações de ficar totalmente em pé e sentar quanto possível em 30 segundos. O analisador deverá realizar uma vez para demonstrar o teste para que o participante tenha uma aprendizagem apropriada. O teste deverá ser realizado uma vez.

Pontuação: a pontuação é obtida pelo número total de execuções corretas num intervalo de 30 segundos. Se o participante estiver no meio da elevação no final dos 30 segundos, deve-se contar esta como uma execução.

Observação:



2. Flexão de antebraço

Objetivo: avaliar a força e resistência do membro superior.

Instrumentos: cronômetro, ou relógio de pulso ou qualquer outro que tenha ponteiro de segundos. Cadeira com encosto e sem braços e halteres de mão (2,3 kg para mulheres e 3,6 kg para homens). Já foram validados para o Brasil 2 kg para mulheres e 4 kg para homens. Será utilizado 2 Kg e 4 Kg.

Organização dos instrumentos: o participante senta em uma cadeira com as costas retas, os pés no chão e o lado dominante do corpo próximo à borda da cadeira. Ele segura o halter com a mão dominante, utilizando uma empunhadura de aperto de mão.

Posição do avaliado: o participante senta em uma cadeira com as costas retas, os pés no chão e o lado dominante do corpo próximo à borda da cadeira. Ele segura o halter com a mão dominante, utilizando uma empunhadura de aperto de mão. O teste começa com o braço estendido perto da cadeira, perpendicular ao chão.

Posição do avaliador: o avaliador ajoelha-se (ou senta em uma cadeira) próximo ao avaliado no lado do braço dominante, colocando seus dedos no meio do braço da pessoa para estabilizar a parte superior do braço e pra garantir que uma flexão total seja feita (o antebraço do avaliado deve apertar os dedos do avaliador. É importante que a região superior do braço do avaliado permaneça parada durante todo o teste.

O avaliador pode também precisar posicionar sua outra mão atrás do cúbito do avaliado para ajudar a medir quando a extensão total tenha sido alcançada e para impedir um movimento de balanço para trás do braço.

Procedimento: O teste começa com o braço estendido perto da cadeira e perpendicular ao chão. Ao sinal indicativo, o participante gira sua palma para cima enquanto flexiona o braço em amplitude total de movimento e então retorna o braço para uma posição completamente estendida. Na posição inicial, o peso deve retornar para a posição de empunhadura de aperto de mão. O avaliado é encorajado a executar tantas repetições quanto possível em 30 segundos. Após a demonstração, faça uma ou duas repetições para verificar a forma apropriada, seguida do teste. Deverá ser executado o teste uma vez.

Pontuação: a pontuação é obtida pelo número total de flexões corretas realizadas num intervalo de 30 segundos. Se no final dos 30 segundos o antebraço estiver em meia flexão, conta-se como uma flexão total.



3. Sentado e Alcançar

Objetivo: avaliar a flexibilidade dos membros inferiores.

Instrumentos: cadeira com encosto e sem braços a uma altura de, aproximadamente, 43 cm, até o assento e uma régua de 45 cm.

Organização dos instrumentos: Por razões de segurança deve-se colocar a cadeira contra uma parede de forma a que se mantenha estável (não deslize para frente) quando o participante se sentar na respectiva extremidade.

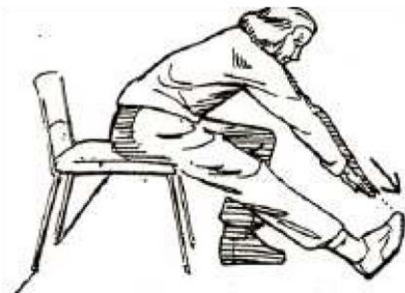
Posição do avaliado: o ponto aproximado entre a linha inguinal e os glúteos deve estar paralelo ao assento da cadeira. Mantenha uma perna flexionada e o pé do chão, os joelhos paralelos, voltados para frente, o participante estende a outra perna (a perna preferida) à frente do quadril, com o calcanhar no chão e dorsiflexão plantar a aproximadamente 90°.

Posição do avaliador: próximo ao avaliado.

Procedimento: com a perna estendida (porém não superestendida), o participante inclina-se lentamente para a frente, mantendo a coluna o mais ereta possível e a cabeça alinhada com a coluna. O avaliado tenta tocar os dedos dos pés escorregando as mãos, uma em cima da outra, com as pontas dos dedos médios, na perna estendida. A posição deve ser mantida por dois segundos. Se o joelho estendido começar a flexionar, peça ao avaliado para sentar de volta lentamente até que o joelho esteja estendido. Lembre o avaliado de expirar à medida que se inclina para a frente, evitando saltos ou movimentos forçados rápidos e nunca alongando ao ponto de sentir dor. Seguindo a demonstração, faça que o avaliado determine sua perna preferida – a perna que produz o melhor escore. Dê então ao avaliado duas tentativas (alongamento) nesta perna, seguidas por duas provas de teste.

Pontuação: usando uma régua de 45 cm, o avaliador registra a distância (cm) até os dedos dos pés (resultado mínimo) ou a distância (cm) que se consegue alcançar para além dos dedos dos pés (resultado máximo). O meio do dedo grande do pé na extremidade do sapato representa o ponto zero. Registrar ambos os valores encontrados com a aproximação de 1 cm, e fazer um círculo sobre o melhor resultado. O melhor resultado é usado para avaliar o desempenho.

Observação:



4. Sentado, caminhar 2,44m e voltar a sentar

Objetivo: avaliar a mobilidade física – velocidade, agilidade e equilíbrio dinâmico. *Instrumentos:* cronômetro, fita métrica, cone (ou outro marcador) e cadeira com encosto a uma altura de aproximadamente 43 cm, até o assento.

Organização dos instrumentos: a cadeira deve ser posicionada contra a parede ou de forma que garanta a posição estática durante o teste. A cadeira deve também estar numa zona desobstruída, em frente coloca-se um cone (ou outro marcador), à distância de 2,44 m (medição desde a ponta da cadeira até a parte anterior do marcador, cone). Deverá haver pelo menos 1,22 m de distância livre à volta do cone, permitindo ao participante contornar livremente o cone.

Posição do avaliado: o avaliado começa em uma posição sentada na cadeira com uma postura ereta, mãos nas coxas e os pés no chão com um pé levemente na frente do outro. *Posição do avaliador:* o avaliador deve servir como um marcador, ficando no meio do caminho entre a cadeira e o cone, pronto para auxiliar o avaliado em caso de perda de equilíbrio.

Procedimento: ao sinal indicativo, o avaliado levanta da cadeira (pode dar um impulso nas coxas ou na cadeira), caminha o mais rapidamente possível em volta do cone, retorna para a cadeira e senta. Para uma marcação confiável, o avaliador deve acionar o cronômetro no movimento do sinal, quer a pessoa tenha ou não começado a se mover, e parar o cronômetro no instante exato que a pessoa sentar na cadeira.

Após a demonstração, o avaliado deve ensaiar o teste uma vez para praticar e, então, realizar duas tentativas. Lembre ao avaliado que o cronômetro não será parado até que ele esteja completamente sentado na cadeira.

Pontuação: o resultado corresponde ao tempo decorrido entre o sinal de “partida” até o momento em que o participante está sentado na cadeira. Registram-se dois escores do teste para o décimo de segundo mais próximo. O melhor escore (menor tempo) será o escore utilizado para avaliar o desempenho.

Observação: lembre ao avaliado que este é um teste de tempo e que o objetivo é caminhar o mais rapidamente possível (sem correr) em volta do cone e voltar para a cadeira.



5. Alcançar atrás das costas

Objetivo: avaliar a flexibilidade dos membros superiores (ombro).

Instrumentos: régua de 45,7 cm.

Organização dos instrumentos:

Posição do avaliado: em pé próximo ao avaliador.

Posição do avaliador: atrás do avaliado.

Procedimento: em pé, o avaliado coloca a mão preferida sobre o mesmo ombro, a palma aberta e os dedos estendidos, alcançando o meio das costas tanto quanto possível (cúbito apontado para cima). A mão do outro braço está colocada atrás das costas, a palma para cima, alcançando para cima o mais distante possível na tentativa de tocar ou sobrepor os dedos médios estendidos de ambas as mãos. Sem mover as mãos de avaliado, o avaliador ajuda a verificar se os dedos médios de cada mão estão direcionados um ao outro. Não é permitido ao avaliado agarrar seus dedos unidos e puxar.

Seguindo a demonstração, o avaliado determina a mão preferida e são feitas duas tentativas de aprendizagem, seguidas pelo teste (2 tentativas).

Pontuação: à distância da sobreposição, ou a distância entre as pontas dos dedos médios é a medida ao cm mais próximo. Os resultados negativos (-) representam a distância mais curta entre os dedos médios; os resultados positivos (+) representam a medida da sobreposição dos dedos médios. Registram-se as duas medidas. O “melhor” valor é usado para medir o desempenho. Certifique-se de marcar os sinais (-) e (+) na ficha de pontuação. *Observação:*



6. Andar 6 minutos

Objetivo: avaliar a resistência aeróbica.

Instrumentos: cronômetro, uma fita métrica, cones, paus, giz e marcador. Por razões de segurança, cadeiras devem ser colocadas ao longo de vários pontos na parte de fora do circuito.

Organização dos instrumentos: arme um percurso de 45,7 metros marcados em segmentos de 4,57 metros com giz ou fita. A área do percurso deve ser bem nivelada e iluminada. Para propósitos de segurança, posicione cadeiras em vários pontos ao longo do lado de fora do percurso.

Posição do avaliado: em pé no início do percurso.

Posição do avaliador: próximo ao percurso para anotar o tempo.

Procedimento: ao sinal indicativo, os participantes caminham o mais rápido possível (sem correr) em volta do percurso quantas vezes eles puderem dentro do limite de tempo. Durante o teste os participantes podem parar e descansar, se necessário, e depois voltar a caminhar. O avaliador deve mover-se para dentro do percurso após todos os participantes terem começado e deve informar o tempo transcorrido. O teste de caminhada de 6 minutos utiliza um percurso de 45,7 m medido dentro de segmentos de 4,57 m.

Pontuação: à distância percorrida no intervalo de 6 minutos.

Observação: interrompa o teste se, a qualquer momento, um avaliado mostrar sinais de tontura, dor, náuseas ou fadiga excessiva. Ao final do teste, o avaliado deve caminhar por cerca de 1 minuto para descansar.



Pontuação dos testes

Teste Levantar da cadeira – O valor dado a este teste é referente ao número de repetições.

Homens – número de repetições realizadas, classificação e pontuação a ser gerada para o IAFG

| Classificação Levantar e sentar da cadeira mulheres | Pontuação Para somar ao IAFG | 60-64 anos de idade | 65-69 anos de idade | 70-74 anos de idade | 75-79 anos de idade | 80-84 anos de idade | 85-89 anos de idade | 90-94 anos de idade |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Muito fraco | 2,5 | ≤ 12 | ≤12 | ≤ 11 | ≤10 | ≤ 10 | ≤9 | ≤8 |
| Fraco | 5,0 | 13-15 | 13-14 | 12-13 | 11-13 | 11-12 | 10-11 | 9-10 |
| Regular | 7,5 | 16-17 | 15-16 | 14-16 | 13-15 | 13-14 | 12-13 | 11-12 |
| Bom | 10 | 18-20 | 17-19 | 17-18 | 16-18 | 15-16 | 14-15 | 12-15 |
| Muito bom | 12,5 | ≥ 21 | ≥ 20 | ≥ 19 | ≥19 | ≥ 17 | ≥ 16 | ≥ 15 |

Mulheres - número de repetições realizadas, classificação e pontuação a ser gerada para o IAFG

Teste Flexão de braço - O valor dado a este teste é referente ao número de repetições. Homens – classificação e pontuação a ser gerada para o IAFG e número de repetições realizadas, categorizados por faixa etária.

| Classificação Flexão de braço homens | Pontuação Para somar ao IAFG | 60-64 anos de idade | 65-69 anos de idade | 70-74 anos de idade | 75-79 anos de idade | 80-84 anos de idade | 85-89 anos de idade | 90-94 anos de idade |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Muito fraco | 2,5 | ≤15 | ≤14 | ≤ 13 | ≤ 12 | ≤ 12 | ≤10 | ≤9 |
| Fraco | 5,0 | 16-18 | 15-17 | 14-16 | 13-15 | 13-15 | 11-13 | 10-11 |
| Regular | 7,5 | 19-20 | 18-20 | 17-19 | 16-17 | 15-17 | 14-15 | 12-13 |
| Bom | 10 | 21-23 | 21-23 | 20-22 | 18-20 | 18-20 | 16-17 | 14-15 |
| Muito bom | 12,5 | ≥ 24 | ≥ 24 | ≥ 23 | ≥ 21 | ≥ 21 | ≥ 18 | ≥ 16 |

Mulheres - classificação e pontuação a ser gerada para o IAFG e número de repetições realizadas, categorizados por faixa etária.

| Classificação Levantar da cadeira Homens | Pontuação Para somar ao IAFG | 60-64 anos de idade | 65-69 anos de idade | 70-74 anos de idade | 75-79 anos de idade | 80-84 anos de idade | 85-89 anos de idade | 90-94 anos de idade |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Muito fraco | 2,5 | ≤ 13 | ≤ 11 | ≤ 11 | ≤ 10 | ≤ 9 | ≤ 7 | ≤ 7 |
| Fraco | 5,0 | 14-15 | 12-14 | 12-13 | 11-13 | 10-11 | 8-10 | 8-9 |
| Regular | 7,5 | 16-17 | 15-16 | 14-16 | 14-15 | 12-13 | 11-12 | 9-11 |
| Bom | 10 | 18-20 | 17-19 | 17-18 | 16-18 | 14-16 | 13-15 | 11-13 |
| Muito bom | 12,5 | ≥ 21 | ≥ 20 | ≥ 19 | ≥ 19 | ≥ 17 | ≥ 16 | ≥ 14 |

Teste Caminhada de 6 minutos – O valor dado a este teste é referente ao número de metros caminhados.

Homens - classificação e pontuação a ser gerada para o IAFG e número de metros caminhados categorizados por faixa etária.

| Classificação caminhada 6 homens | Pontuação Para somar ao IAFG | 60-64 anos de idade | 65-69 anos de idade | 70-74 anos de idade | 75-79 anos de idade | 80-84 anos de idade | 85-89 anos de idade | 90-94 anos de idade |
|----------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Muito fraco | 5 | ≤ 597 | ≤ 544 | ≤ 526 | ≤ 449 | ≤ 423 | ≤ 358 | ≤ 279 |
| Fraco | 10 | 598- 651 | 545- 605 | 527- 586 | 450- 524 | 424- 494 | 359- 442 | 280- 366 |
| Regular | 15 | 652- 697 | 606- 657 | 587- 638 | 525- 586 | 495- 554 | 443- 512 | 367- 440 |
| Bom | 20 | 698- 751 | 658- 718 | 639- 698 | 587- 661 | 555- 625 | 513- 596 | 441- 527 |
| Muito bom | 25 | ≥ 752 | ≥ 719 | ≥ 699 | ≥ 662 | ≥ 626 | ≥ 697 | ≥ 528 |

Mulheres - classificação e pontuação a ser gerada para o IAFG e número de metros caminhados categorizados por faixa etária.

| Classificação caminhada 6 mulheres | Pontuação Para somar ao IAFG | 60-64 anos de idade | 65-69 anos de idade | 70-74 anos de idade | 75-79 anos de idade | 80-84 anos de idade | 85-89 anos de idade | 90-94 anos de idade |
|------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Muito fraco | 5 | ≤ 532 | ≤ 483 | ≤ 466 | ≤ 413 | ≤ 364 | ≤ 318 | ≤ 251 |
| Fraco | 10 | 533- 582 | 484- 543 | 467- 524 | 414- 480 | 365- 433 | 319- 394 | 252- 326 |
| Regular | 15 | 583- 624 | 544- 593 | 525- 572 | 481- 538 | 434- 491 | 395- 458 | 327- 388 |
| Bom | 20 | 625- 674 | 594- 653 | 573- 630 | 539- 605 | 492- 560 | 459- 534 | 389- 463 |
| Muito bom | 25 | ≥ 675 | ≥ 654 | ≥ 631 | ≥ 606 | ≥ 561 | ≥ 535 | ≥ 464 |

Teste Sentar e alcançar em uma cadeira - classificação e pontuação a ser gerada para o IAFG e número de centímetros obtidos categorizados por faixa etária.

Homens

| Classificação flexão de braço mulheres | Pontuação Para somar ao IAFG | 60-64 anos de idade | 65-69 anos de idade | 70-74 anos de idade | 75-79 anos de idade | 80-84 anos de idade | 85-89 anos de idade | 90-94 anos de idade |
|----------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Muito fraco | 2,5 | ≤ 13 | ≤ 11 | ≤ 11 | ≤ 10 | ≤ 9 | ≤ 7 | ≤ 6 |
| Fraco | 5,0 | 14-15 | 12-14 | 12-14 | 11-13 | 10-11 | 8-10 | 7-9 |
| Regular | 7,5 | 16-18 | 15-17 | 15-16 | 14-16 | 12-14 | 11-13 | 10-11 |
| Bom | 10 | 19-21 | 18-20 | 17-19 | 17-18 | 15-17 | 14-16 | 12-14 |
| Muito bom | 12,5 | ≥ 22 | ≥ 21 | ≥ 20 | ≥ 19 | ≥ 18 | ≥ 17 | ≥ 15 |

| Classificação sentar alcançar pés homens | Pontuação Para somar ao IAFG | 60-64 anos de idade | 65-69 anos de idade | 70-74 anos de idade | 75-79 anos de idade | 80-84 anos de idade | 85-89 anos de idade | 90-94 anos de idade |
|------------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Muito fraco | 2,5 | ≤ -3,4 | ≤ -3,9 | ≤ -3,9 | ≤ -5,0 | ≤ -6,2 | ≤ -5,9 | ≤ -7,2 |
| Fraco | 5 | -3,3- -0,6 | -3,8- -1,1 | -3,8- -1,2 | -4,9- -2,3 | -6,1 -3,2 | -5,8- -3,5 | -7,1- -4,7 |
| Regular | 7,5 | -0,5-1,8 | -1,0-1,1 | - 1, 1- 1,1 | -2,2-0,1 | -3,1- 0,8 | -3,4- -1,3 | -4,6- -2,5 |
| Bom | 10 | 1,9-4,6 | 1,2-3,9 | 1,2-3,8 | 0-2,8 | -0,7-2,2 | -1,2-1,1 | -2,4-0 |
| Muito bom | 12,5 | ≥ 4,7 | ≥ 4,0 | ≥ 3,9 | ≥ 2,9 | ≥ 2,3 | ≥ 1,2 | ≥ 0,1 |

Mulheres

| Classificação Sentar alcançar pés mulheres | Pontuação Para somar ao IAFG | 60-64 anos de idade | 65-69 anos de idade | 70-74 anos de idade | 75-79 anos de idade | 80-84 anos de idade | 85-89 anos de idade | 90-94 anos de idade |
|--------------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Muito fraco | 2,5 | ≤ -1,3 | ≤ -1,0 | ≤ -1,7 | ≤ -2,0 | ≤ -2,6 | ≤ -3,2 | ≤ -5,1 |
| Fraco | 5,0 | -1,2- 1,1 | -0,9- 1,1 | -1,6- 0,5 | -1,9- 0,2 | -2,5- -0,4 | -3,1- -1,0 | -5,0- -2,7 |
| Regular | 7,5 | 1,2-3,1 | 1,2-2,9 | 0,6-2,3 | 0,3-2,1 | -0,3- 1,4 | -0,9- 0,8 | -2,6- -0,7 |
| Bom | 10 | 3,2-5,5 | 3,0-5,0 | 2,4-4,5 | 2,2-4,4 | 1,5-3,6 | 0,9-3,0 | -0,6- 1,7 |
| Muito bom | 12,5 | ≥ 5,6 | ≥ 5,1 | ≥ 4,6 | ≥ 4,5 | ≥ 3,7 | ≥ 3,1 | ≥ 1,8 |

Teste alcançar as costas – número de centímetros, quanto maior o número melhor.

Homens

| Classificação Alcançar as costas homens | Pontuação Para somar ao IAFG | 60-64 anos de idade | 65-69 anos de idade | 70-74 anos de idade | 75-79 anos de idade | 80-84 anos de idade | 85-89 anos de idade | 90-94 anos de idade |
|-----------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Muito fraco | 2,5 | ≤ -7,4 | ≤ -8,2 | ≤ -8,6 | ≤ -9,9 | ≤ -10,5 | ≤ -10,2 | ≤ -11,2 |
| Fraco | 5,0 | -7,3- -4,6 | -8,1- -5,3 | -8,5- -5,7 | -9,8- -6,9 | -10,4- -7,1 | -10- -7,4 | -11,1- -8,4 |
| Regular | 7,5 | -4,5- -2,2 | -5,2- -2,9 | -5,6- -3,3 | -6,8- -4,31 | -7,0- -4,3 | -7,3- -5,0 | -8,3- -6,0 |

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Bom | 10 | -2,1-0,6 | -2,8-0 | -3,2- -0,4 | -4,2- -1,3 | -4,2- -1,2 | -4,9- -2,2 | -5,9- -3,2 |
| Muito bom | 12,5 | $\geq 0,7$ | $\geq 0,1$ | $\geq -0,3$ | $\geq -1,2$ | $\geq -1,1$ | $\geq -2,1$ | $\geq -3,1$ |

Mulheres

| Classificação alcançar as costas mulheres | Pontuação Para somar ao IAFG | 60-64 anos de idade | 65-69 anos de idade | 70-74 anos de idade | 75-79 anos de idade | 80-84 anos de idade | 85-89 anos de idade | 90-94 anos de idade |
|-------------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Muito fraco | 2,5 | $\leq -3,6$ | $\leq -4,3$ | $\leq -4,9$ | $\leq -5,5$ | $\leq -6,1$ | $\leq -7,7$ | $\leq -8,9$ |
| Fraco | 5,0 | -3,5- -1,6 | -4,2- -2,1 | -4,8- -2,6 | -5,4- -3,1 | -6,0- -3,7 | -7,6- -5,0 | -8,8- -5,8 |
| Regular | 7,5 | -1,5-0,2 | -2,0- -0,3 | -2,5- -0,8 | -3,0- -1,1 | -3,6- -1,6 | -4,9- -2,8 | -5,7- -3,2 |
| Bom | 10 | 0,3-1,9 | -0,2-1,9 | -0,7-1,5 | -1,0-1,3 | -1,5-0,9 | -2,7- -0,1 | -3,1- -0,1 |
| Muito bom | 12,5 | $\geq 2,0$ | $\geq 2,0$ | $\geq 1,6$ | $\geq 1,4$ | $\geq 1,0$ | $\geq 0,0$ | $\geq 0,0$ |

Teste levantar e caminhar – Tempo dado em segundos, quanto menor o tempo, melhor o resultado.

Homens

| Classificação Levantar e caminhar homens | Pontuação Para somar ao IAFG | 60-64 anos de idade | 65-69 anos de idade | 70-74 anos de idade | 75-79 anos de idade | 80-84 anos de idade | 85-89 anos de idade | 90-94 anos de idade |
|------------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Muito fraco | 5 | $\geq 5,8$ | $\geq 6,1$ | $\geq 6,4$ | $\geq 7,5$ | $\geq 7,9$ | $\geq 9,4$ | $\geq 10,5$ |
| Fraco | 10 | 5,7-5,0 | 6,0-5,4 | 6,3-5,6 | 7,4-6,4 | 7,8-6,9 | 9,3-7,9 | 10,4-8,8 |
| Regular | 15 | 4,9-4,4 | 5,3-4,8 | 5,5-5,0 | 6,3-5,4 | 6,8-6,0 | 7,8-6,5 | 8,7-7,4 |
| Bom | 20 | 4,3-3,6 | 4,7-4,1 | 4,9-4,2 | 5,3-4,3 | 5,9-4,9 | 6,4-5,0 | 7,3-5,7 |
| Muito bom | 25 | $\leq 3,5$ | $\leq 4,0$ | $\leq 4,1$ | $\leq 4,2$ | $\leq 4,8$ | $\leq 4,9$ | $\leq 5,6$ |

Mulheres

| Classificação Levantar e caminhar mulheres | Pontuação Para somar ao IAFG | 60-64 anos de idade | 65-69 anos de idade | 70-74 anos de idade | 75-79 anos de idade | 80-84 anos de idade | 85-89 anos de idade | 90-94 anos de idade |
|--------------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Muito fraco | 5 | $\geq 6,2$ | $\geq 6,6$ | $\geq 7,3$ | $\geq 7,6$ | $\geq 9,0$ | ≥ 10 | $\geq 12,1$ |
| Fraco | 10 | 6,1-5,5 | 6,5-5,9 | 7,2-6,4 | 7,5-6,7 | 8,9-7,8 | 9,9-8,5 | 12-10,2 |
| Regular | 15 | 5,4-4,9 | 5,8-5,3 | 6,3-5,6 | 6,6-5,9 | 7,7-6,7 | 8,4-7,3 | 10,1-8,6 |
| Bom | 20 | 4,8-4,2 | 5,2-4,6 | 5,5-4,7 | 5,8-5,0 | 6,6-5,4 | 7,2-5,8 | 8,5-6,7 |
| Muito bom | 25 | $\leq 4,1$ | $\leq 4,5$ | $\leq 4,6$ | $\leq 4,9$ | $\leq 5,3$ | $\leq 5,7$ | $\leq 6,6$ |

PARA REALIZAR A PONTUAÇÃO DO IAFG DEVE-SE SOMAR OS PONTOS EM

CADA LOCAL EM QUE ESTA MARCADO PONTUAÇÃO PARA SOMAR AO IAFG SEPARADAMENTE DE MULHERES E HOMENS, ISTO FARA UM SOMATORIO DE 100 ENTRE TODOS OS TESTES.

Referências:

Rikli RE, Jones JC. Sênior Fitness Test Manual. Human Kinetics. 2001.

Rikli RE, Jones JC. Teste de Aptidão Física para Idosos. Human Kinetics. (Tradução de Sonia Regina de Castro Bidutte), Manole, São Paulo, 2008.

ANEXO D

PROTOCOLO PARA TESTE DE 1 RM KREMER E FRY, 1995.

Seguindo os passos básicos recomendados para teste de 1RM (KRAEMER & FRY, 1995):

1. fazer um aquecimento de 5 a 10 repetições do exercício com 40 a 60% da 1 RM estimada;
2. durante repouso de 1 minuto, alongar o grupo muscular, em seguida realizar 3 a 5 repetições com 60 a 80% da 1 RM estimada;
3. aumentar o peso moderadamente e tentar fazer o levantamento de 1 RM. Se o levantamento for bem sucedido, deve repousar de 3 a 5 minutos antes de tentar o próximo incremento, seguindo este procedimento até que se fique impossibilitado de completar o levantamento. A 1 RM normalmente é alcançada em 3 a 5 tentativas;
4. O valor de 1 RM é registrado como o peso máximo levantado na última tentativa bem sucedida.

Em data anterior aos testes de 1 RM a amostra foi submetida a uma aula de familiarização aos movimentos testados na sala de musculação.

- Para medidas de força em Flexores Horizontais do Ombro foi utilizado PEC-DEC com o aparelho da marca MOVEMENT, com resolução de 1Kg;
- Para o teste de 1RM em Extensores Horizontais do Ombro foi utilizado o PEC-DEC INVERTIDO com o aparelho MOVEMENT, com resolução de 1 Kg;
- Para os Extensores do Joelho foi utilizada a CADEIRA EXTENSORA do aparelho de musculação da marca MOVEMENT com resolução de 1Kg.